

HASIL RISET IONOSFER DAN PENJALARAN GELOMBANG RADIO

Buldan Muslim, Jiyo
Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN
Jl. Dr. Junjunan 133 Bandung 40173 Indonesia
Email: buldanms@yahoo.com

ABSTRAK

Pada makalah ini dibahas tentang hasil riset ionosfer dan penjalaran gelombang radio. Dari data dan analisis diperoleh kesimpulan bahwa (a) lapisan ionosfer sebagai bagian atmosfer atas mempunyai dinamika kompleks karena adanya medan magnet bumi, (b) lapisan ionosfer memberikan pengaruh penting terhadap sistem komunikasi radio, (c) model ionosfer regional diperlukan untuk menentukan prakiraan kondisi lapisan ionosfer untuk mendukung kinerja sistem komunikasi radio dan navigasi, (d) komunikasi taktis NVIS bergantung kepada informasi lapisan ionosfer. Kemudian hasil riset LAPAN yang berupa paket program MSILRI, data ionosonda dan GPS dapat digunakan untuk pelayanan informasi propagasi NVIS dan koreksi ionosfer dalam navigasi dan penentuan posisi GPS serta *tracking* satelit, serta prediksi gangguan komunikasi satelit.

Kata kunci : lapisan ionosfer, komunikasi NVIS, koreksi ionosfer

1. Pendahuluan

Lapisan ionosfer adalah sumber daya alam yang dapat memberikan manfaat kepada umat manusia. Dengan adanya lapisan ini kehidupan di permukaan bumi dapat terlindungi dari bahaya radiasi sinar kosmis yang berbahaya. Selain itu, dengan adanya lapisan ini pula bumi dapat terlindung dari bahaya hujan meteor. Selain melindungi bumi dari bahaya radiasi, lapisan ionosfer juga dapat dimanfaatkan sebagai pemantul gelombang radio sehingga mencapai jarak yang sangat jauh, terutama gelombang radio pada frekuensi 3-30 MHz. Lapisan ionosfer juga dapat mengganggu komunikasi satelit. Oleh karenanya dilakukan penelitian lapisan ionosfer di atas wilayah Indonesia.

Penelitian ionosfer Indonesia sudah dilakukan sejak tahun 1980-an dengan perangkat ionosonda yang ditempatkan di Pameungpeuk, Tangerang, Biak, Pontianak, Tanjungsari. Kemudian setelah tahun 1990-an hingga sekarang telah ditambah di lokasi Manado, Kupang, Bukittinggi, dan Medan. Pada makalah ini dibahas mengenai hasil riset yang telah dilakukan hingga saat ini. Tujuannya adalah untuk melihat perkembangan penelitian ionosfer dan propagasi gelombang radio di Indonesia dan hasil yang diperoleh.

2. Lapisan Ionosfer dan Penjalaran Gelombang Radio

2.1 Lapisan Ionosfer

Lapisan ionosfer adalah bagian dari atmosfer bumi yang menempati ketinggian 60 km hingga 600 km di atas permukaan bumi. Tidak seperti pembagian atmosfer pada umumnya (Troposfer-Stratosfer-Mesosfer-Thermosfer) yang mengacu kepada profil temperatur, acuan penamaan dan pembagian lapisan ionosfer berdasar pada profil kerapatan elektron. Sesuai dengan namanya, lapisan ionosfer terbentuk dari partikel bermuatan (ion dan elektron) yang dihasilkan dari proses ionisasi, rekombinasi, dan transportasi.

Energi yang digunakan dalam proses ionisasi utamanya berasal dari matahari, sehingga kerapatan elektron di lapisan ionosfer sangat bergantung kepada tingkat aktivitas matahari. Sedangkan proses rekombinasi bergantung kepada banyaknya tumbukan antara partikel bermuatan dengan partikel netral. Oleh karena sebagian partikel netral berada pada ketinggian troposfer-mesosfer, maka kerapatan elektron terendah terjadi pada sekitar ketinggian 60 km. Semakin tinggi kerapatan lapisan ionosfer semakin tinggi karena frekuensi tumbukan dengan partikel netral semakin kecil. Proses transportasi bergantung kepada medan magnet bumi dan angin netral. Jadi aktivitas matahari, ketinggian, medan magnet, dan angin netral mempengaruhi lapisan ionosfer.

Lapisan ionosfer dibagi menjadi tiga lapisan utama yaitu lapisan D (60-80 km), lapisan E (80-150 km), dan lapisan F (150-600 km). Lapisan E dapat dibagi menjadi sub lapisan yaitu lapisan E dan E Sporadis (100-150 km). Demikian pula lapisan F dapat dibagi lagi menjadi sub lapisan F1 (150-300 km), lapisan F2 (300-600 km), dan lapisan F3 (600-1000 km). Pembagian sub lapisan ini tidak semata berdasarkan ketinggian, namun berdasarkan bentuk profil kerapatan elektron. Suatu selang ketinggian dikatakan sebagai lapisan atau sub lapisan jika mempunyai satu puncak kerapatan.

Sifat dari lapisan ionosfer adalah dapat menyerap sinyal gelombang radio, memantulkannya, dan meneruskannya. Lapisan D berperan sebagai penyerap sinyal gelombang radio pada pita HF (3-30 MHz). Sedangkan lapisan E dan F dapat memantulkannya kembali ke permukaan bumi sehingga menjangkau tempat yang jauh. Untuk gelombang radio yang lebih tinggi frekuensi akan diteruskan dan dibiarkan oleh lapisan ionosfer.

2.2 Penjalaran Gelombang Radio

Tiga cara penjalaran gelombang radio adalah secara langsung dari pemancar menuju penerima (*line of sight*), menjalar di permukaan bumi (*ground wave*), dan menjalar di angkasa (*sky wave*). Penjalaran gelombang angkasa dipengaruhi oleh lapisan ionosfer, sementara dua yang lainnya tidak.

Selain komunikasi radio pada band HF, gelombang radio yang digunakan satelit (VHF : 30-300 MHz; UHF : 300-3.000 MHz) juga menjalar melewati lapisan ionosfer. Oleh karenanya secara garis besar dibagi dalam dua kelompok sistem komunikasi radio yaitu yang *bergantung* kepada lapisan

ionosfer (HF) dan yang *dipengaruhi* oleh lapisan ionosfer (VHF dan UHF). Pada sistem yang pertama lapisan ionosfer berperan sebagai repeater alam yang 'meneruskan' gelombang radio sehingga mencapai tujuan. Dengan demikian perilaku lapisan ionosfer perlu diketahui dan menjadi bahan pertimbangan dalam penentuan frekuensi kerja dan operasional sistem komunikasi radio ini. Adapun sistem yang kedua, meskipun sinyal gelombang radio tidak bergantung kepada lapisan ionosfer, namun dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi di lapisan ionosfer. Dalam hal ini lapisan ionosfer tidak berperan sebagai repeater, akan tetapi lebih menjadi gangguan terhadap sinyal gelombang radio.

Penjalaran gelombang angkasa arahnya bisa mendekati arah vertikal dan jika dipantulkan oleh lapisan ionosfer, maka dapat menjangkau lokasi dibalik gunung. Komunikasi radio dengan prinsip seperti ini disebut NVIS (*Near Vertical Incidence System*) yang merupakan komunikasi taktis yang sangat penting untuk situasi darurat dan sistem keamanan.

3. Penelitian Ionosfer

Penelitian ionosfer memerlukan data pengamatan yang dapat mewakili kondisi lapisan Indonesia. Penelitian ionosfer yang dilakukan meliputi : (a) penelitian tentang teknik/metoda pengamatan, (b) penelitian proses, dan (c) penelitian model ionosfer. Selanjutnya dari kegiatan penelitian ini dihasilkan model ionosfer regional yang kemudian dapat digunakan untuk memprediksikan kondisi lapisan ini. Informasi prediksi kemudian digunakan untuk melayani kebutuhan pengguna komunikasi radio, baik sistem pertama (yang bergantung) maupun yang kedua (yang dipengaruhi).

Pengamatan ionosfer dilakukan menggunakan radar yang disebut ionosonda yang memancarkan gelombang radio secara vertikal (ionosonda vertikal atau ionosonda variabel) maupun miring (oblique). Ionosonda vertikal memancarkan gelombang radio dari frekuensi 2 MHz hingga 22 MHz secara berurutan dalam selang waktu detik. Gelombang radio yang dipantulkan ionosfer kembali ke bumi kemudian diterima dan direkam oleh ionosonda. Jadi ionosonda adalah gabungan perangkat pemancar dan penerima. Sedangkan ionosonda oblique memancarkan gelombang radio dengan frekuensi 2 MHz hingga lebih dari 30 MHz dari satu lokasi pemancar ke penerima yang lokasinya terpisah. Data yang dihasilkan oleh ionosonda disebut ionogram yang merupakan grafik yang menyatakan hubungan antara frekuensi (sumbu mendatar) dengan ketinggian (sumbu vertikal). Dengan proses pembacaan (scaling) ionogram dihasilkan parameter lapisan ionosfer yang selanjutnya digunakan untuk penelitian.

Proses yang terjadi di lapisan ionosfer mencakup proses pembentukan lapisan (ionisasi dan rekombinasi) dan dinamika (transportasi). Penelitian tentang proses pembentukan lapisan ionosfer melibatkan tingkat aktivitas matahari karena sumber energi utama untuk proses ini adalah matahari. Kemudian, penelitian dinamika ionosfer juga membutuhkan data lain berupa

aktivitas geomagnet - yang sumber pencetus utamanya adalah aktivitas matahari (gelombang gravitasi, angin netral, dan lain-lain). Selain dinamika atmosfer netral (gelombang gravitasi, angin netral, ada gejala alam lainnya yang juga mempengaruhi lapisan ionosfer yaitu hujan meteor yang biasanya berasal dari sisa-sisa ekor komet.

Dari kegiatan penelitian proses dan dinamika lapisan ionosfer telah dihasilkan model ionosfer regional. Sebagai contohnya adalah model MSILRI (Buldan dkk, 2003) yang masih terus dikembangkan dan disempurnakan. Selain model ionosfer regional, hal lain yang diperoleh dari kegiatan penelitian adalah informasi tentang variasi lapisan ionosfer (harian, musiman, siklus matahari), respon lapisan ionosfer akibat badai matahari, badai magnetik, badai meteor, *windshear*, gelombang gravitasi.

4. Tantangan dan Hambatan

Dari sisi anggaran, biaya untuk mengamati lapisan ionosfer di Indonesia berasal dari anggaran negara. Belum ada pihak swasta yang mau menginvestasikan modalnya untuk pengamatan ionosfer. Untuk itu perlu diupayakan efisiensi dan optimalisasi sumber dana penelitian lintas departemen.

Dilihat dari sisi perkembangan perangkat pengamatan, sampai saat ini telah dilakukan pengamatan ionosfer dengan beberapa macam perangkat yang dapat menghasilkan data ionosfer resolusi tinggi dan dalam jumlah besar. Ribuan data GPS dihasilkan dari pengamatan di seluruh permukaan bumi dan dari satelit LEO (okultasi). Data yang dihasilkan juga dapat diakses secara bebas dan real time. Terjadinya peningkatan volume data ionosfer real time secara kuadratis dengan jumlah alat pengamatan (GPS/LEO) memerlukan perhatian dalam mengimbangnya dengan sistem komputasi yang sesuai.

Dari sisi pasar, saat ini jumlah masyarakat pengguna yang memanfaatkan informasi hasil riset ionosfer masih sedikit. Untuk itu perlu memperluas pasar/user model ionosfer melalui lembaga pendidikan.

5. Kesimpulan

- (1) Lapisan ionosfer sebagai bagian atmosfer atas yang terionisasi oleh radiasi matahari mempunyai dinamika kompleks karena adanya medan magnet bumi.
- (2) Lapisan ionosfer memberikan pengaruh penting terhadap sistem komunikasi radio, baik HF maupun satelit serta navigasi satelit.
- (3) Model ionosfer regional diperlukan untuk menentukan prakiraan kondisi lapisan ionosfer untuk mendukung kinerja sistem komunikasi radio dan navigasi.

- (4) Komunikasi taktis NVIS, merupakan perangkat komunikasi penting dalam situasi darurat dan untuk menjaga keamanan wilayah/negara, bergantung kepada informasi lapisan ionosfer.
- (5) Paket program MSILRI, data ionosonda dan GPS dapat digunakan untuk pelayanan informasi propagasi NVIS dan koreksi ionosfer dalam navigasi dan penentuan posisi GPS serta *tracking* satelit, serta prediksi gangguan komunikasi satelit.