

MEMBANGUN SISTEM INFORMASI DAMPAK ANOMALI IONOSFER UNTUK DETEKSI GANGGUAN NAVIGASI DAN KOMUNIKASI SATELIT

Effendy, Fitri Nuraeni.
fendy@idola.net.id

*Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa
LAPAN BANDUNG*

Abstrak.

Kebutuhan sebuah informasi pada saat ini menjadi lebih penting pada era sistem teknologi modern, antisipasi dan mitigasi dampak dari fenomena alam sangat diperlukan bagi kelangsungan hidup manusia.

Menjelang peningkatan aktivitas matahari sumber informasi tentang gangguan di bumi berperan sangat penting pada kemajuan teknologi satelit saat ini.

Salah satunya adalah informasi dampak anomali Ionosfer akibat ketidakaturan Ionosfer pada wilayah regional Indonesia secara *near real time* maupun *real time* yang dapat diakses melalui Website, SMS center maupun media lainnya.

Perkembangan teknologi satelit GPS tidak hanya terbatas untuk keperluan sistem navigasi dan geodesi saja, tetapi juga dapat memberikan sejumlah informasi mengenai kondisi dan tingkat gangguan yang diperlukan bagi pengguna GPS. Diberbagai tempat di bumi terdapat jaringan terintegrasi yang dapat digunakan sebagai sarana penelitian dinamika ionosfer secara simultan dan global, cakupan yang luas serta sampling rate orde detik, dan analisis pengukuran tersebut yang diperluas, dapat mendeteksi iregularitas Ionosfer berupa parameter waktu tunda, perubahan fasa dan amplitude maupun C/No yang diterima di bumi.

Pada penelitian ini telah dilakukan analisis data indeks Sintilasi dan variasi fluktuasi TEC secara simultan dari data GPS Ionospheric Scintillation TEC Monitor (GISTM), baik pada kondisi matahari relatif tenang maupun pada level aktif. Tujuannya adalah untuk memahami degradasi dan penurunan decibel sinyal, dimana Indonesia termasuk wilayah "*crest region*" (-19° S equator magnit), kondisi demikian akan berpengaruh pada *performance satellite transionospheric propagation*".

Dari kajian parameter diatas diharapkan dapat memberikan sebuah informasi tentang adanya degradasi serta anomali yang berguna untuk antisipasi dan mitigasi fenomena cuaca antariksa yang dapat mengganggu navigasi dan komunikasi yang sangat diperlukan pada sistem teknologi modern bagi kehidupan manusia.

1. PENDAHULUAN.

Menjelang aktivitas matahari menuju puncak pada siklus ke 24 tahun 2012, perlu diantisipasi untuk mengurangi dampak pada kehidupan manusia. dari fenomena cuaca antariksa.

Wilayah Indonesia yang terletak disekitar ekuator geografik dan daerah "*Crest region*" ekutor anomali akan mengalami dampak yang sama wilayah kutub dengan terjadinya aliran "*ring current*".

Matahari merupakan sumber energi dan sumber gangguan memancarkan radiasi partikel energetik, sinar ultra violet dan flare ke bumi, transfer energi tersebut memodifikasi profil kerapatan ionosfer sehingga mengganggu kestabilan di ionosfer secara global, dimana ionosfer berperan penting terhadap komunikasi terestrial maupun groundbase, ketika peningkatan aktivitas berlangsung propagasi melalui ionosfer baik uplink maupun downlink dari sinyal satelit akan terganggu. tingkat keberhasilan komunikasi radio mengalami penurunan, demikian pula dengan akurasi navigasi berbasis satelit menjadi rendah.

Salah satu kontributor bagi penelitian efek cuaca antariksa ini adalah TEC dan Sintilasi ionosfer, perubahan kerapatan ionosfer dapat mengakibatkan perubahan amplitudo dan fasa menyebabkan "lost of lock" sinyal propagasi gelombang radio melalui media ionosfer.

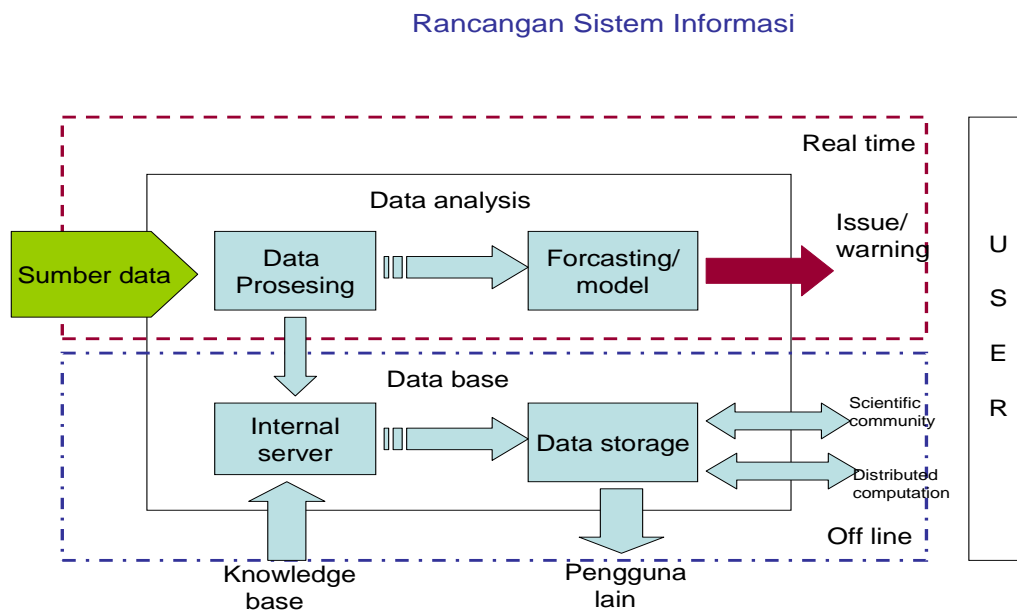
Dalam rangka mengetahui respon dari ionosfer menjelang peningkatan aktivitas matahari menuju puncak dilakukan telaah kondisi regional ionosfer Indonesia saat perioda tenang hingga meningkat ke level lebih aktif.

Perlu dibangun sebuah sumber informasi untuk mempelajari dampak yang telah terjadi pada siklus siklus sebelumnya untukantisipasi kedepan agar supaya social risk dapat dikurangi.

Dalam penelitian ini akan dibangun suatu sistem informasi yang dapat memberikan layanan kepada masyarakat umum maupun ilmiah, tentang anomali ionosfer yang terkait dengan penelitian TEC (Total Electron Content) dan sintilasi sehingga dapat memberikan *warning* maupun koreksi bagi pengukuran GPS dan mengantisipasi adanya gangguan pada komunikasi satelit. Informasi disampaikan melalui website, sms center ataupun media lainnya.

2. SISTEM INFORMASI

Secara umum salah satu definisi Sistem Informasi adalah proses yang menjalankan fungsi mengumpulkan, memproses, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi untuk kepentingan tertentu baik secara real time maupun off line yang dapat diakses oleh pengguna baik melalui website maupun SMS center ataupun media cetak dan elektronik, prototip dari blok diagram digambarkan sebagai berikut:

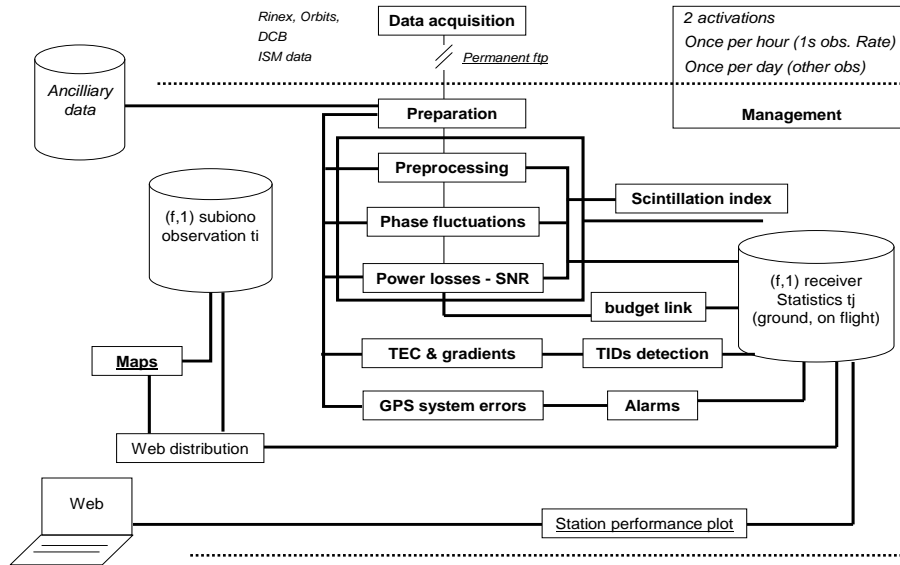


Gambar 1.a) Blok diagram system informasi

Pada blok data prosesing didalamnya terdiri dari sejumlah perhitungan yang digambarkan dalam system informasi anomali TEC dan sintilasi sumber data berasal dari stasiun berupa raw data, setelah melalui konversi menjadi bentuk Ascii data diolah sesuai dengan kebutuhan, data setengah jadi disimpan pada interal server untuk dimodifikasi dan validasi, kompilasi model digunakan untuk prediksi yang memberikan informasi secara real time pada user dengan eror yang telah diketahui. sedangkan proses lainnya secara off line untuk verifikasi dan pemanfaatan untuk penelitian lainnya biasanya disampaikan untuk komunitas saintifik maupun keperluan lainnya.

Blok diagram berikut merupakan alur diagram untuk memperoleh besaran parameter yang dibutuhkan oleh pengguna terdiri beberapa parameter yang terkait dengan kebutuhan dan aplikasi penelitian seperti di gambarkan sebagai berikut;

Sistem Informasi Anomali TEC dan Sintilasi



Gambar 1.b) Blok diagram system informasi anomaly TEC dan Sintilasi

Hasil untuk system informasi anomaly TEC dan sintilasi terdiri dari beberapa gabungan penelitian simultan dan data asimilasi berupa indeks sintilasi, visibilitas satelit, periode waktu sintilasi dan data aktivitas matahari dan indeks medan magnet bumi

3. METODA PENELITIAN

- * Perancangan dan pembangunan sistem informasi meliputi :
 - Menentukan user requirements
 - Menentukan sistem requirements
 - Merancang database dan sistem informasi
 - Membangun perangkat lunak untuk sistem informasi dan pengetesan.
- * Deteksi otomatis anomaly TEC dan Sintilasi
 - Menyusun algoritma untuk melakukan deteksi otomatis anomaly TEC dan sintilasi dan menyusun program komputer untuk melakukan deteksi otomatis anomaly TEC dan sintilasi.
 - Melakukan test dan debugging pemrograman komputer.
 - Membuat *event log* dengan format ASCII hasil deteksi otomatis anomaly TEC dan sintilasi.
 - Melakukan update database berdasarkan *event log*.
 - Membuat statistik atau summary tentang anomaly TEC dan sintilasi.
- * Koreksi pengukuran GPS dan gangguan sinyal satelit komunikasi
 - Kuantisasi penurunan sinyal GPS akibat dinamika ionosfer.
 - Analisis dampak penurunan sinyal GPS terhadap akurasi pengukuran GPS.
 - Menyusun tabel penurunan sinyal GPS dan koreksi pengukuran GPS.

Pengukuran sintilasi diperoleh dari pemantauan indeks S_4 baik amplitudo dan fasa. Indeks tersebut diturunkan dari detrendensi intensitas sinyal yang diterima seperti berikut :

Amplitudo sintilasi

$$S_{4T} = \sqrt{\frac{\langle P^2 \rangle - \langle P \rangle^2}{\langle P \rangle^2}} \quad (1)$$

Indeks fasa sintilasi

$$\sigma_{\phi} = \sqrt{\langle \phi^2 \rangle} \quad (2)$$

dimana $\langle \rangle$ menyatakan harga rata rata pada interval 60 detik sedangkan untuk pengukuran data fasa diperoleh dengan standar deviasi σ_{ϕ} , Sedangkan hubungan antara indek S4 dari frekuensi GPS L1 (1575.42 Hz) dan L2 (1227.60 MHz) dinyatakan dengan formulasi berikut:

$$S_4(L2) = S_4(L1) \left(\frac{f_{L1}}{f_{L2}} \right)^{1.5} = 1.454 \cdot S_4(L1) \quad (3)$$

dan

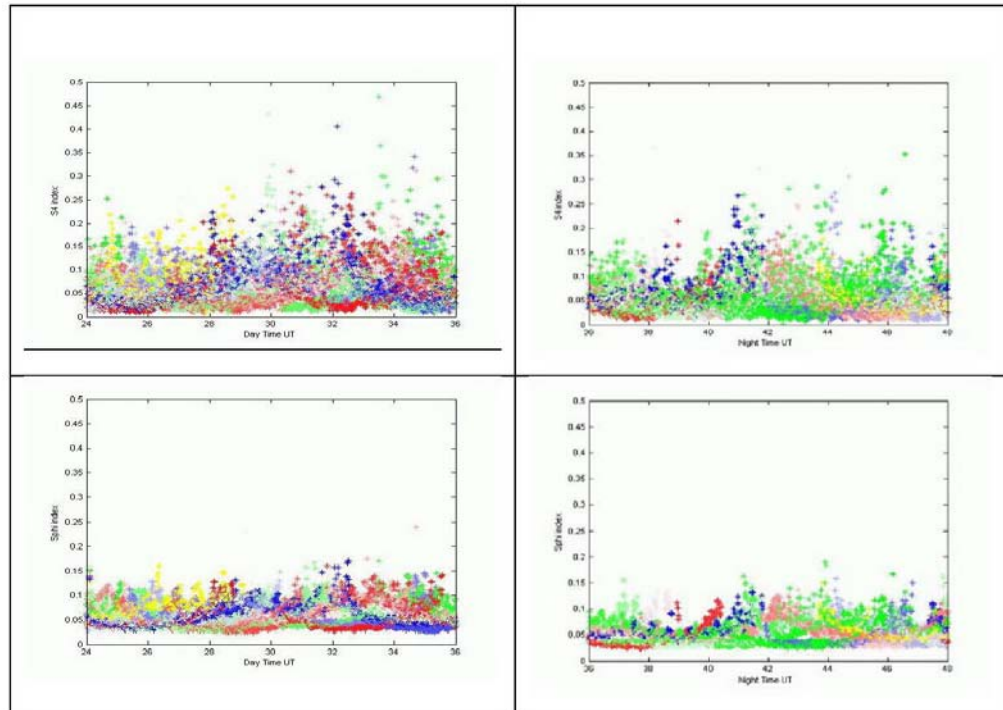
$$\sigma_{\phi}(L2) = \sigma_{\phi}(L1) \frac{f_{L1}}{f_{L2}} = 1.283 \cdot \sigma_{\phi}(L1) \quad (4)$$

Dari formulasi tersebut sintilasi yang terjadi pada frekuensi GPS L2 dapat dihitung secara umum untuk seluruh spektrum frekuensi L band.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.

Secara terpadu telah dilakukan kajian tentang pemahaman fisis dari fenomena anomali ekuator untuk paramater ionosfer seperti TEC dan indek amplitudo maupun perubahan fasa serta efek terhadap penerima GPS dari sinyal propagasi trans-ionosfer satelit , review dari beberapa journal maupun referensi..

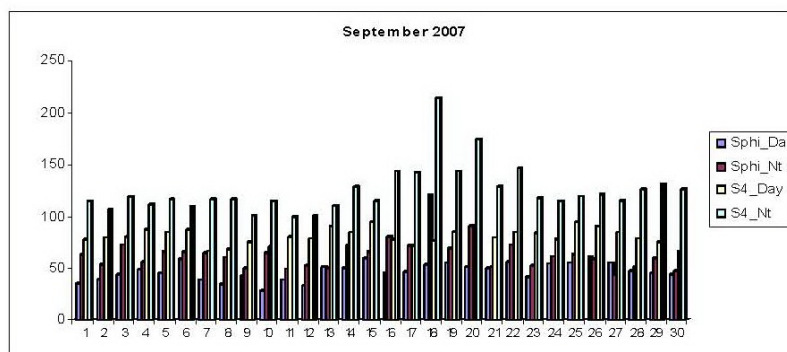
Output dari penelitian ini berupa penyebaran informasi tentang penelitian TEC dan Sintilasi Ionosfer di wilayah Indonesia, rancangan informasi yang ditunjukkan level indeks Sintilasi berupa indek amplitudo maupun indek perubahan fasa serta perubahan TEC secara global mapun output setiap satelit. Berikut ini ditunjukkan pengamatan harian indeks sintilasi baik amplitudo dan fasa dikelompokan pada pengamatan siang dan malam hari gambar sebelah kiri pengamatan siang hari dan sebelah kanan malam hari warna menunjukkan untuk semua satelit visibel , gambar atas distribusi S_4 dan gambar bawah distribusi S_{ϕ} .



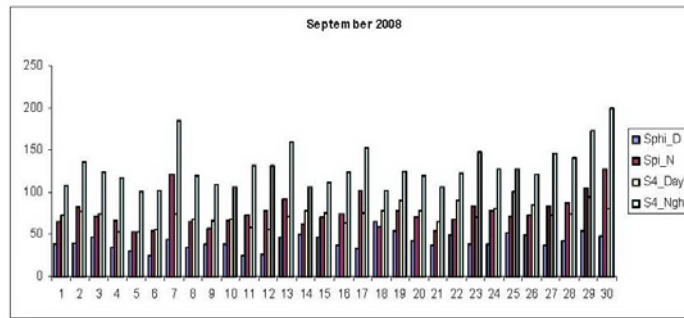
Gambar 3.a). Plotting pengamatan S_4 dan S_{phi} siang dan malam untuk satelit visibel.

Hasil plotting data pengamatan S_4 dan S_{phi} peristiwa pada siang dan malam hari, pengolahan dilakukan dengan pembatasan indeks $S_4 > 0.2$ dan indeks $S_{phi} > 0.1$, sebagai study kasus diambil bulan pengamatan yang sama yaitu September, ketika matahari berada di ekuator periode pengamatan th, 2007 dan 2008 diamati di Bandung sumbu x waktu sedangkan sumbu y menunjukkan jumlah kejadian seperti diperlihatkan gambar berikut:

Dari kedua gambar terlihat perbedaan yang signifikan antara pengamatan dari tahun yang berbeda terjadi fluktuasi sintilasi pada bulan September 2007 lebih dominan dibandingkan dengan 2008, hasil tersebut perlu divalidasi dengan kondisi aktivitas matahari mengingat saat ini relatif tenang.

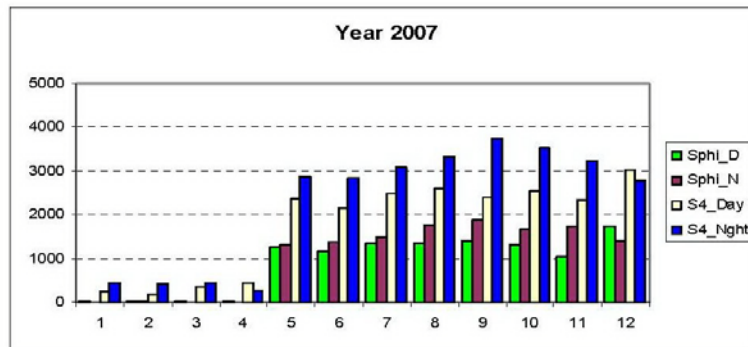


Gambar 3.b) Jumlah kejadian S_4 dan S_{phi} untuk siang dan malam Sept 2007.



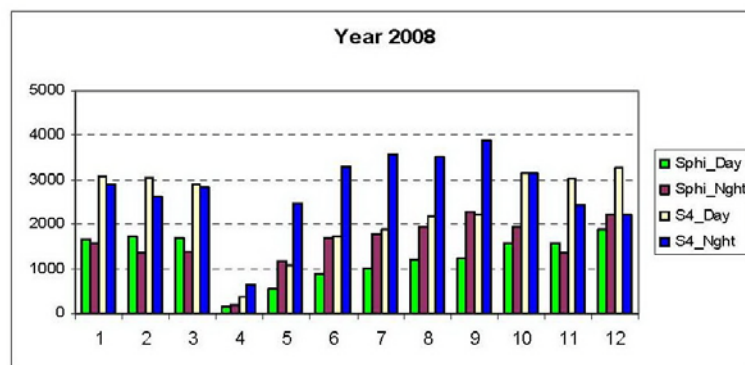
Gambar 3.c) Jumlah kejadian S_4 dan S_{ϕ} untuk siang dan malam Sept.2008.

Secara global pengamatan selama 2 tahun berturut turut untuk melihat pola setiap bulan hasil pengamatan ditunjukan dengan gambar 3d.), terlihat pada awal pengukuran fluktuasi jumlah kejadian sangat rendah antara Januari sampai dengan April 2007, kondisi ini disebabkan peralatan masih dalam taraf uji coba dan kalibrasi, sejak bulan Mei 2007 menunjukkan kondisi normal.



Gambar 3.d) Pengamatan S_4 dan S_{ϕ} tahun 2007.

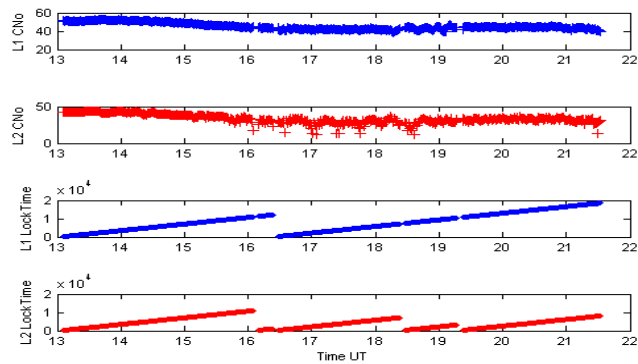
Sedangkan pada bulan April 2008 data tidak komplit akibat fluktuasi sering terjadinya pemadaman listrik.



Gambar 3.e) Pengamatan S_4 dan S_{ϕ} tahun 2008.

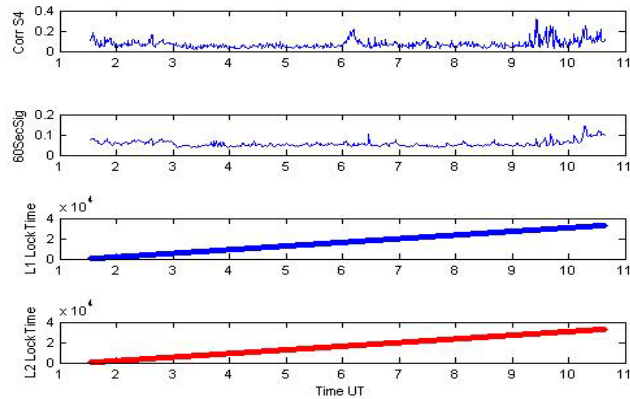
Hasil plotting output raw data menggunakan pemograman matlab, ketika sinyal GPS mendeteksi gangguan diionosfer, terekam pada C/No untuk L_1 maupun L_2 frekuensi sinyal GPS, terjadi fluktuasi dibawah batas margin C/No penerima, terdeteksi pula lock time yang terputus pada perioda pengamatan.

Berikut ini contoh salah satu satelit ketika peristiwa sintilasi (*perturbation*), terjadi peningkatan amplitudo maupun fasa yang ditandai dengan terputus sinyal lock time pada orde detik dan menit sinyal GPS frekuensi L_1 dan L_2



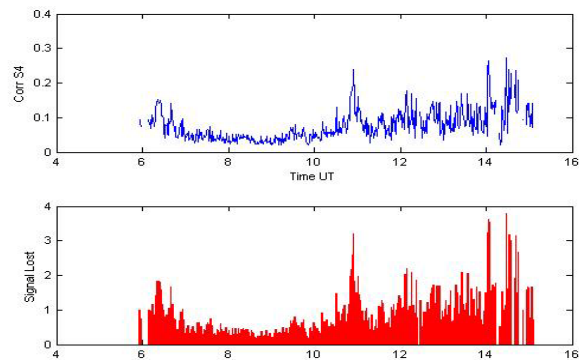
Gambar 3f.) Ploting data Lock time dan C/No L₁, L₂ (perturbation)

Ketika terjadi sintilasi pada C/No penerima satelit terjadi fluktuasi melebihi atau dibawah harga rata ratanya, pada waktu yang sama lock time kedua sinyal terputus sehingga performance penerima satelit tersebut rendah dan memerlukan recovery dalam orde detik dan menit untuk terkunci sempurna. Pada gambar berikut menunjukkan kondisi ideal lock time sinyal mengunci sempurna sinyal satelit. Keadaan ideal dari output data bila tidak terjadi pertubasi ionosfer digambarkan dengan garis lurus tanpa terputus plotting data ditunjukkan gambar berikut :



Gambar 3g.) Ploting S₄, S_{phi} dan L₁,L₂ lock time (unperturbation).

Untuk melengkapi hasil pengukuran telah dilakukan pula perhitungan untuk mengetahui hubungan antara indeks sintilasi dengan degradasi decibel sinyal seiring dengan terjadinya sintilasi seperti diperlihatkan gambar berikut .



Gambar 3h.) Ploting S₄, dan lost signal (dB)

Hasil analisis penelitian awal ini, merupakan input untuk layanan informasi parameter TEC dan sintilasi yang menggambarkan terjadinya anomali sejalan dengan peningkatan aktivitas matahari dan medan magnet berdampak pada semua satelit visible yang melintas di atas Bandung.

Diharapkan informasi ini dapat dimanfaatkan oleh potensial user seperti komunitas pengguna GPS dan para operator satelit serta masyarakat ilmiah untuk kontribusi penelitian global.

5. KESIMPULAN

Kebutuhan informasi near real time maupun realtime untuk mitigasi dan antisipasi fenomena cuaca antariksa sangat diperlukan, informasi tentang peningkatan aktivitas matahari maupun medan magnet bumi serta dampaknya pada teknologi sistem perlu dipahami untuk mengurangi *society risk* bagi kehidupan manusia di bumi.

Menjelang fenomena cuaca antariksa yang diperkirakan terjadi antara th.2011 – 2012, hasil kajian ini merupakan salah satu kontributor bagi penelitian Ionosfer untuk mengetahui respon fenomena alam ketika terjadi peningkatan aktivitas matahari yang berdampak pada teknologi sistem maupun gangguan komunikasi satelit.

Pada penelitian ini telah dilakukan analisis data indeks Sintilasi dan variasi fluktuasi TEC secara simultan dari data GPS Ionospheric Scintillation TEC Monitor (GISTM) di Bandung, baik pada kondisi matahari relatif tenang maupun menuju aktif.

Dari hasil kajian distribusi statistik jumlah kejadian menggambarkan keadaan dinamis kondisi ionosfer regional Indonesia, penyebaran informasi ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang pembuktian adanya anomaly yang berguna untuk antisipasi fenomena cuaca antariksa, yang dapat mengganggu navigasi dan komunikasi, dimana teknologi sistem ini sangat diperlukan bagi kehidupan manusia.

6. DAFTAR PUSTAKA

- A.W Wernick et.al Ionospheric irregularities scintillation and its effect on System, Actageophysica Polonica, Vol 52,2004.
- Andrew M.Smith,et.all,GPS Scintillation in the high arctic associated with an auroral arc, Space weather, Vol,2008.
- Beniguel,Global Ionospheric Scintillation Model Ver.5, IEAA,ITU,2004.
- Ionospheric Scintillation Monitor ,User Manual GISTM,Ver1.0,2006.
- J.A Klobuchar, Ionospheric effect on GPS,Hanson Air Force Base, Massachusetts,1990.
- P.M Kinter, BM. Ledvina et.all, GPS and Ionospheric scintillation, Space weather Vol.6.2007.
- Kelley.M.C, The Earth Ionosphere Plasma Physics and Electrodynamic, Vol.43,p113 –p112,1989.
- Kenneth Davies, Ionospheric Radio, IEE Eletromagnetic waves series 31,1990.
- R.A. Steenburgh, Ionospheric Scintillation effect on single frequency GPS, Space Scintillation Monitoring Receiver Development and Test result, Proc 52nd annual meeting of the Institute of Navigation, 1996.
- Skone, GPS receiver tracking performance under Ionospheric scintillation conditions,2000.
- Thomas R.M,M.A Cervera, A.Ghaffar Ramli, Effendy, J.Du and P.Totarong, Scintillation on GPS Link during 2000, presented at AIP 2000 Congress, Adelaide, December 2000.
- Van Dierdonck, Qhua,P.Fenton and J.Klobuchar, Commercial ionospheric,1998,Vol.5,2007.