



## ALGORITMA OTOMATISASI PEMROSESAN DAN TRANSFER DATA GPS-SCINDA REAL TIME

(Algorithms of Real Time Automation Processing and GPS-SCINDA Data Transfer)

Mario Batubara, Effendy Akhmad, Aries Kurniawan dan Gatot Wikantho

Pusat Sains Antariksa

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

e-mail: [mario.batubara@lapan.go.id](mailto:mario.batubara@lapan.go.id); [batubaramario@gmail.com](mailto:batubaramario@gmail.com)

### ABSTRAK

*Riwayat Artikel:*

Diterima: 19-11-2015

Direvisi: 16-10-2016

Disetujui: 19-10-2016

Diterbitkan: 24-10-2016

*Kata kunci:*

Sistem GPS SCINDA, otomatisasi, pemrosesan data GPS SCINDA dan transfer file.

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional khususnya Pusat Sains Antariksa telah melakukan pengamatan kerapatan elektron atau yang lebih sering dikenal TEC (*Total Electron Content*) dengan memanfaatkan sinyal satelit GPS L1 dan L2. Sistem penerima satelit GPS SCINDA untuk pengamatan tersebut telah terpasang dan menghasilkan beberapa data pengamatan sejak November 2013. Seiring dengan berjalannya waktu, pada tanggal 27 Oktober 2015 Pussainsa telah me-release secara resmi sebuah sistem informasi cuaca antariksa yang dinamai SWIFtS (*Space Weather Information Forecast and Services*) secara online real time. Selain memberikan informasi keadaan cuaca antariksa, profil data pengamatan lokal juga ditampilkan. Salah satunya adalah data pengamatan GPS-TEC dan sintilasi. Penyajian informasi data pengamatan diharuskan secara otomatis dan real time. Dengan menggunakan sebuah algoritma otomatisasi sistem yang tepat, sebuah proses dapat dilakukan dengan lebih efektif. Dalam tulisan ini, akan dibahas mengenai algoritma otomatisasi pemrosesan data GPS SCINDA yang berbentuk format scn sehingga menghasilkan profil TEC dan sintilasi. Secara detail disertakan pula beberapa hasil implementasi dan pengujian sistem. Proses otomatisasi pengiriman data hasil pengolahan ke server SWIFtS ditambahkan dalam bagian metode penelitian ini.

## ABSTRACT

National Institute of Aeronautics and Space especially in Science Center has been observed electron density profile of the Ionosphere, or more commonly known as TEC (Total Electron Content) by utilizing the GPS satellite signals L1 and L2. The one of system of GPS satellite receiver for those observations called GPS SCINDA had produced some observational data since November 2013. Along with the time and on October 27, 2015 Pussainsa had introduced a space weather information system called SWIFtS (Space Weather Forecast and Information Services) based online web system in real time. Beside providing the information about the condition of space weather, local observational data profiles are also displayed, one of them are the observation data of GPS-TEC. The presentation of observational data information should be carried out automatically and real time. By using an algorithm of system automation, a process can be carried out by more effective. This paper will discuss the automation of data processing algorithms using GPS SCINDA data in scn file format until resulting the VTEC (vertical TEC) and scintillation profiles in detail. As the results of this works, both results will be explained as the implementation and testing results of the automation system. Another results is the transferred automation of data processing to the SWIFtS server is also added the methodology section of this study.

### 1. Pendahuluan

Matahari sebagai poin sentral dalam sistem tata surya yang merupakan sumber energi dan sumber gangguan di sekitarnya (yaitu planet-planet yang mengelilinginya – termasuk Bumi). Sumber gangguan yang ditimbulkan merupakan pancaran energi radiasi partikel berenergi, sinar UV dan flare secara radial ke sekelilingnya sehingga dapat mengakibatkan perubahan kestabilan atmosfer di Bumi (salah satunya lapisan Ionosfer). Salah satu bentuk ketidakstabilan atmosfer di Bumi adalah perubahan secara signifikan terhadap nilai kerapatan elektron pada lapisan ionosfer. Perubahan-perubahan parameter seperti ini dianggap penting dalam pengamatannya untuk keperluan komunikasi teresterial maupun ground base (missal: sistem penerima GPS) (Charles S. Carano et al., 2006). Data fisis parameter ionosfer regional Indonesia telah terseedia melalui jaringan pengamatan ground base Ionosonda maupun pengamatan *Total Electron Content* (TEC) dari satelit GNSS.

Pengembangan system penerima satelit GNSS khususnya untuk penelitian dan pengamatan

lapisan Ionosfer telah berkembang dengan pesat (Carano, 2012) mengenai propagasi sinyal satelit GNSS yang diterima dapat dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi di Ionosfer. Efek perubahan yang terjadi pada propagasi sinyal satelit dapat diproyeksikan ke dalam informasi parameter fisis Ionosfer. Salah satu system penerima sinyal satelit GPS untuk penelitian ionosfer adalah GPS SCINDA yang dicetus oleh peneliti Amerika (Carano et al., 2006; 2007). Beberapa pemanfaatan hasil dari pembangunan system GPS SCINDA banyak menghasilkan penemuan baru seperti (Herne et al., 2013) yang memanfaatkan software SCINDA untuk kalibrasi ionosfer; (Ackah et al., 2011) yang mengkarakterisasi TEC dan sintilasinya pada saat matahari minimum dengan menggunakan GPS-SCINDA; serta (Olowendo et al., 2010; 2012; 2013) yang mengkaji efek perubahan TEC pada jalur trajektori satelit yang melintas, studi korelasi antara sintilasi dan TEC di local area Kenya serta menggabungkan system GPS-SCINDA dengan system penerima VHF untuk menghasilkan profil sintilasi dan iregularitas drift di sekitar latitude rendah.

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) khususnya Pusat Sains Antariksa (Pussainsa) telah mengoperasikan sistem pengamatan TEC berbasis satelit yang dinamai GPS SCINDA sejak November 2013 – Mei 2015 di Bandung, Jawa Barat. Seiring dengan waktu, sistem GPS SCINDA dipindahkan ke lokasi Sumedang, Jawa Barat untuk mengatasi efek *multipath*. Sejak saat itu, pengoperasian sistem GPS SCINDA berlangsung secara kontinyu hingga saat ini. Data-data pengamatan TEC yang dihasilkan oleh sistem ini (raw data) telah diintegrasikan dalam sistem jaringan transfer data secara online sehingga tersimpan dalam sistem data base pengamatan secara terpusat yang dikenal dengan Repository Database Sains Antariksa (RDSA). Pengolahan data-data ini sebelumnya masih bersifat offline dimana setiap data pengamatan diolah satu per satu secara manual dengan menggunakan sebuah program pemrosesan data GPS SCINDA. Dengan diluncurkannya secara resmi sistem informasi cuaca antariksa SWIFtS (*Space Weather Information Forecast and Services*) maka informasi tentang TEC dan sintilasi menjadi sangat penting. Penyajian informasi data pengamatan diharuskan secara otomatis dan real time sehingga berguna untuk meningkatkan akurasi data akusisi untuk mendukung DSS (*Decision Supporting System*) berbasis informasi sains Antariksa. Dengan menggunakan sebuah algoritma otomatisasi sistem yang tepat, sebuah proses dapat dilakukan dengan lebih efektif. Dalam tulisan ini, akan dibahas mengenai algoritma otomatisasi pemrosesan data GPS SCINDA dan sintilasi secara detail disertakan dengan beberapa hasil implementasi dan pengujian sistem otomatisasi serta tampilan data pengamatan di website SWIFtS. Proses pengiriman data hasil pengamatan secara remote ditambahkan dalam bagian metode penelitian ini.

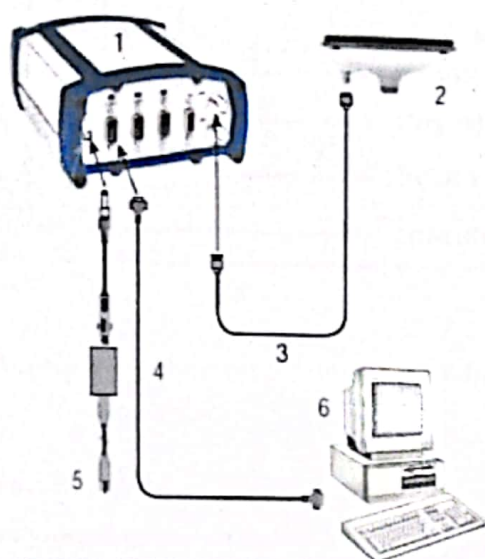
## 2. Landasan Teori

### 2.1. Sistem GPS SCINDA

SCINDA atau dikenal dengan The Scintillation Network and Decision Aid merupakan bentuk jaringan ground based receiver yang mengamati sintilasi yang disebabkan oleh iregularitas kerapatan elektron pada lapisan ionosfer ekuatorial dan bekerja pada band frekuensi UHF dan L-Band (Groves et al., 1997). Jaringan pengamatan

tersebut dideklarasikan oleh *the Air Force Research Laboratory (AFRL)* guna menyediakan profil regional sintilasi dan pengukuran TEC dengan menggunakan seperangkat software perhitungan nilai parameter iregularitas ionosfer dikenal dengan software GPS-SCINDA. Output data yang dihasilkan oleh perangkat software tersebut adalah indeks  $S_i$ , TEC, *rate of change of TEC (ROTI)*, dan beberapa parameter lainnya sebagai fungsi waktu dan lokasi sistem penerima yang terhimpun dalam satu file terkompresi secara real time. Detail dan program perhitungan nilai estimasi TEC dengan menggunakan GPS, proses perhitungan fasa, nilai estimasi bias *receiver*, koreksi kalibrasi TEC, validasi estimasi nilai bias beserta respon pengaruh efek *Ionospheric Disturbance* terhadap nilai estimasi bias telah dijelaskan oleh (Charles et al., 2006). Program yang dihasilkan masih dilakukan secara manual dan offline untuk mendapatkan profil TEC dan sintilasi dalam format image png.

Perangkat keras sistem penerima GPS-SCINDA terdiri dari sistem penerima sinyal GPS, antena dual frekuensi, kabel antena dan komunikasi serial serta PC pemroses data dan sinyal (Gambar 2-1).



Gambar 2-1. Sistem penerima GPS-SCINDA (Carano dan Grooves, 2007).

Keterangan :

1. Penerima sinyal GPS (NovAtel GSV 4004B GPS)
2. Antena dual frekuensi (NovAtel dual frequency)
3. Kabel antena (max 30 meter)
4. Kabel serial
5. Kabel power
6. PC dengan OS Linux Debian

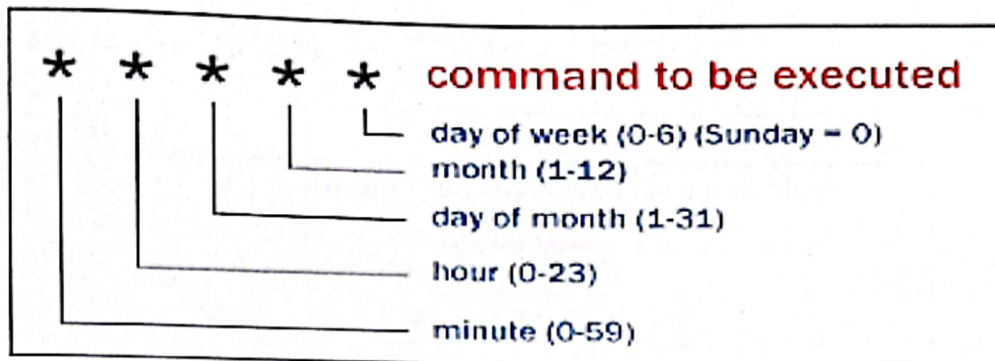
## 2.2. SFTP

Dalam komputasi, SFTP atau sering dikenal dengan *Secure File Transfer Protocol* merupakan protokol melalui sebuah jaringan yang menyediakan fasilitas pengaksesan file, transfer file dan manajemen file yang dijalankan melalui saluran yang aman *Secure Shell (SSH)*. Secara fungsional, SFTP hampir sama dengan FTP (*File Transfer Protocol*). Namun, SFTP menggunakan SSH untuk melaksanakan beberapa fungsi fasilitas di atas. Dalam implementasinya, user client butuh sebuah autentifikasi (*id ssh*) dari server dan proses transfer data harus dilakukan melalui SSH dengan perintah *command-line program* yang mungkin diimplementasikan dalam perancangan coding program aplikasi. Bahasa pemrograman python menyediakan fasilitas SFTP dalam modul *pysftp* (Hinrichs, 2015).

## 2.3. Penjadwalan Crontab

Crontab (CRON Table) merupakan sebuah file yang berisikan daftar jadwal cron yang akan dieksekusi pada waktu yang ditentukan. Cron merupakan fasilitas unix yang memungkinkan beberapa aplikasi/task berbentuk *cron job* untuk dieksekusi secara

otomatis berdasarkan waktu yang ditentukan. File crontab memiliki 5(lima) parameter waktu (Gambar-2) yang dapat dimodifikasi. File crontab tersebut dapat dieksekusi sesuai dengan interval waktu yang didefinisikan dalam file crontab. Program yang dieksekusi adalah program python dalam struktur penulisan standalone berbentuk executable file. Struktur penulisan python standalone dirujuk pada panduan (Rossum et al., 2012).



Gambar 2-2. Format perintah dalam file crontab (sumber: <http://www.linuxconfig.org>)

### 3. Data dan Metode

Data-data yang digunakan dalam kegiatan ini adalah data-data pengamatan TEC GPS SCINDA yang terpasang di Sumedang, Jawa Barat dalam bentuk format scn (Gambar-3) yang diproses setiap selang waktu 1 (satu)

menit dengan label format data seperti pada Tabel 3-1.a dan Tabel 3-1.b. Penamaan file yang tersimpan ditentukan berdasarkan waktu pengamatan berlangsung dalam format YYMMDD\_hhmmss. Data-data tersebut tersimpan dalam media penyimpanan file dalam file direktori PC peralatan.

```

T 15 10 09 07252
241.6 22.0 0.18 100 0.33 100 51.8 0.395 11.82 44.8 25 02
57.1 25.4 0.09 100 0.17 100 110.4 42.324 11.26 106.7 296 03
271.9 47.1 0.10 100 0.06 100 90.0 5.940 10.55 91.7 87 06
175.3 50.3 0.04 100 0.08 100 51.1 5.949 10.19 51.6 167 07
153.2 26.7 0.15 100 0.24 100 91.5 16.487 11.91 77.9 248 09
336.9 12.7 0.18 100 0.00 0 0.0 -0.000 0.00 39.8 1 17
3.3 33.6 0.16 100 0.16 100 78.2 -14.991 9.91 71.6 75 28
243.2 67.6 0.04 100 0.02 100 74.0 -1.210 10.56 76.0 92 30
T 15 10 09 07312
242.0 22.2 0.09 100 0.29 100 40.5 0.402 11.18 44.6 26 02
56.7 25.1 0.09 100 0.19 100 104.6 43.054 10.76 107.4 297 03
272.7 47.0 0.05 100 0.06 100 90.0 6.079 9.83 91.8 88 06
175.1 49.9 0.04 100 0.07 100 50.6 6.015 10.55 51.7 168 07
152.8 26.6 0.12 100 0.21 100 84.6 16.482 10.16 78.0 249 09
337.3 12.7 0.19 100 0.00 0 0.0 -0.000 0.00 39.8 1 17
3.5 34.0 0.14 100 0.18 100 80.7 -15.223 10.03 71.5 76 28
241.8 67.4 0.02 100 0.02 100 76.9 -1.205 10.48 76.0 93 30
...
...

```

Gambar 3-1. Format data scn.

**Tabel 3-1.a**  
Format data time-tag dalam file scn

Format time-tag	
T	Kode untuk pewaktuan yang tertulis di sebelah kiri
YY	Dua digit tahun
MM	Dua digit bulan (01-12)
DD	Dua digit <i>day of month</i> (01-31)
SSSSS	Lima digit detik sejak midnight (00000 - 86399)

**Tabel 3-1.b**  
Format data statistik ionosfer dalam file scn

Kolom	Data Statistik Ionosfer (dalam file scn)	Kolom	Data Statistik Ionosfer (dalam file scn)
1	Azimut (derajat)	7	Diferensial pseudo range dalam TEC unit
2	Elevation (derajat)	8	Differential carrier phase dalam TEC unit
3	Index sintilasi (S4) pada <i>carrier code</i> di L1	9	Standar deviasi rate of change TEC selama satu menit
4	Persentase sampel pada L1 (0-100%)	10	TEC dalam TEC unit
5	Index sintilasi (S4) pada P-code di L2	11	Lama menit sejak running average TEC dimulai
6	Persentase samper pada L2 (0-100%)	12	Nomor PRN

Untuk dapat mencapai tujuan kegiatan ini seperti yang disampaikan dalam pendahuluan tulisan ini, diperlukan metode penarikan dan pemrosesan file pengamatan secara remote dan otomatis. *Secure File Transfer Protocole* (SFTP) dan manajemen penjadwalan crontab dipilih sebagai metode penelitian ini.

#### 4. Algoritma Otomatisasi Transfer dan Pengolahan Data GPS SCINDA

Metode-metode yang dipilih kemudian dituangkan kedalam pengimplementasian perancangan program untuk dapat melakukan proses otomatisasi transfer dan pemrosesan data GPS SCINDA. Namun sebelumnya perlu perancangan algoritma perancangannya seperti berikut:

- 4.1. Proses transfer data diawali dengan inisialisasi konektifitas *remote PC* (PC GPS SCINDA) untuk pengaksesan file yang akan diproses.
- 4.2. Dilanjutkan dengan pendeteksian file terbaru berdasarkan informasi *last modified file* yang diperoleh.
- 4.3. Pengiriman file *scn (last modified file)* dari *remote PC* ke *host PC* secara berkala.
- 4.4. Eksekusi program pengolahan data GPS SCINDA yang dan sintilasi dalam bentuk file png.
- 4.5. Pengiriman file image ke server SWIFtS secara berkala

#### 5. Hasil Implementasi dan Pengujian

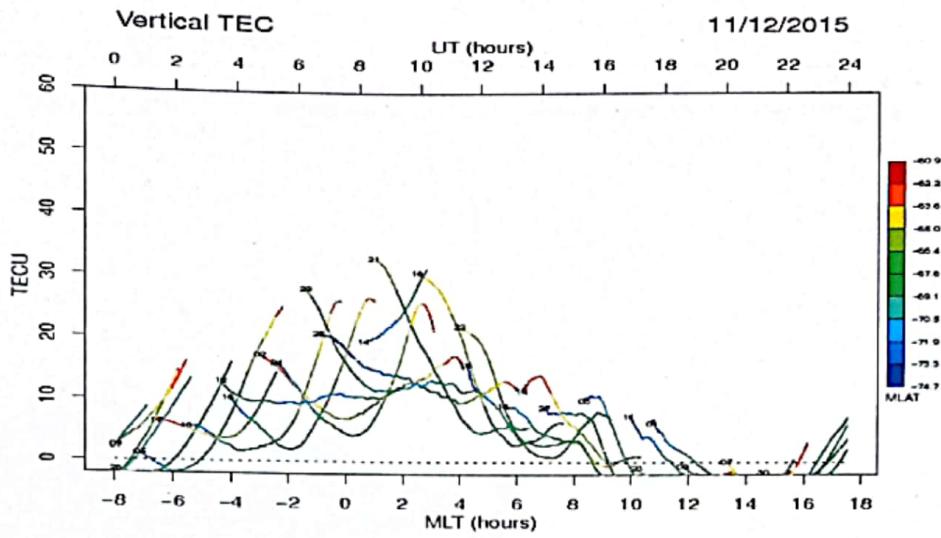
Implementasi algoritma dituangkan kedalam pembuatan listing program dalam bahasa python dengan struktur penulisan standalone. Listing program yang diperoleh kemudian dikonversi kedalam bentuk *executable file*. Konversi ini dilakukan dengan menggunakan fasilitas *chmod (change file mode bits)*. Otomatisasi eksekusi listing program yang sudah dibuat dilakukan dengan cara modifikasi file crontab (Rossum and Drake, 2012) dengan sintaks seperti berikut

```
* /5 * * * * /usr/bin/python
proc_RTEC_TJSBDG.py >>
/home/gpstec/log/trans_V3-`date
"+\%Y\%m\%d`.log 2>&1
```

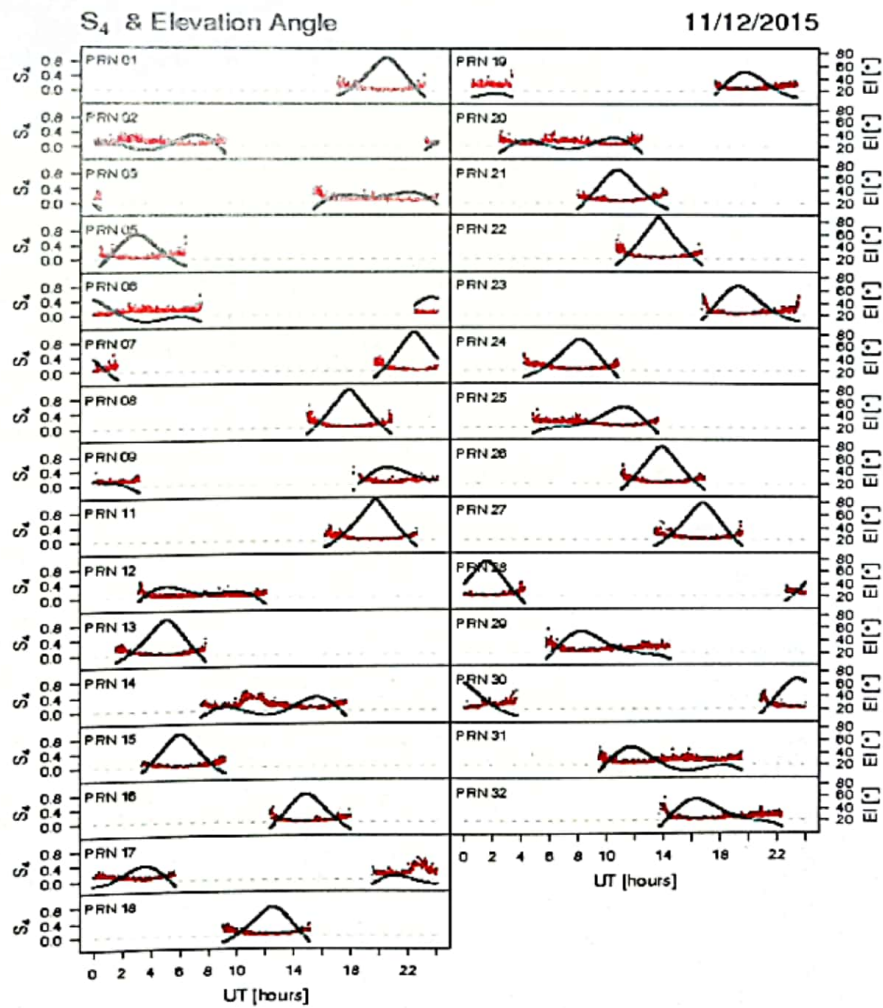
yang memiliki arti setiap 5 menit (\* /5) akan mengeksekusi file *proc\_RTEC\_TJSBDG.py* menghasilkan profil TEC dan sintilasi (Gambar 5-1.a dan 5-1.b) dan membuat file log proses *trans\_V3-`date "+\%Y\%m\%d`.log* tersimpan dalam direktori log.

Sementara proses pengiriman hasil pemrosesannya ke dalam web SWIFtS (Gambar 5-1.c dan Gambar 5-1.d.) dilakukan dengan menjalankan perintah berikut:

```
*/1 * * * * ~/bot/trans_RTEC_Swifts.py >>
~/bot/log/rtec_swifts-"`date
+\%Y\%m\%d`.log 2>1
```

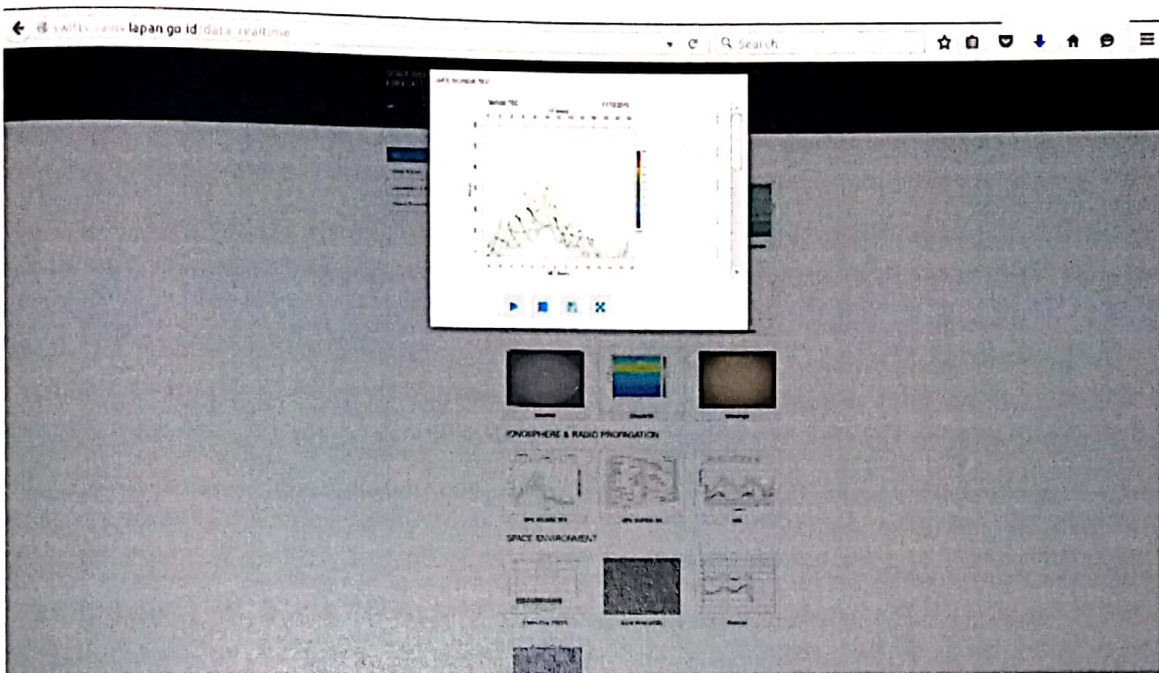


Gambar 5-1.a. Profil TEC hasil pengolahan GPS SCINDA

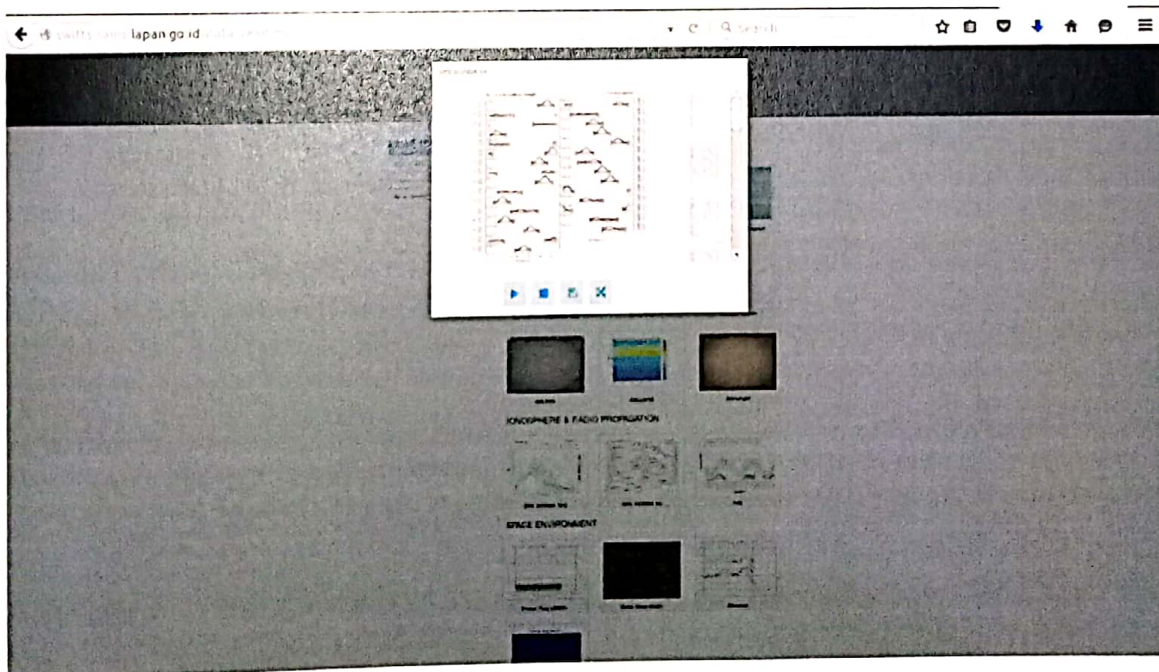




Gambar 5-1.b. Profil sintilasi hasil pengolahan GPS SCINDA



Gambar 5-1.c. Profil TEC hasil pengolahan GPS SCINDA di web SWIFtS



Gambar 5-1.d. Profil sintilasi hasil pengolahan GPS SCINDA di web SWIFtS

## 6. Pembahasan Hasil

Proses menghasilkan profil vertical TEC [Gambar 5-1.a] dan profil S4 serta trajektori satelit [Gambar 5-1.b] membutuhkan waktu pemrosesan data hingga 0.54 detik untuk data satu hari pengamatan [24 file scn]. Data scn hasil pengamatan trus diterima oleh PC pemroses data sampai sehingga semakin banyak data yang tersimpan. Hal ini mengakibatkan waktu pemrosesan data semakin lama hingga 20.4 detik [satu bulan data scn]. Permasalahan seperti dapat diatasi dengan membuat sebuah program rutin untuk menghapus file-file scn sehari sebelumnya.

Pemakaian waktu untuk proses transfer hasil pemrosesan data (profil VTEC dan profil S4) membutuhkan waktu 0.24 detik dikarenakan file-file yang ditransfer adalah last modified file, yaitu hanya dua file profile VTEC dan S4.

## 7. Kesimpulan

Telah dihasilkan sebuah program untuk memproses data GPS SCINDA secara otomatis beserta dengan proses pengiriman data baik data pengamatan maupun data hasil olahannya. Program dibuat dalam bahasa program python. Program telah berhasil mengerjakan pemrosesan data GPS SCINDA secara otomatis yang menghasilkan profil TEC dan sintilasi dalam bentuk image. Program telah berhasil secara otomatis mengirimkan file profil image TEC dan sintilasi ke server SWIFtS untuk ditampilkan dalam web SWIFtS secara online.

## Ucapan Terima kasih

Kelancaran dan keberhasilan capaian kegiatan ini tidak lain mendapat bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mewakili penulis pendukung mengucapkan terimakasih khususnya kepada Kepala Pusat Sains Antariksa yang mengupayakan sumber dana kegiatan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan teknisi di stasiun pengamatan yang telah berupaya dalam menjaga kondisi kinerja system sehingga terjaga kontinuitas data yang dihasilkan.

## Rujukan

Charles S. Carrano and Groves K., (2006). The GPS Segment of the AFRL-SCINDA Global Network and the Challenges of Real-Time TEC Estimation in the Equatorial

Ionosphere. *ION NTM 2006*(Monterey, CA).

Charles S. Carrano and Groves K. (2007). Ionospheric Monitoring with SCINDA. *IHY-AFRICA Space Weather Science and Education Workshop*. Ethiopia.

Charles Carrano. (2012). Ionospheric Propagation Effects on GNSS Satellite Signals. *Course on Propagation Effects, Channel Models and Related Error Sources on GNSS*. Spain.

*Crontab - Quick & Complete Reference Setting Up Crontabs in Unix and Linux*. (2015). (linuxconfig.org) Retrieved 2015, from <http://www.linuxconfig.org>

David Herne, John Kennewell, Mervyn Lynch dan Charles Carrano. (2013). Ionospheric Phenomena and Low-Frequency Radio Astronomy. *Proceedings from 13th Australian Space Science Conference*. Australia.

Groves, K., Basu, S., Weber, E., Smitham, M., Kuenzler, H., Valladares, C., Sheehan, R., MacKenzie, E., Secan, J.Ning, P., McNeil, W., Moonan, D., and Kendra, M. (1997). Equatorial Scintillation and Systems Support. *Radio Science*, 32, 2047.

Guido van Rossum and Fred L. Drake Jr. (2012). The Python Language Reference. In *Python Software Foundation*.

J.B. Ackah, O.K. Obrou, Z. Zaka, M. N. Mene, dan Groves K. (2011). Study of Equatorial Ionospheric Scintillation and TEC Characteristics at Solar Minimum using GPS-SCINDA Data. *Sun and Geosphere*, 6(1), 27-30.

Jeff Hinrichs. (2015). Pysftp Documentation release 0.2.9. Python.org.

O.J Olwendo, P. Baki, C. Mito dan Doherty P. (2010). Effects of TEC Disturbances on Satellite Tracking using GPS-SCINDA Receiver over the Kenyan Space. *Nigerian Journal of Space Research*, 7, 73-85.

O.J Olwendo, T. Baluku, P. Baki, P.J. Ciliers, C. Mito and Doherty. P. (2013). Low Latitude Ionosphere Scintillation and Zonal Irregularity Drift Observed with GPS-SCINDA System and Closely Spaced VHF Receivers in Kenya. *Advanced in Space Research*, 51(9), 1715-1726.

O.J. Olwendo, P. J. Ciliers, P. Baki, C. Mito. (2012). Using GPS-SCINDA Observations to Study the Correlation Between Scintillation, Total Electron Content Enhancement and Depletions Over the

Kenya Region. *Advance in Space Research*,  
49, 1363-1372.