

PERANCANGAN APLIKASI PERHITUNGAN NILAI *TOTAL ELECTRON CONTENT* (TEC) IONOSFER BERDASARKAN DATA *GLOBAL POSITIONING SYSTEM*(GPS) UNTUK MENGETAHUI PREKURSOR GEMPABUMI BERBASIS WEB

Didin Samsudin Adhuri ¹, Ayu Adi Justicea ²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Attahiriyah

Jl. Kampung Melayu Kecil III No 15, Jakarta Selatan 12840

Email: didin.samsudin59@gmail.com¹, ayujusticea2014@gmail.com²

Abstrak

Perkembangan teknologi semakin maju pesat, begitu pula dengan pekerjaan yang dimudahkan dengan aplikasi tentunya kinerja semakin baik. Pendalaman ilmu Teknik Informatika, diarahkan tentang penguasaan ilmu dan keterampilan rekayasa informatika yang berlandaskan pada kemampuan untuk memahami, menganalisis, menilai, menerapkan, serta menciptakan piranti lunak dalam pengolahan berbasis komputer. Penguasaan dan pendalaman ilmu teknologi Informasi (TI) melalui komputer, dapat membantu kinerja dalam kehidupan manusia, terutama para peneliti gempabumi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika yang sedang meneliti prekursor gempabumi. Dikarenakan belum adanya program yang dapat membantu untuk melakukan penelitian ini. Salah satu nya adalah mengamati perubahan nilai *Total Electron Content* (TEC) yang berasal dari data *Global Positioning System* (GPS) yang diolah oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Rancangan aplikasi ini menggunakan *interfacing Matlab Software* dengan bahasa pemrograman PHP, sehingga mempermudah pengerjaan pengolahan perhitungan nilai (TEC) yang berasal dari data RINEX GPS keluaran BIG yang dapat digunakan dalam penelitian prekursor gempabumi. Hasil ingin dicapai adalah untuk mempermudah pengolahan data penelitian TEC sebagai pelengkap data dalam penelitian prekursor gempabumi. Perancangan program ini dapat dikembangkan lagi agar penelitian terhadap mitigasi gempabumi semakin menyeluruh dan lebih mendetail, sehingga dapat mengurangi korban jiwa, harta, dan lain sebagainya, sebagai andil teknologi dalam penelitian gempabumi.

Kata kunci : Gempabumi, *Total Electron Content*, GPS, Web, Program, *Matlab Software*, PHP.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi semakin maju pesat, begitu pula dengan pekerjaan yang dimudahkan dengan aplikasi yang mudah dan membuat kinerja semakin baik. Penguasaan dan pendalaman ilmu teknologi Informasi (TI) melalui komputer, kiranya dapat membantu kinerja dalam kehidupan manusia, terutama para peneliti gempabumi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika yang sedang meneliti tentang prekursor gempabumi. Dikarenakan belum adanya program yang dapat membantu untuk melakukan penelitian ini. Salah satu nya adalah mengamati perubahan nilai *Total Electron Content* (TEC) yang berasal dari data *Global Positioning System* (GPS) yang diolah oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).

Masalah gempabumi di Indonesia yang terletak pada batas pertemuan empat lempeng besar dunia yang sangat aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia serta satu lempeng mikro yaitu lempeng mikro Philipina. Pertemuan antar lempeng ini merupakan daerah sumber gempabumi. Dampak kondisi tektonik yang sedemikian inilah yang menjadikan Indonesia sangat rawan terhadap bencana gempabumi.

Daerah di Indonesia yang sering mengalami gempa bumi diantaranya adalah Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, yang merupakan Wilayah yang diamati oleh Balai Besar Meteorologi dan Geofisika Wilayah II Ciputat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka yang menjadi masalah umum adalah Bagaimana cara merancang Aplikasi Berbasis Web Perhitungan Nilai Total Electron Content (TEC) Ionosfer berdasarkan Data Global Positioning System (GPS) untuk mengetahui prekursor gempabumi ?

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa bagian yaitu:

1. Studi Kepustakaan

Dalam proses perancangan sistem, penulis membaca buku-buku, artikel-artikel dan bahan-bahan lainnya yang berkaitan langsung dengan sistem baru yang dibuat.

2. Metode Analisa

Metode analisa digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai sistem yang sedang berjalan. Setelah menganalisa kelebihan dan kekurangan sistem tersebut, maka akan dirancang sebuah sistem baru yang lebih baik dari sistem sebelumnya..

3. Metode Perancangan

Metode perancangan aplikasi yang digunakan adalah berbasis web penggabungan antara perangkat lunak MATLAB dengan bahasa pemrograman PHP.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengertian Aplikasi

Menurut Buyens (2001), aplikasi adalah satu unit perangkat lunak yang dibuat untuk melayani kebutuhan akan beberapa aktivitas. Selanjutnya menurut Dhanta (2009:32), aplikasi (application) adalah software yang dibuat oleh suatu perusahaan komputer untuk mengerjakan tugas-tugas tertentu, misalnya Microsoft Word, Microsoft Excel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi merupakan *software* yang berfungsi untuk melakukan berbagai bentuk pekerjaan atau tugas-tugas tertentu seperti penerapan, penggunaan dan penambahan data.

3.2. Pengertian Data

Istilah data berasal dari bahasa latin “Datun” yang berarti fakta yang mengandung arti dan hubungan dengan kenyataan, symbol, angka, gambar, huruf, kata dan lain – lain.

Menurut Kadir (2003:29) “Data adalah deskripsi tentang benda, kejadian, aktivitas, dan instraksi, yang tidak mempunyai makna atau berpengaruh secara langsung kepada pemakai”.

Jadi, data adalah sekelompok simbol – simbol yang mewakili kualitas, tindakan benda, dan kejadian yang muncul.

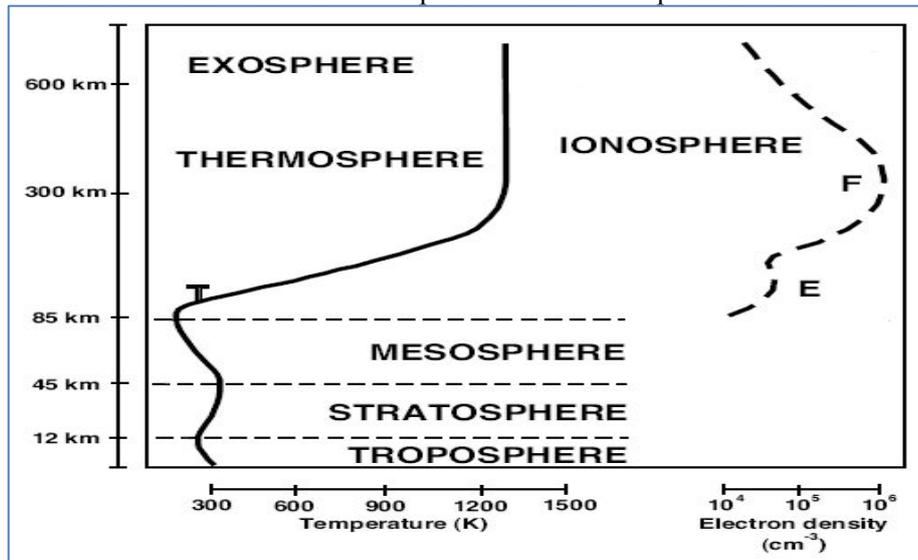
3.3. Pengertian Gempabumi

Gempabumi adalah suatu peristiwa pergerakan bumi akibat pelepasan energi yang terjadi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya suatu lapisan batuan pada kerak bumi. Pergerakan yang terjadi pada lempeng-lempeng tektonik menghasilkan akumulasi energi sehingga menyebabkan terjadinya gempabumi. Energi yang terakumulatif ini dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempabumi sehingga dampaknya dapat terasa sampai ke permukaan bumi.

3.4. Ionosfer

Ionosfer adalah bagian dari lapisan atas atmosfer dimana terdapat sejumlah elektron bebas yang mempengaruhi perambatan gelombang radio. Jumlah elektron dan ion bebas pada lapisan ionosfer ini

bergantung pada besarnya intensitas radiasi matahari serta densitas gas pada lapisan tersebut (Davies, 1990). Lapisan ionosfer kira-kira terletak 50 sampai 1000 Km diatas permukaan bumi.



Gambar 1. Lapisan Ionosfer di Atmosfer. (sumber: Wikipedia)

3.4.1. Kopling Netral Ionosfer

Adanya sinar matahari dan radiasi kosmik menyebabkan molekul-molekul gas yang bersifat netral di atmosfer mengalami ionisasi. Energi ionisasi ini berasal dari energi photon yang memecahkan ikatan elektron dengan atom induknya, sehingga menghasilkan sejumlah elektron bebas yang bermuatan (klobuchar, 1991). Proses ini banyak terjadi pada ionosfer.

Kecepatan perambatan gelombang pada titik-titik di ionosfer ditentukan oleh densitas electron di titik-titik tersebut. Makin besar densitas electron , makin tinggi kecepatan perambatannya.

Penurunan *Total Electron Content* (TEC) ionosfer beberapa menit sebelum tsunami besar dapat dijelaskan dengan model kopling ionosfer yang disebabkan penurunan gravitasi bumi lokal yang dapat memodifikasi medan listrik dinamo daerah E melalui modifikasi amplitudo gelombang pasut diurnal atmosfer, dapat mempercepat drift vertikal atmosfer netral dan menurunkan drift difusi ionosfer.

3.5. Total Electron Content (TEC)

Parameter ionosfer TEC adalah singkatan dari total electron content. TEC diukur dalam satuan TECU (TEC Unit) yaitu banyaknya elektron di ionosfer dalam volume 1 meter kubik dibagi dengan 10 peta elektron. Atau setiap 10 peta elektron itu sama dengan 1 TECU.

Satu peta sama dengan 1000 tera, satu tera itu sama dengan 1000 giga, dan satu giga sama dengan 1000 mega, dan satu mega sama dengan 1000 kilo. Atau satu peta itu sama dengan 10 pangkat 15 yang merupakan kebalikan dari 1 femto.

Adapun satu elektron kira-kira memiliki diameter 6 fm (femtometer) atau 6 meter dibagi dengan satu peta. Untuk membayangkan kerapatan elektron ini, misalkan pada siang hari TEC mencapai 100 TECU, maka dalam satu meter kubik ada 1000 peta elektron yang sama dengan 1 eko elektron. Untuk memudahkan dalam membayangkan kerapatan elektron di ionosfer kita bisa lihat jarak antara elektron dengan elektron lain dalam satu dimensi. Maka kalau dalam satu meter panjang terdapat 1 mega elektron. Jika satu elektron menempati garis sepanjang 6

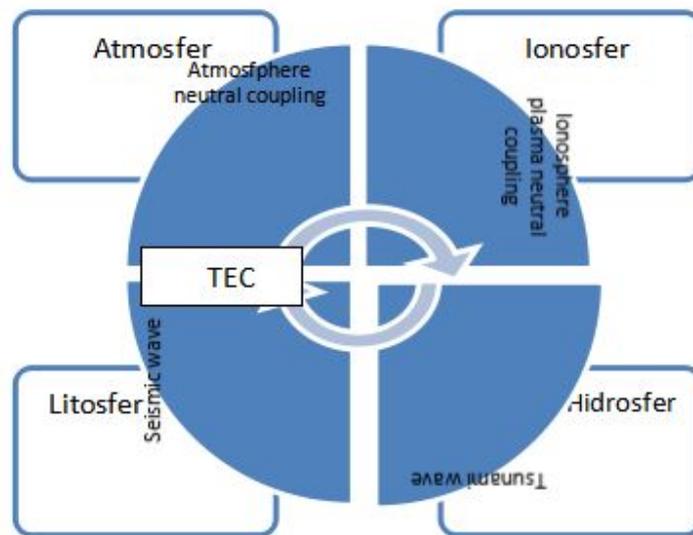
fm, maka jarak antara satu elektron dengan elektron lainnya adalah sekitar 170 nm. Dengan demikian ruangan kosong di ionosfer termasuk dalam ukuran nanometer, sehingga elektron-elektron ionosfer bebas bergerak tetapi masih dalam pengaruh ion-ion positif. Jika ada pengaruh luar yang menyebabkan gerakan elektron menjauhi ion-ion maka ada gaya yang melawannya sehingga elektron-elektron selalu bergerak untuk mempertahankan kesetimbangannya secara periodik dengan frekuensi yang tergantung kerapatan elektron yang dikenal dengan frekuensi plasma ionosfer.

Pengaruh luar tersebut bisa gelombang elektromagnet yang menjalar melalui ionosfer. Jika frekuensi gelombang tersebut sama dengan frekuensi plasma maka akan terjadi osilasi periodik elektron ionosfer yang sama dengan periode gelombang radio yang menjalar. Osilasi periodik elektron ionosfer akan menimbulkan osilasi medan listrik dan medan magnet sehingga gelombang elektromagnet dapat terpantulkan kembali ke permukaan bumi.

3.6. Global Positioning System (GPS)

GPS adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang berbasiskan pada pengamatan satelit-satelit Global Positioning System (Abidin, 2000; Hofmann-Wellenh of et al., 1997). Prinsip studi Geodinamika dengan metode survei GPS yaitu dengan menempatkan titik-titik pantau di beberapa lokasi yang dipilih, secara periodik maupun kontinyu untuk ditentukan koordinatnya secara teliti dengan menggunakan metode survei GPS. Dengan mempelajari pola dan kecepatan perubahan koordinat dari titik-titik tersebut dari survei yang satu ke survei berikutnya, maka karakteristik geodinamika akan dapat dihitung dan dipelajari lebih lanjut.

3.7. Mekanisme Fisis Anomali Total Electron Content (TEC)



Gambar 2. Diagram hubungan antara Atmosfer, Ionosfer, litosfer, dan Hidrosfer (sumber: Didin Samsudin Adhuri, Justicea).

Ionosfer merupakan lapisan di luar angkasa yang unik karena memiliki muatan partikel elektron, berbeda dengan atmosfer yang berpartikel netral. Variasi TEC ionosfer juga mempunyai keterkaitan dengan kejadian gempa yang disebabkan oleh fenomena seismo-ionosfer, yaitu kopling antara litosfer, hidrosfer, atmosfer, dan ionosfer, yang akan menimbulkan anomali di ionosfer sebelum kejadian tsunami.

3.8. Penentuan TEC

Penentuan TEC dengan GPS pada dasarnya adalah suatu inverse problem dari penentuan posisi dengan GPS, dalam hal ini dengan menggunakan receiver GPS tipe geodetic dual frekuensi pada titik yang telah diketahui koordinatnya kita akan dapat menghitung besarnya TEC dalam arah pengamatan-pengamatan satelit GPS. Model matematika untuk penentuan TEC dapat diturunkan dari persamaan pengamatan pseudorange dua frekuensi atau dari persamaan carrier phase dua frekuensi. Dalam hal ini TEC yang dihitung adalah TEC vertikal (Abidin, 2000). Lebih dari dua dekade terakhir ini, noise ionosfer (ionospheric noise) pada pengamatan GPS frekuensi-ganda telah digunakan untuk mendapatkan informasi tentang ionosfer dan sebagai bahan dalam penelitian lanjutan untuk mempelajari ionosfer. Dari perbedaan antara hasil pengukuran dalam dua frekuensi tersebut, nilai TEC sepanjang jalur sinyal antara satelit GPS dan stasiun penerima GPS di permukaan bumi dapat dihitung. TEC didefinisikan sebagai jumlah total elektron di dalam plasma terionisasi dalam bentuk tabung imajiner (dalam bentuk sayatan 1 m^2) antara satelit dan penerima GPS. Kerapatan plasma di ionosfer selalu berubah terhadap waktu dalam bentuk variasi harian, musim dan adanya aktivitas matahari. Karena itu, variasi TEC terhadap waktu mencerminkan dinamika antariksa dekat Bumi.

Diketahui persamaan nilai waktu pelambatan ionosfer (ionospheric delay time) $T_{ion}(f)$ (dalam detik) sebagai berikut : (Hendri Subakti, 2008)

$$T_{ion}(f) = t_g - t = \frac{40,28}{f^2} \int N ds = \frac{40,28}{f^2} \cdot TEC^* \quad (1)$$

Dimana TEC^* (elektron/m²) adalah efek ionosfer dalam bentuk kandungan elektron total sepanjang garis penglihatan antara stasiun penerima dan satelit GPS.

Persamaan (1) di atas dikenal juga sebagai waktu pelambatan ionosfer hasil pendekatan orde pertama dari persamaan AppletonHartree. Dengan demikian, selisih waktu pelambatan untuk frekuensi L1 dan L2 dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \Delta T_{ion} &= T_{ion}(f_{L2}) - T_{ion}(f_{L1}) \\ &= 40,28 \cdot TEC^* \left(\frac{1}{f_{L2}^2} - \frac{1}{f_{L1}^2} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

Atau disederhanakan menjadi :

$$STEC^* = \frac{1}{40,28} \cdot \left(\frac{f_{L1}^2 \cdot f_{L2}^2}{f_{L1}^2 - f_{L2}^2} \right) \Delta T_{ion} \quad (3)$$

dimana $f_{L1} = 1575,42 \text{ MHz}$, $f_{L2} = 1227,6 \text{ MHz}$.

Jika $\cos z = \sin(A + E)$, maka:

$$\begin{aligned} \sin(A + E) &= \left\{ 1 - \cos(A + E)^2 \right\}^{1/2} \\ &= \left\{ 1 - \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 \cos^2 E \right\}^{1/2} \end{aligned} \quad (4)$$

Pada persamaan (4), nilai VTEC dapat ditentukan dari nilai STEC melalui persamaan berikut :

$$\begin{aligned} VTEC &= STEC \left\{ 1 - \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 \cos^2 E \right\}^{1/2} \\ &= STEC \sqrt{1 - \frac{\cos^2 E}{(1+h/R)^2}} \end{aligned} \quad (5)$$

Nilai STEC pada persamaan (4) ditentukan berdasarkan perkalian antara nilai TEC* pada persamaan (3) dengan fungsi slant S(e) :

$$S(e) = \frac{1}{h_1 - h_2} \left(\sqrt{R^2 \sin^2(e) - R^2 + (R+h_1)^2} - \sqrt{R^2 \sin^2(e) - R^2 + (R+h_2)^2} \right) \quad (6)$$

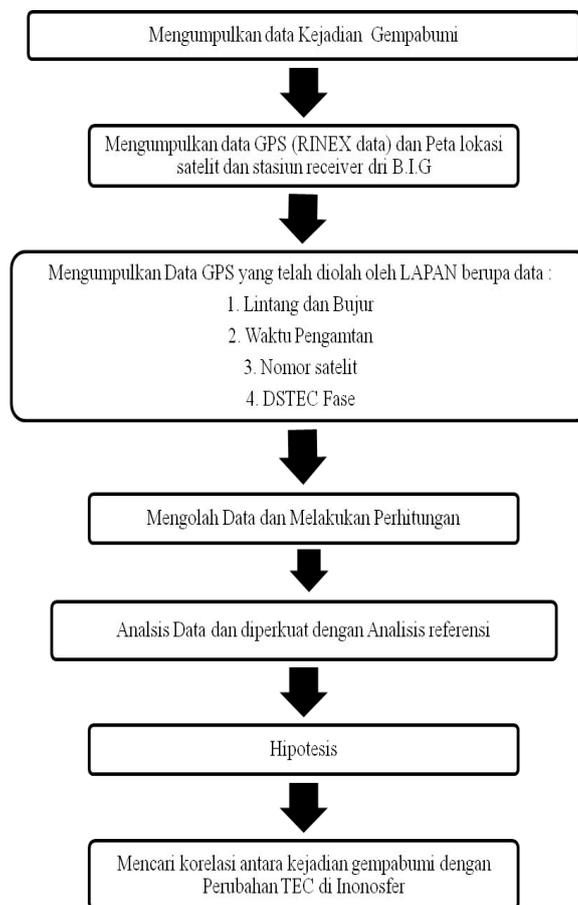
Sehingga STEC= TEC*.S(e) . Jika rata-rata jari-jari Bumi R=6378 km dan ketinggian ionosfer Indonesia h=350 km, maka nilai VTEC dapat diperoleh berdasarkan persamaan berikut :

$$VTEC = STEC \sqrt{1 - 0,89 \cos^2 E} \quad (7)$$

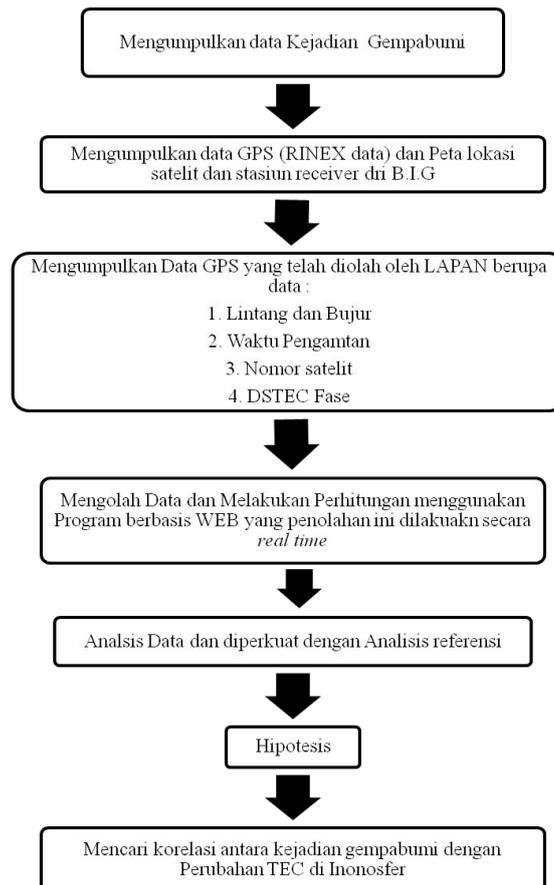
3.9. Bahasa Pemrograman PHP

PHP, bahasa pemrograman web. Bahasa pemrograman PHP merupakan bahasa pemrograman untuk membuat web yang bersifat server-side scripting. PHP memungkinkan kita untuk membuat halaman web yang bersifat dinamis. Sistem manajemen basis data yang sering digunakan bersama PHP adalah MySQL. Namun PHP juga mendukung sistem manajemen database Oracle, Microsoft Access, Interbase, d-base, PostgreSQL, dan sebagainya.

3.10. Tahapan Pengerjaan dan Racangan Program



Gambar 3. Diagram Manual Pengolahan data *Total Electron Content*



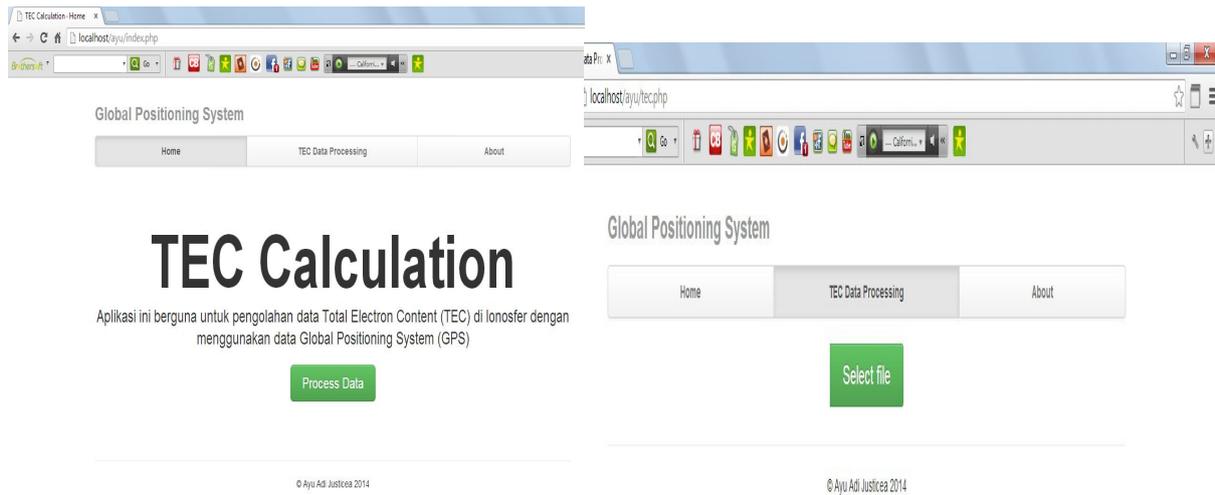
Gambar 4. Diagram Perhitungan secara web browser interfacing menggunakan MATLAB dan PHP

Dalam penelitian ini, diharapkan untuk mengetahui cara mengolah data GPS agar bisa mendapatkan nilai TEC (Total Electron Content). Kemudian, menyelidiki terjadi perubahan TEC di ionosfer ketika gempabumi akan terjadi, adakah perubahan atau tidak dan seperti apa perubahan yang terjadi. Kemudian mendeskripsikan terjadinya perubahan TEC di ionosfer ketika sebelum terjadinya gempabumi. Pada penelitian ini menggunakan data observasi dari 15 stasiun pengamatan dan menggunakan nomor satelit 11, yang dilakukan pengamatan oleh SUGAR dan IGS. Sehingga dapat mendapatkan nilai TEC dari hasil GPS Data Processing yang lebih akurat ketika mengkorelasikan waktu propagansi gelombang *tsunami* dengan terjadinya perubahan nilai TEC ionosperic di lapisan ionosfer. Interfacing Matlab dengan bahasa pemrograman PHP.

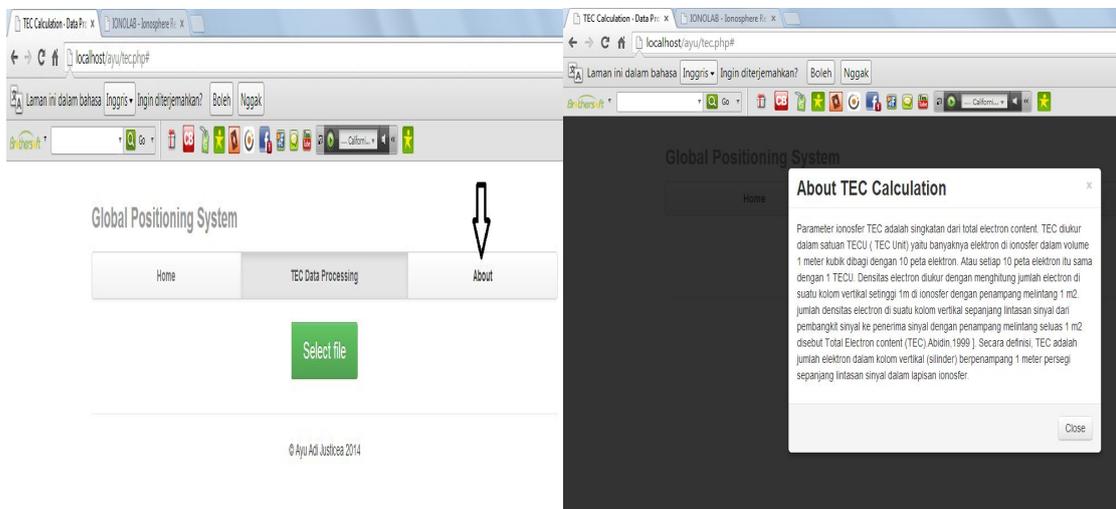
Ide dalam bahasa pemograman ini adalah membuat interface dari hasil perhitungan matlab dalam bentuk web yang bisa di akses di jaringan melalui browser. Web interface ini dalamnya dapat berpotensi dibuat aplikasi yang lebih besar seperti aplikasi monitoring, *dashboard*, ataupun digital *signage*. Perangkat yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Matlab 2013b
2. XAMPP
3. Windows 7

Berikut Hasil Tampilan dari file index.php:



Gambar 5. Tampilan Awal Program dan Menu Processing TEC data



Gambar 6. Tampilan menu About TEC



Gambar 7. Tampilan upload file

Data yang diproses akan diexport hasilnya menjadi tiga file dengan nama yang sama di dalam folder yang berbeda. masing-masing menyimpan nilai x, y, dan a. Namun hanya file (x) dan (y) saja yang akan ditampilkan pada chart di dalam aplikasi ini. Dalam teknis ini, penempatan file hasil export sebagai berikut :

- File Upload : C:\xampp\htdocs\ayu\uploads\
- File Hasil Export Nilai x : C:\xampp\htdocs\ayu\outputx\
- File Hasil Export Nilai y : C:\xampp\htdocs\ayu\output\

File folder					
alic20041226.bld	2.204.156	571.162	BLD File	26/11/2013 10:53	D0881DA3
bsat20041226.bld	146.580	40.738	BLD File	26/11/2013 10:53	12305219
cedu20041226.bld	2.138.312	552.389	BLD File	26/11/2013 10:53	82388BC9
darw20041226.bld	2.137.884	554.906	BLD File	26/11/2013 10:53	A51CB7E5
dgar20041226.bld	316.728	80.894	BLD File	26/11/2013 10:53	0D566ACF
hyde20041226.bld	2.338.966	597.262	BLD File	26/11/2013 10:53	01F75A4C
iisc20041226.bld	1.304.055	337.299	BLD File	26/11/2013 10:53	359AB3BE
kerq20041226.bld	2.156.947	680.802	BLD File	26/11/2013 10:53	0430B018
kunm20041226....	1.601.055	401.571	BLD File	26/11/2013 10:53	216D3270
msai20041226.bld	457.694	122.563	BLD File	26/11/2013 10:53	8A059F32
ngng20041226.bld	612.698	166.093	BLD File	26/11/2013 10:53	92A65C16
yar220041226.bld	1.447.536	347.898	BLD File	26/11/2013 10:53	CA27A72C

Gambar 8. Contoh tampilan data yang digunakan dalam .bld

Keterangan gambar:

Nama file: alic20041226.bld

Dalam data ini dimaksudkan adalah data stasiun receiver alic tahun 2004 bulan 12 tanggal 26 dengan format.bld.

TIME	LATITUDE	LONGITUDE	ELEVATION	SATELLITE NUMBER	STEC CODE	STEC PHASE	DSTEC FASE	DSTEC CODE
0.0083	-20.78	133	46.2	1	52.85	-661394.86	-0.11	52.85
0.3333	-41.38	113.93	6.73	11	68.21	-95416.51	0	68.21
0.3417	-41	114.42	6.89	11	52.76	-95416.49	0.03	60.5
0.35	-40.63	114.9	7.05	11	52.12	-95416.51	-0.02	57.65
0.3583	-40.28	115.35	7.21	11	47.59	-95416.53	-0.02	55.15
0.3667	-39.94	115.79	7.37	11	17.92	-95416.55	-0.02	47.65
0.375	-39.62	116.2	7.54	11	50.75	-95416.68	-0.13	48.05
0.3833	-39.31	116.6	7.7	11	55.56	-95416.82	-0.14	49.04
0.3917	-39.01	116.99	7.86	11	37.39	-95416.77	0.04	47.62
0.4	-38.72	117.36	8.02	11	37.03	-95416.77	0	46.44
0.4083	-38.44	117.71	8.18	11	36.85	-95416.75	0.02	45.5
0.4167	-38.17	118.05	8.35	11	44.52	-95416.92	-0.17	45.26
0.425	-37.92	118.38	8.51	11	99.37	-95417.09	-0.17	49.62
0.4333	-37.67	118.7	8.67	11	56.67	-95417.21	-0.12	50.05
0.4417	-37.43	119.01	8.84	11	75.18	-95417.44	-0.23	51.62
0.45	-37.19	119.3	9	11	58.12	-95417.54	-0.1	51.97
0.4583	-36.97	119.59	9.16	11	46.28	-95417.59	-0.05	51.57
0.4667	-36.75	119.86	9.33	11	56.9	-95417.62	-0.03	51.85
0.475	-36.54	120.12	9.49	11	52.7	-95417.83	-0.21	51.7
0.4833	-36.34	120.38	9.65	11	60.76	-95418.02	-0.19	52
0.4917	-36.14	120.63	9.82	11	74.6	-95418.13	-0.11	53.03
0.5	-35.95	120.87	9.98	11	51.4	-95418.13	-0.01	52.94
0.5083	-35.77	121.1	10.15	11	33.54	-95418.26	-0.13	51.94

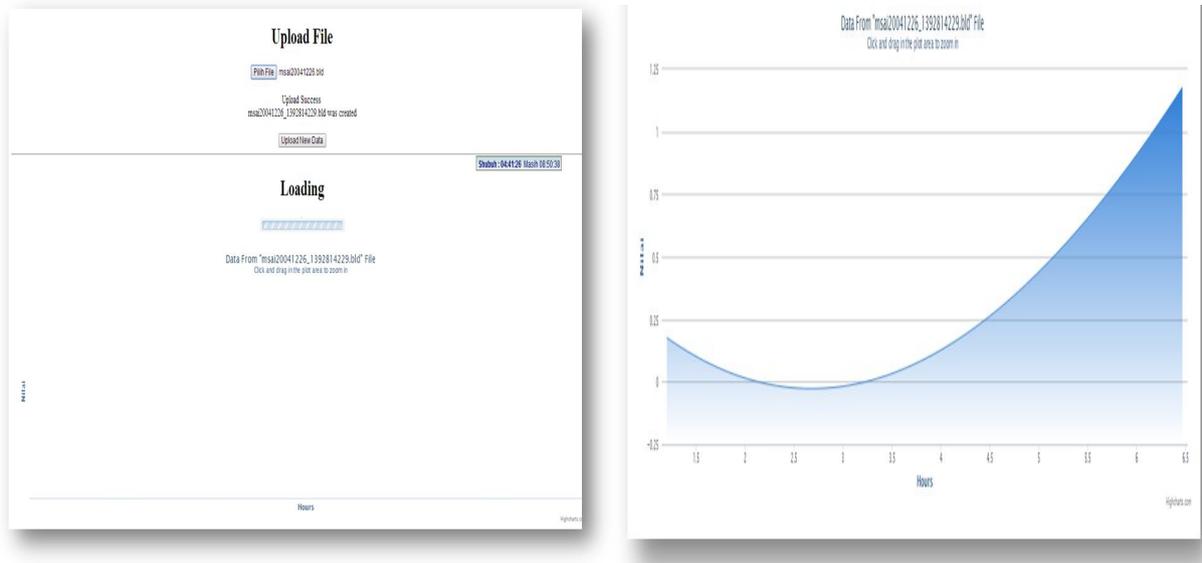
Gambar 9. Contoh isi data dalam format.bld

Keterangan gambar :

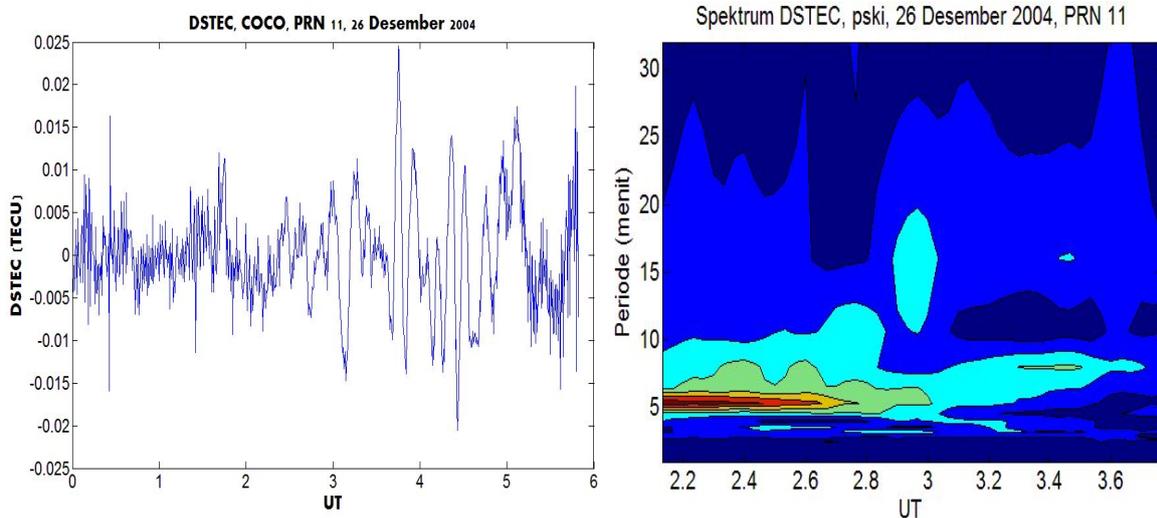
1. Time dalam UTC adalah waktu pengamatn satelit
2. Latittude adalah posisi lintang satelit ketika melakukan pengamatan.
3. Longitude adalah posisi bujur satelit ketika elakukan pengamatan
4. Elevation adalah sudut elevas dalam pengamatan
5. Satellite number adalah nomor satelit yang melakukan pengamatan
6. STEC Code, STEC Phase,DSTEC phase dan DSTEC Code+fase adalah data yang dihitung oleh lapan sebelum digunakan untuk pengukuran TEC, biasanya untuk perhitungan nilai TEC

menggunakan DSTEC fase kemudian diolah kembali.

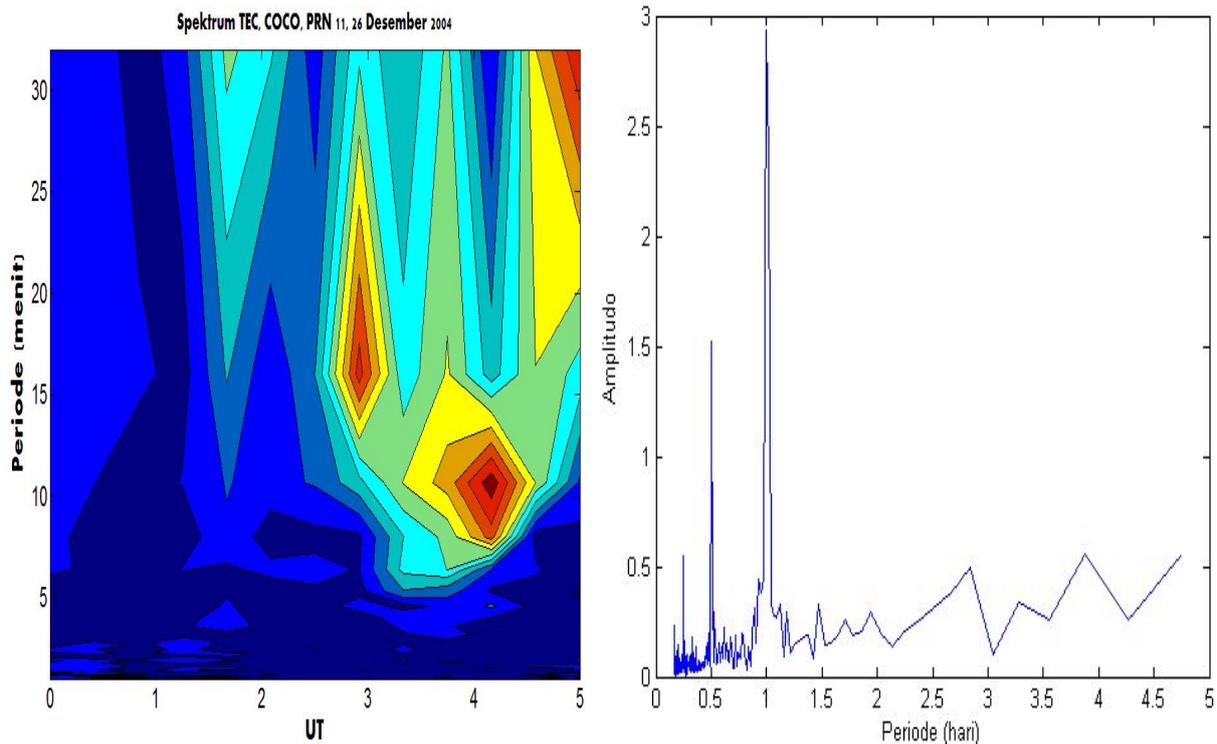
Apabila Upload File berhasil maka akan dijalankan script php untuk mengeksekusi script matlab. Script php tersebut terletak pada ajaxupload.php. Pada saat script sudah dijalankan maka halaman chart.php akan mendeteksi apakah data hasil process sudah dihasilkan. Berikut tampilan ketika script dijalankan.



Gambar 10. Contoh Hasil output grafik pengolahan TEC



Gambar 11. Contoh Hasil Output per stasiun pengamat per nomor satelit 11 dan Contoh hasil spektrum Nilai TEC



Gambar 12. Contoh hasil spektrum Nilai TEC dan Contoh hasil perhitungan amplitudo terhadap periode

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan adalah perancangan aplikasi perhitungan Nilai *Total Electron Content* (TEC) Ionosfer berdasarkan Data Global Positioning System (GPS) untuk mengetahui prekursor gempabumi dengan perangkat lunak Matlab 2013b dan bahasa pemrograman PHP. Aplikasi ini dapat mempermudah pengerjaan dalam perhitungan *Total Electron Content* tentang persiapan gempabumi sebelum terjadi dapat lebih signifikan dan semakin lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. Jones, A., dan Kahar, J. 2000. Survei dengan GPS. Penerbit : PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Buyens, Jim. 2001. *Web Database Development* , Penerbit : Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Kadir, Abdul. 2003. *Pengenalan Sistem Informasi*. Penerbit : Andi Publisher, Yogyakarta.
- Klobuchar, J.K.. 1991. *Ionospheric effects on GPS*. GPS World, 48-51.
- Subakti Hendri, Nanang T. Puspito, Djedi S. Widarto. 2008. *Analisis Variasi GPS – TEC yang Berhubungan Dengan Gempabumi Besar Di Sumatera*. Jurnal meteorologi dan Geofisika Vol 9, No 1.