

PUSAT PEMANFAATAN SAINS ANTARIKSA SEBAGAI SENTRA INFORMASI FENOMENA DIRGANTARA DAN PEMANFAATANNYA PADA MASYARAKAT

Suratno *)

Bidang Matahari dan Antariksa

**) Kepala Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa – LAPAN
periode April 2001 – April 2007*

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN

Abstract

The programs and activities of Space Science and Applications Center of LAPAN are utilities of solar and space environment science, middle and upper atmosphere dynamics in order to anticipate and minimize of possibility of negativity impacts which can be happened in the earth and its environment. The programs are impact of solar activity to the earth environment, satellite orbit and orbital perturbations and anticipate of space debris perturbations, the characteristics of geomagnetism, ionosphere, and the characteristics of regional upper atmosphere over Indonesia.

In relation to radio communications, the program is a research and development ionospheric science to obtain the model of ionosphere and radio wave propagation at the equator over Indonesia and providing the information of ionosphere perturbations as an early warning for radio communications, position determination, navigation and trans ionosphere communications.

Abstrak

Program dan kegiatan Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa adalah pemanfaatan pengetahuan matahari, lingkungan antariksa dan dinamika atmosfer tengah/atas untukantisipasi dan minimasi kemungkinan dampak-dampak negatif yang bisa terjadi di bumi dan lingkungannya. Program-program tersebut adalah Dampak Aktivitas Matahari pada Lingkungan Bumi, Gangguan Orbit Satelit dan Antisipasi Bahaya Sampah Antariksa, Perilaku Medan Magnet Bumi Regional, Lapisan Ionosfer, Atmosfer Atas Regional Indonesia.

Kegiatan yang terkait dengan komunikasi radio adalah mengembangkan dan diperolehnya pemodelan perilaku ionosfer dan propagasi gelombang radio di atas ekuator Indonesia dan menyediakan informasi gangguan ionosfer sebagai peringatan dini bagi komunikasi radio, penentuan posisi, navigasi dan komunikasi trans-ionosfer.

Kata kunci : *sentra informasi, sains antariksa*

1. Pendahuluan

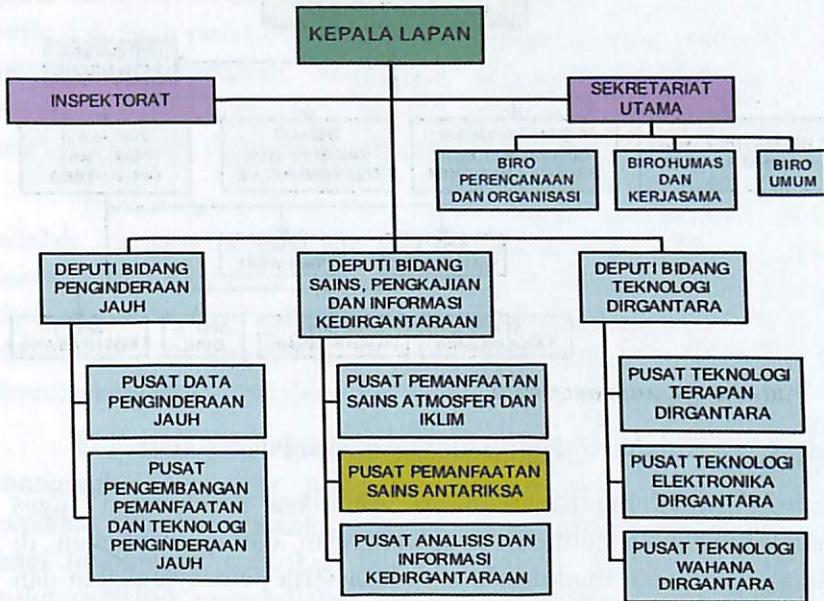
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa – LAPAN adalah institusi pemerintah yang melakukan kegiatan penelitian, pengembangan dan pemanfaatan pengetahuan matahari dan antariksa, geomagnet, dan ionosfer secara terpadu, serta memberikan pelayanan prediksi frekuensi komunikasi radio dan gangguan ionosfer pada telekomunikasi, serta penentuan posisi berbasis satelit.

Berdasarkan keputusan Kepala LAPAN nomor KEP/010/II/2001 susunan organisasi LAPAN terdiri dari Kepala Sekretariat Utama, 3(tiga) Kedeputian Teknis dan Inspektorat. Tiga Kedeputian Teknis, yaitu Kedeputian Bidang Penginderaan Jauh, Kedeputian Bidang Sains, Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan, Kedeputian Bidang Teknologi Dirgantara.

Kedeputian Bidang Sains, Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan membawahkan 3 (tiga) Pusat, yaitu Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa dan Pusat Analisis dan Informasi Kedirgantaraan.

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa (selanjutnya disingkat Pufatsainsa), sebagai unsur pelaksanaan sebagian tugas dan fungsi Kedeputian Bidang Sains, Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan dan menyelenggarakan fungsi penelitian, pengembangan dan pemanfaatan sains antariksa dan lingkungan antariksa. Pufatsainsa membawahkan 3(tiga) Bidang dan Instalasi Pengamat Dirgantara. Tiga bidang penelitian.

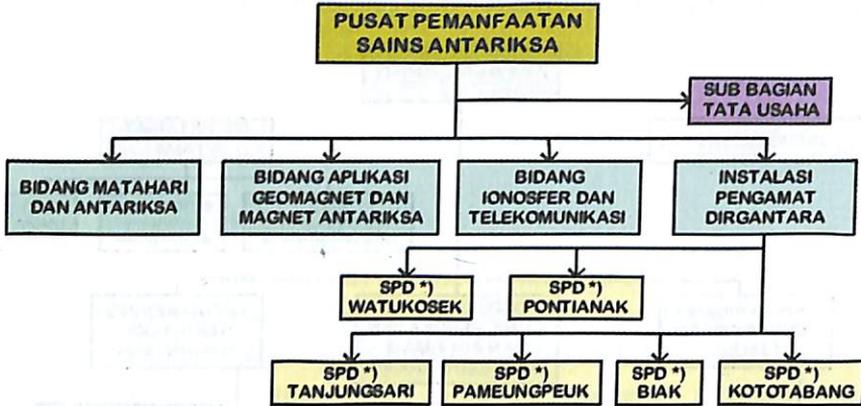
pengembangan dan pemanfaatan adalah bidang Matahari dan Antariksa, bidang Aplikasi Geomagnet dan Magnet Antariksa, dan bidang Ionosfer dan Telekomunikasi.



Gambar 1-1 Struktur Organisasi LAPAN

Instalasi Pengamat Dirgantara membawahkan beberapa Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD), yaitu SPD Pontianak, SPD Watukosek, SPD Tanjungsari, SPD Pameungpeuk, SPD Biak dan SPD Kototabang. Juga mengkoordinasikan stasiun Ionosonda dan Geomagnet di Manado (bekerjasama dengan Universitas Sam Ratulangi), stasiun Ionosonda dan Geomagnet di Kupang (bekerjasama dengan Universitas Nusa Cendana), dan Stasiun Geomagnet di Medan (bekerjasama dengan BMG Tuntungan-Medan). Dalam melaksanakan tugasnya Instalasi Pengamat Dirgantara memiliki fungsi serta memiliki tugas mengembangkan instrumentasi, sistem basis data dan jaringan komunikasi data sains dirgantara. Sub Bagian Tata Usaha adalah bagian yang

mendukung administrasi keuangan, kepegawaian, perlengkapan dan rumah tangga, dan urusan tata usaha umum.



*) STASIUN PENGAMAT DIRGANTARA

Gambar 1-2 Struktur Organisasi Pusfatsainsa

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa mempunyai tugas melaksanakan penelitian, pengembangan dan pemanfaatan di bidang sains dan lingkungan antariksa serta pemasyarakatan dan pelayanannya bagi pengguna. Dalam melaksanakan tugasnya, Pusfatsainsa menyelenggarakan fungsi penelitian, pengembangan dan pemanfaatan di bidang pengetahuan matahari dan antariksa, pengetahuan geomagnet dan magnet antariksa, pengetahuan ionosfer dan lapisan batas antariksa-atmosfer. Disamping fungsi tersebut Pusfatsainsa bertugas memberikan informasi teknis kepada Deputi dalam rangka pemberian rekomendasi perizinan orbit satelit.

Visi Pusfatsainsa menginginkan menjadi sentra informasi yang profesional tentang fenomena dirgantara dan pemanfaatannya pada masyarakat (Rencana Strategis 2005-2009 Pusfatsainsa, 2005). Dengan demikian maka Pusat ini mengemban misi yang mencakup pemantauan, penelitian, dan pengembangan terpadu tentang perubahan kondisi lingkungan

antariksa (*space weather*) meliputi aktivitas matahari, hujan meteor, variasi geomagnet, dan variasi ionosfer serta dampaknya pada orbit satelit dan lingkungan bumi. Selain itu juga hal yang terkait dengan penelitian dan pengembangan tentang pemanfaatan pengetahuan matahari, lingkungan antariksa, geomagnet, dan ionosfer, terutama berkaitan dengan orbit satelit, perubahan iklim, telekomunikasi, dan penentuan posisi.

Tujuan dan sasaran yang terkait dengan komunikasi radio adalah mengembangkan dan diperolehnya pemodelan perilaku ionosfer dan propagasi gelombang radio di atas ekuator Indonesia dan menyediakan informasi gangguan ionosfer sebagai peringatan dini bagi komunikasi radio, penentuan posisi, navigasi dan komunikasi trans-ionosfer.

Disamping tujuan dan sasaran tersebut Pufatsainsa juga mengembangkan dan berupaya memperoleh pemodelan dan prediksi aktivitas matahari sebagai sumber energi dan gangguan bagi lingkungan antariksa dan lingkungan bumi (*geoeffective solar activity*), menyediakan informasi aktivitas matahari, cuaca dan klimatologi antariksa dan analisis dampaknya pada lingkungan antariksa, lingkungan bumi dan orbit satelit, kopliling magnetosfer-ionosfer-atmosfer dan model gelombang atmosfer atas serta pola angin netral di daerah ekuator Indonesia serta mengembangkan instrumentasi pemantau parameter dirgantara dan mewujudkan sistem basis data dirgantara dan sistem komunikasi data.

2. Fenomena dan Dinamika Lingkungan Antariksa

Program dan kegiatan Pufatsainsa menekankan pada pemanfaatan pengetahuan matahari, lingkungan antariksa dan dinamika atmosfer tengah/atas yaitu kebermanfaatannya danantisipasi serta minimasi kemungkinan dampak-dampak negatif

yang bisa terjadi. Untuk mendukung pelaksanaan program dan kegiatan, Pusfatsainsa telah memiliki sumber daya manusia, peralatan dan fasilitas-fasilitas lain yang berada baik di kantor Pusat maupun di stasiun pengamat dirgantara. Karena program dan kegiatan kedirgantaraan yang bersifat global tersebut maka Pusfatsainsa-LAPAN telah mendapatkan kepercayaan untuk menjalin kerjasama baik nasional maupun internasional.

Salah satu hal yang akan menjadi tantangan Pusfatsainsa adalah bahwa masyarakat luas masih belum dapat mengenal dan memahami lebih jauh tentang manfaat-manfaat program dan kegiatan Pusfatsainsa-LAPAN. Sebagai contoh misalnya, tentang bervariasinya aktivitas matahari yang terjadi secara periodik yang dapat dijadikan acuan dalam memprakirakan akan terjadinya iklim global, gangguan komunikasi, gangguan orbit satelit dan lain-lain. Demikian pula hasil-hasil penelitian, pengembangan dan pemanfaatan kedirgantaraan sulit disampaikan dan atau diwujudkan secara langsung kepada masyarakat. Hal ini menjadi kendala dalam mencari mitra dari pihak industri swasta, sehingga pembiayaan penelitian yang tidak sedikit sangat tergantung dari kemampuan pemerintah.

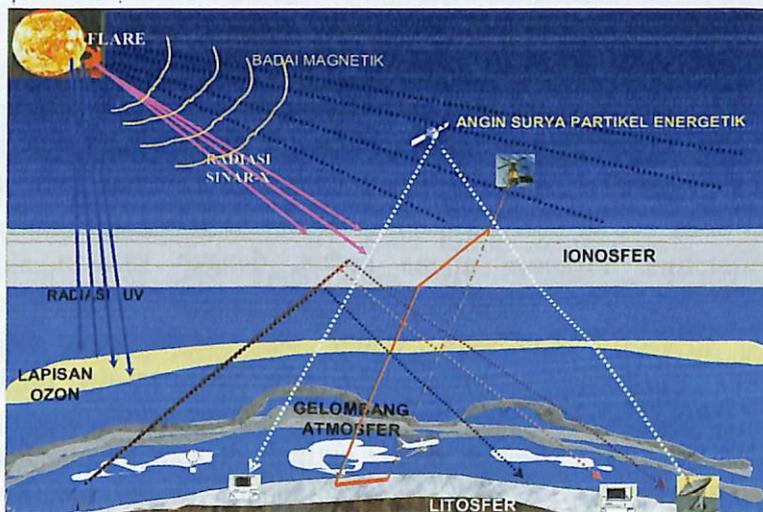
Pengetahuan tentang aktivitas matahari sebagai penggerak utama terhadap cuaca antariksa, semakin diperlukan dalam mendukung pemanfaatan antariksa untuk telekomunikasi satelit, teknologi GPS, dan sistem penginderaan jauh adalah merupakan tantangan yang perlu segera dijawab.

Faktor geografi Indonesia yang terdiri atas beribu pulau dan tersebar masih belum terjangkau dengan sistem komunikasi satelit sehingga masih memerlukan komunikasi alternatif, yaitu dengan komunikasi radio HF. Hal ini didukung dengan kecenderungan permintaan frekuensi komunikasi radio, khususnya dari kawasan tengah Indonesia (KTaI), kawasan timur Indonesia (KTI) makin meningkat guna menunjang komunikasi di

daerahnya. Lembaga TNI dan POLRI juga memerlukan informasi tersebut guna mendukung dan memperlancar tugas keamanan.

Karakteristik atmosfer atas di atas ekuator Indonesia yang unik, yang merupakan daerah anomali, fenomena yang dinamis dan *irregular* akan berpengaruh pada karakteristik atmosfer di lintang menengah dan lintang tinggi. Hal tersebut mengundang para peneliti luar negeri tertarik dengan fenomena atmosfer atas khususnya di atas ekuator Indonesia. Hal ini membuka peluang kerjasama untuk melakukan kerjasama penelitian.

Pemanfaatan GPS *single* frekuensi oleh masyarakat semakin luas, sedangkan komunikasi satelit harus melalui lapisan ionosfer atau trans-ionosfer. Dalam penentuan posisi berbasis satelit ini, komunikasi trans-ionosfer memerlukan faktor koreksi oleh adanya pembiasan dan atau karena gangguan oleh ionosfer. Model dinamika ionosfer diperlukan dalam penentuan koreksi tersebut.



Gambar 2-1 Ilustrasi dinamika atmosfer dan antariksa

Seperti diketahui bahwa lapisan ionosfer yang berada pada ketinggian 60 - 1.000 km dari permukaan Bumi juga merupakan

kawasan medan magnet Bumi. Sedemikian sehingga adanya variabilitas atau gangguan medan magnet Bumi akan berpengaruh pada lapisan ionosfer. Variabilitas medan magnet Bumi di atmosfer bisa terjadi dengan akan terjadinya atau pada saat terjadinya gempa Bumi. Hal ini merupakan peluang tentang kemungkinan memprediksi akan terjadinya gempa Bumi dari variabilitas ionosfer dan geomagnet.

3. Program Utama Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa

Dalam melaksanakan tugas guna mewujudkan visi dan misi, Pusfatsainsa menerapkan 5(lima) Program Utama yaitu Dampak Aktivitas Matahari pada Lingkungan Bumi, Gangguan Orbit Satelit dan Antisipasi Bahaya Sampah Antariksa, Penelitian Medan Magnet Bumi Regional, Penelitian Perilaku Lapisan Ionosfer, dan Penelitian Perilaku Atmosfer Atas Regional Indonesia.

Program Utama pertama, memiliki sasaran akhir diperolehnya model prediksi aktivitas matahari yang berpengaruh pada bumi (*geoeffective solar activity*) dan model peringatan dini dampak aktivitas matahari pada komunikasi HF, navigasi, dan variabilitas iklim berdasarkan analisis lingkungan antariksa multidetectors. Program utama kedua, dengan sasaran akhir diperolehnya sistem integrasi model gangguan orbit satelit serta pemantauan satelit secara visual dan radio yang dapat memberikan informasi posisi satelit pada suatu saat dan tingkat bahayanya bila jatuh atau bertabrakan dengan satelit lain atau sampah antariksa. Program utama ketiga, dengan sasaran akhir tersedianya informasi aktivitas geomagnet, sebagai parameter cuaca antariksa dengan data yang terkoneksi secara langsung dari stasiun pengamat dirgantara LAPAN secara multimedia. Program utama keempat, diharapkan dapat menghasilkan model ionosfer regional, prediksi gangguan ionosfer jangka pendek dan jangka

panjang serta informasi perilaku ionosfer regional yang berguna bagi masyarakat umum dan masyarakat ilmiah. Program Utama kelima, diperolehnya model empiris maupun fisis ionosfer, atmosfer, kopleng ionosfer-atmosfer sehingga dapat diaplikasikan pada pelayanan prediksi cuaca antariksa dan informasi prediksi gangguan komunikasi radio dan satelit serta informasi perubahan atmosfer global.

3.1 Dampak Aktivitas Matahari pada Lingkungan Bumi

Matahari berperan sebagai sumber utama energi dan merupakan penggerak atmosfer Bumi. Kondisi matahari selalu mengalami perubahan dalam skala waktu pendek dan skala panjang (misalnya siklus matahari 11 tahun), seperti halnya cuaca dan iklim bagi Bumi. Oleh karenanya perubahan dalam skala waktu pendek dari matahari yang mempengaruhi lingkungan antariksa dikatakan sebagai cuaca antariksa (Sakurai, K., 1974).

Perubahan aktivitas matahari itu bisa berdampak pada telekomunikasi dan orbit satelit. Telekomunikasi baik yang memanfaatkan pantulan ionosfer maupun yang melalui ionosfer (*trans-ionosphere*) bisa mengalami gangguan oleh adanya peningkatan aktivitas matahari. Kala hidup satelit-satelit yang mengorbit bumi juga dipengaruhi oleh perubahan aktivitas matahari. Aktivitas matahari pun kini sedang giat diteliti dalam kaitannya dengan variabilitas dan perubahan iklim (Brasseur, G., Verstraete, M.M., 1988). Maka penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan pengetahuan tentang matahari sebagai sumber energi dan gangguan bagi bumi kini sangat diperlukan.

Layanan informasi aktivitas matahari yang akan diberikan bisa dalam bentuk data parameter aktivitas matahari untuk skala waktu tertentu (tahunan, bulanan, atau harian) atau hasil analisis kemungkinan dampaknya terhadap cuaca antariksa, orbit satelit,

dan lingkungan bumi. Pada tahun 2004 pencapaian tersebut terus ditingkatkan untuk memberikan layanan informasi yang lebih nyata dan lebih akurat.

Orbit satelit (kasus jatuhnya satelit *BeppoSax*) yang telah tak terkendali sangat dipengaruhi oleh tingkat aktivitas matahari. Informasi ini sangat diperlukan bagi ilmuwan guna memprakirakan orbit dan waktu *re-entry* (memasuki atmosfer bumi). Demikian pula bagi pengguna komunikasi radio HF dalam rangka prediksi frekuensi komunikasi radio HF. Oleh karenanya para operator satelit, P.T. Telekomunikasi, kalangan ilmuwan di LAPAN sendiri, dan Mabes POLRI dan TNI khususnya divisi Komunikasi dan Elektronika sangat memerlukan informasi tingkat aktivitas matahari tersebut (Laporan Sosialisasi Manajemen Frekuensi dan Teknis Komunikasi Radio, 2004, 2005,2006).

Peralatan pengamatan matahari yang telah ada berupa teleskop optik yang dioperasikan di Stasiun Pengamat Dirgantara Tanjungsari dan Watukosek dan *radiospektrograf* matahari yang dioperasikan di Stasiun Pengamat Dirgantara Tanjungsari. Kedua jenis peralatan yang telah dioperasikan sejak tahun 1986 yang relatif sederhana belum dilengkapi dengan sistem olah data yang memadai.

Oleh karena itu sangat diperlukan peningkatan/penambahan peralatan baik peralatan pemantau maupun perangkat lunak dan perangkat keras pendukung pengolahan data.

3.2 Gangguan Orbit Satelit dan Antisipasi Bahaya Sampah Antariksa

Banyak faktor yang mengganggu orbit satelit. Untuk satelit orbit tinggi di GSO, gangguan terutama berasal dari efek gravitasi bumi, bulan, dan matahari. Sedangkan untuk satelit orbit rendah,

gangguan terutama berasal dari hambatan udara yang bergantung pada aktivitas matahari. Selain itu, cuaca antariksa (yang bersumber dari aktivitas matahari dan aktivitas meteor) sangat berpengaruh langsung pada keberlangsungan misi satelit.

Sampah antariksa yang berasal dari satelit mati, bekas roket peluncur, dan serpihan pecahan satelit atau roket yang meledak atau bertabrakan kini semakin banyak. Stasiun antariksa Mir berbobot 130 ton yang jatuh pada Maret 2001 dan satelit *BeppoSax* berbobot 1,4 ton yang jatuh pada akhir April 2003 sempat menimbulkan kekhawatiran akan dampaknya bila jatuh di Indonesia (Salloti L., *BeppoSAX Mission Director ASI-Ground Segment*, 2002). Rata-rata setiap 2 – 3 hari sekali ada satelit atau sampah antariksa yang jatuh ke bumi. Untuk benda antariksa besar berbobot lebih dari 1 ton rata-rata sebulan 2 kali ada yang jatuh. Karena semua satelit pasti melewati ekuator, daerah sekitar ekuator termasuk Indonesia, berpotensi kejatuhan satelit atau sampah antariksa lainnya.

Penelitian gangguan orbit satelit sangat diperlukan untuk mengetahui posisi satelit pada suatu saat dan kala hidupnya. Terkait dengan itu, analisis sampah antariksa diperlukan untuk mengetahui tingkat keamanan satelit di orbit dan benda jatuh dari antariksa. Sistem informasi orbit satelit yang dikembangkan ditujukan untuk memberikan layanan informasi yang cepat tentang gangguan orbit satelit dan informasi benda jatuh dari antariksa dan potensi bahayanya bagi Indonesia.

Sebuah kasus yaitu peristiwa jatuhnya satelit *BeppoSax* yang terjadi tepat pada awal Mei 2003, dimana informasi tentang orbitnya sangat diperlukan oleh Badan Koordinasi Penanggulangan Bencana untuk diteruskan kepada masyarakat/daerah yang perlu diinformasikan.

3.3 Medan Magnet Bumi Regional

Aktivitas/gangguan medan magnet bumi (geomagnet) terjadi akibat interaksi antara angin matahari dan magnetosfer, serta melibatkan banyak proses dalam sistem matahari-bumi. Kejadian badai magnet bumi berhubungan dengan fenomena yang timbul di matahari terutama pada saat matahari aktif, yaitu berupa pelontaran masa corona (*Coronal Mass Ejection-CME*) yang menyebabkan gangguan terhadap angin matahari dan berakibat pada peningkatan aktivitas medan magnet bumi melalui kopling angin matahari-magnetosfer-ionosfer yang akan memicu terjadinya badai magnet bumi (<http://hesperia.gsfc.nasa.gov/sftheory/>).

Kegiatan pemodelan medan magnet bumi regional bertujuan untuk membuat prakiraan variasi harian medan magnet bumi regional di Indonesia guna mengetahui karakteristik medan magnet bumi di Indonesia. Serta mengetahui kemungkinan terjadinya gangguan pada variasi medan magnet bumi akibat faktor eksternal (dari luar bumi) maupun faktor internal (dari dalam bumi) yang sangat diperlukan sebagai bahan layanan informasi untuk peringatan dini gangguan aktivitas medan magnet bumi yang juga merupakan salah satu parameter cuaca antariksa serta untuk layanan informasi pra-gempa bumi.

Untuk mendukung kegiatan tersebut diperlukan peralatan pengamatan medan magnet bumi berupa *fluxgate* magnetometer yang dioperasikan dapat mencakup seluruh wilayah Indonesia. Peralatan yang telah ada dioperasikan Stasiun Pengamat Dirgantara Tanjungsari, Pontianak dan Biak yang belum mencakup untuk keperluan kegiatan tersebut. Oleh karena itu masih diperlukan beberapa peralatan yang akan dioperasikan di Stasiun Pengamat Dirgantara Manado, Kupang, Medan dan Pameungpeuk dan daerah-daerah lain khususnya daerah rawan gempa.

3.4 Perilaku Lapisan Ionosfer

Ionosfer adalah bagian dari atmosfer Bumi yang berperan terhadap propagasi gelombang HF (*High Frequency*) hingga UHF (*Ultra High Frequency*). Ionosfer adalah medium dispersif yang kedinamisannya dapat mengakibatkan efek pemantulan, absorpsi, pergeseran frekuensi, hamburan dan fluktuasi fasa maupun amplitudo bagi gelombang yang melaluinya. Hal ini merupakan gangguan pada komunikasi baik antar tempat di bumi maupun *uplink* dan *downlink* komunikasi satelit.

Perkembangan teknologi sistem satelit GPS dapat memberikan kontribusi sebagai sarana penelitian ionosfer secara *top sounding*. Konstelasi GPS terdiri dari 24 satelit navigasi yang mengelilingi bumi setiap 12 jam dan secara kontinu memancarkan sinyal radio dan membawa sinyal informasi navigasi serta informasi lainnya yang berguna untuk penelitian gangguan propagasi trans-ionosfer.

Kondisi fisis ionosfer dapat diketahui dengan adanya waktu tunda penerimaan signal pancar satelit GPS yang diimplementasikan dengan besaran *Total Electron Content* (TEC). Variabilitas TEC berpengaruh pada penerima GPS di bumi khususnya untuk akurasi penentuan posisi. Selain itu sistem GPS dapat digunakan untuk mengidentifikasi terjadinya sintilasi yang digambarkan adanya perubahan propagasi (fasa dan amplitudo) sinyal pada saat melewati ionosfer.

Kedua peristiwa fisis (TEC dan Sintilasi) tersebut mengindikasikan adanya kaitan langsung antara sinyal yang diterima dengan gangguan ionosfer sebagai akibat dari *irregularitas* di ionosfer. *Irregularitas* ini menjadi penyebab degradasi sinyal dan mengakibatkan terjadinya penurunan intensitas sinyal komunikasi satelit *uplink/downlink* dan berdampak gangguan navigasi dan geodesi.

Dari hasil kajian beberapa jaringan data sistem GPS di wilayah Indonesia yang membujur dari Timur ke Barat mengindikasikan pola kerapatan elektron ionosfer yang sangat dinamis. Untuk lebih meningkatkan akurasi informasi pola TEC dan Sintilasi di atas atmosfer Indonesia masih diperlukan fasilitas pengumpulan data di wilayah Indonesia disekitar ekuator geografis. Diupayakan melengkapi peralatan pemantau tersebut secara bertahap sedemikian sehingga terpenuhi jaringan pengamatan untuk kelengkapan pengumpulan data secara simultan. Peralatan lain yang sangat penting adalah perangkat pengolah data (perangkat lunak & perangkat keras) yang berkemampuan tinggi baik data TEC maupun data Sintilasi.

Peralatan yang diperlukan adalah GPS *receiver* dan *Ionospheric Scintillation Monitor* yang saat ini masih sangat terbatas (yaitu di Bandung, Kototabang, Parepare, dan Pontianak). Agar dapat mencakup wilayah Indonesia maka masih diperlukan penambahan peralatan pemantau tersebut untuk dioperasikan di beberapa Stasiun Pengamat Dirgantara LAPAN.

Dibalik gencarnya pembangunan telekomunikasi ternyata masih banyak daerah-daerah di Indonesia khususnya di luar P. Jawa yang masih harus menggunakan komunikasi radio HF. Atau dalam kondisi darurat memang harus menggunakan komunikasi alternatif ini. Dalam komunikasi radio HF dengan ionosfer sebagai media pemantul, maka dalam penggunaan frekuensi komunikasi diperlukan prediksi frekuensi. Dalam membuat prediksi ini diperlukan masukan data parameter ionosfer, parameter aktivitas matahari dan aktivitas geomagnet.

Dari catatan Pusat pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN sebagai *stakeholder* dan aktif menggunakan hasil prediksi frekuensi komunikasi adalah MABES POLRI dan Polda seluruh Indonesia, Kohanudnas II Medan, HubDam Nanggroe Aceh Darussalam, Pangkalan AL. Bitung, Pemda Tk-II (Natuna,

Batanghari, Deli Serdang, Tolitoli, Dompu, Agam). Institusi yang sering terkait adalah Dirjen Bina Frekuensi Postel, TNI (AD, AL, AU) dan Departemen Perhubungan.

Peralatan Ionosonda variabel (*oblique* dan *vertical*) yang telah ada dioperasikan Stasiun Pengamat Dirgantara Tanjungsari, Pameungpeuk, Biak, Pontianak dan Manado. Karena telah beroperasi sejak tahun 1982 maka beberapa peralatan telah mengalami kerusakan dan perlu diperbaharui. Untuk seluruh wilayah Indonesia masih diperlukan ionosonda yang harus dioperasikan di daerah Medan agar dapat mencakup wilayah Barat-Utara.

Sasaran akhir dari kegiatan penelitian ini adalah diperolehnya model dan prediksi perilaku ionosfer dan gangguannya pada telekomunikasi radio HF, komunikasi satelit, navigasi dan penentuan posisi berbasis satelit.

3.5 Perilaku Atmosfer Atas Regional Indonesia

Program terakhir yang dilakukan oleh Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa adalah Pengembangan Pemodelan Atmosfer Atas Regional Indonesia. Penelitian ini menarik karena letak geografis Indonesia yang unik, berada di ekuator dan di antara dua samudera (Pasifik dan Atlantik) dan merupakan salah satu penggerak gangguan atmosfer atas.

Perubahan global lingkungan atmosfer bumi dipengaruhi oleh kondisi atmosfer daerah ekuator. Kondisi atmosfer ekuator dipengaruhi oleh cuaca antariksa yang bersumber dari aktivitas matahari dan perubahan kimia dan fisika atmosfer yang bersumber dari aktivitas manusia terutama dalam bidang pertanian dan industri. Atmosfer tengah dan atas daerah ekuator dapat dijadikan sebagai media pemantauan perubahan-perubahan atmosfer tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana variabilitas di atmosfer atas daerah ekuator dapat dikaitkan dengan variabilitas yang teramati di troposfer bawah seperti osilasi skala *planeter* (harian), QBO dan ENSO serta mengkaji penggunaan data ionosfer untuk penelitian kopling ionosfer-troposfer (Friis-Christiensen, E.Lassen, K., 1992).

Adapun sasaran kegiatan penelitian dinamika atmosfer tengah dan atas di daerah ekuator adalah diketahuinya kemungkinan kaitan antara atmosfer tengah dan atas dengan fenomena di troposfer sebagai masukan bagi program penelitian perubahan iklim global (Hunt, B.G., 1988).

4. Penutup

Pemanfaatan pengetahuan matahari, lingkungan antariksa dan dinamika atmosfer tengah/atas untukantisipasi dan minimasi kemungkinan dampak-dampak negatif yang bisa terjadi di bumi dan lingkungannya merupakan kegiatan Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa. Kegiatan tersebut diwujudkan dalam pelaksanaan program-program tentang dampak aktivitas matahari pada lingkungan Bumi, penelitian dan informasi gangguan orbit satelit dan antisipasi bahaya sampah antariksa, dan penelitian tentang perilaku medan magnet Bumi, penelitian pemanfaatan sains ionosfer dan atmosfer atas regional Indonesia.

Kegiatan yang terkait dengan komunikasi radio disamping pengembangan pemodelan perilaku ionosfer dan propagasi gelombang radio, implementasinya telah dilaksanakan sosialisasi tentang pengetahuan ionosfer sebagai media pemantul gelombang radio HF sebagai sarana komunikasi untuk keperluan pengamanan negara kesatuan Republik Indonesia dan kepentingan lainnya. Serta penyediaan informasi gangguan

ionosfer sebagai dalam hal komunikasi radio, penentuan posisi, navigasi dan komunikasi trans ionosfer.

Daftar Rujukan

- Brasseur, G.; Verstraete, M.M., 1988. *Solar Terrestrial Energy Program: Proceeding of SCOSTEP Symposium*
- Friis-Chritiensen, E., Lassen, K., 1992. *COSPAR COLLOQUIA SERIES* Vol. 5, STEP, eds. Baker D.N., et al, hal. 529-536
- Hunt, B.G., 1988. *Solar Terrestrial Energy Program, Proceeding of SCOSTEP Symposium*
- Laboratory for Astronomy and Solar Physics Solar Flare Theory, 2007. *Coronal Mass Ejection*, NASA's Goddard Space Flight Center, <http://hesperia.gsfc.nasa.gov/sftheory/>, download, February 2007
- Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, 2004. *Laporan Sosiasilasi Manajemen Frekuensi dan Teknis Komunikasi Radio*, LAPAN, Bandung
- Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, 2005. *Laporan Sosiasilasi Manajemen Frekuensi dan Teknis Komunikasi Radio*, LAPAN, Bandung
- Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, 2006. *Laporan Sosiasilasi Manajemen Frekuensi dan Teknis Komunikasi Radio*, LAPAN, Bandung
- Sakurai, K., 1974. *Physics of Solar Cosmic Rays*, University of Tokyo Press, 67
- Salloti L., BeppoSAX Mission Director ASI-Ground Segment, 2002. *Report on the Reentry of the ASI Satellite BeppoSAX*