

## IONOSPHERE

# Menilik Kemunculan Gelembung Plasma Ionosfer

Relasi antara kuat pre-reversal enhancement dan kemunculan ionospheric plasma bubble

Oleh

P. Abadi | Pussainsa LAPAN

Ionosfer merupakan bagian dari atmosfer Bumi di ketinggian lebih dari 90 km yang mengandung plasma atau partikel bermuatan. Ionosfer perlu diteliti karena elektrodinamika di lapisan F ionosfer dapat memengaruhi propagasi atau perambatan gelombang radio. Salah satu fenomena di lapisan F ionosfer yang memengaruhi gelombang radio adalah fenomena *ionospheric plasma bubble* (IPB). IPB merupakan penipisan plasma yang di dalamnya terdapat fluktuasi kerapatan plasma. Kemunculan IPB dapat diamati menggunakan *all-sky airglow imager*. Keberadaan IPB ditandai dengan bagian gelap yang menunjukkan kerapatan plasma di daerah tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kerapatan latar ionosfer.

Fenomena IPB merupakan fenomena malam hari yang terjadi di ionosfer ekuator dan lintang rendah magnetik. Karena Indonesia terletak di daerah lintang rendah magnetik, fenomena IPB biasanya juga terjadi di ionosfer di atas negara kepulauan ini. Penelitian tentang keberadaan IPB saat ini menjadi penting karena fluktuasi kerapatan plasma di dalam IPB dapat mengganggu penyaluran gelombang radio. Misalnya, pada *L-band* yang ditransmisikan dari satelit GPS dapat terganggu oleh fenomena IPB ini.

IPB dihasilkan melalui mekanisme ketidakstabilan

Rayleigh-Taylor (RTI) di ionosfer ekuator. Persamaan berikut menunjukkan tingkat pertumbuhan RTI dalam pembangkitan IPB:

$$\gamma = \frac{1}{N_0} \frac{\partial N}{\partial z} \left( \frac{E}{B} + \frac{g}{\nu_{in}} \right) \quad (1)$$

dengan  $\gamma$  adalah tingkat pertumbuhan ketidakstabilan,  $N_0$  adalah kerapatan latar ionosfer,  $\partial N/\partial z$  adalah gradien kerapatan terhadap ketinggian,  $E$  adalah medan listrik timur,  $B$  adalah kekuatan medan magnet,  $g$  adalah percepatan gravitasi, dan  $\nu_{in}$  adalah frekuensi tumbukan ion netral. Pada prinsipnya, laju pertumbuhan RTI dalam pembangkitan IPB berbanding lurus dengan medan listrik yang setara.

Salah satu faktor paling penting dalam pembangkitan IPB adalah peningkatan medan listrik arah

timuran pada ionosfer ekuatorial saat sore hari (setelah matahari terbenam), yaitu fenomena ionosfer yang disebut *pre-reversal enhancement* (PRE). Dalam Persamaan (1), PRE adalah  $E$ . PRE berkontribusi dalam meningkatkan tingkat pertumbuhan ketidakstabilan dengan dua cara. Pertama, arus listrik ke arah timur yang dibangkitkan oleh PRE secara langsung meningkatkan laju pertumbuhan RTI. Kedua, PRE mengangkat plasma di lapisan F ionosfer ke ketinggian yang lebih tinggi di mana frekuensi tumbukan ion netral ( $\nu_{in}$ ) semakin rendah. Dengan demikian, tingkat pertumbuhan ketidakstabilan menjadi besar karena faktor  $g/\nu_{in}$  di semakin besar nilainya.

Terdapat relasi kuantitatif antara kekuatan PRE dan kemunculan IPB. Hal ini didasari oleh hasil

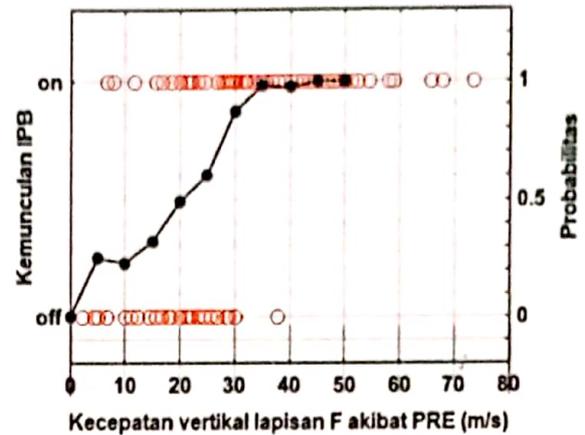
**Gambar 1:** Potret yang diperoleh dengan *all-sky airglow imager* menunjukkan kemunculan *ionospheric plasma bubble* (IPB). Daerah terang menunjukkan kerapatan latar ionosfer.



pengamatan IPB dan PRE menggunakan ionosonda di Chumphon, Thailand selama bulan Maret- April tahun 2011-2015. Pada Gambar 2, setiap lingkaran merah mengindikasikan hasil observasi di suatu malam dengan ataupun tanpa kemunculan IPB dan nilai kekuatan PRE pada malam tersebut. Lingkaran-lingkaran merah di posisi *on* di sumbu vertikal sebelah kiri menunjukkan kemunculan IPB, sedangkan posisi *off* menunjukkan tanpa kemunculan IPB. Nilai PRE setiap lingkaran merah ditunjukkan pada skala horizontal. Malam-malam dengan kemunculan IPB banyak terjadi ketika nilai PRE lebih dari 30 m/s. Dari sampel yang diperoleh, hanya satu malam tanpa kemunculan IPB dengan nilai PRE > 30 m/s. Sebaliknya, pada malam-malam dengan nilai PRE < 30 m/s, IPB dapat terjadi ataupun tidak terjadi.

**Gambar 2:** Hubungan antara kekuatan PRE dan kemunculan IPB.

Lingkaran merah menunjukkan kecepatan vertikal lapisan F akibat PRE pada malam dengan kemunculan IPB (*on*) atau tanpa IPB (*off*). Pada tiap kelas kecepatan, dapat dihitung probabilitas kemunculan IPB yang direpresentasikan oleh titik hitam dengan nilai yang ditunjukkan pada sumbu di sebelah kanan.



Kurva hitam pada Gambar 2 menunjukkan hubungan kuantitatif kekuatan PRE dan kemunculan IPB. Nilai probabilitas kemunculan IPB sebagai fungsi dari PRE ditunjukkan oleh kurva tersebut dengan skala yang digambarkan oleh sumbu di sebelah kanan. Peluang kemunculan IPB lebih dari 0,8 saat nilai PRE > 30 m/s. Hal ini menunjukkan IPB hampir selalu terjadi ketika nilai PRE

> 30 m/s. Bahkan, nilai probabilitas menjadi 1 (IPB pasti terjadi) saat nilai PRE lebih dari 40 m/s. Peluang kemunculan IPB berkurang seiring dengan menurunnya nilai PRE.

#### Rujukan

- [1] Abadi, P., Otsuka, Y., Supriadi, S., and Olla, A., *Probability of ionospheric plasma bubble occurrence as a function of pre-reversal enhancement deduced from ionosondes in Southeast Asia*, disampaikan dalam ISAST VII/2019

## ILMU DATA

### Web Scraping

*Mengikis data semi-terstruktur secara masif dan sistematis dari situs web*

Oleh

R. Priyatikanto

Pussainsa LAPAN

Data seringkali dianggap sebagai *new oil* dari era modern karena data dianggap sebagai objek yang bisa diperjualbelikan dengan harga yang tidak murah. Namun, ada juga yang menekankan bahwa data tidak bisa dianalogikan secara persis dengan minyak. Data senantiasa diproduksi sementara minyak merupakan sumber daya alam yang terbatas kuantitasnya.

Dewasa ini, data dapat digali secara sistematis dari berbagai

sumber. Piranti yang terkoneksi dengan internet menjadi corong data dan informasi yang dapat ditampung, dikelola, diolah, dan dianalisis dengan berbagai cara. Dunia maya adalah kolam untuk menjangkau kumpulan informasi yang dapat dipandang sebagai data untuk analisis lebih lanjut. Dari kumpulan informasi yang tak terstruktur, ilmuwan data (*data scientist*) memanfaatkan metode statistik, *machine learning*, atau kecerdasan buatan untuk menyaringnya.

Pada artikel kali ini, akan dibahas satu metode ekstraksi data secara sistematis dari situs web. Metode ini sering disebut *web*

*scraping* atau mengikis situs web.

*Web scraping* merupakan proses pengambilan data secara semi-terstruktur dari halaman web. Metode ini dapat mempermudah dan mempercepat proses akuisisi data dalam jumlah besar. Amat kontras bila dibandingkan pekerjaan yang dilakukan oleh asisten peneliti (mahasiswa atau fungsional litkayasa) beberapa tahun belakangan yang dengan sabarnya membuka halaman web dan mencatat data yang ditampilkan. Pekerjaan berbulan-bulan dapat dipersingkat menjadi proses *web scraping* yang hanya berlangsung