

# **PENGEMBANGAN PIRANTI LUNAK *WEIGHTED WAVELET Z-TRANSFORM (WWZ)* DALAM ANALISIS SPEKTRAL AKTIVITAS MATAHARI**

**Jalu Tejo Nugroho**

**Peneliti Bidang Matahari dan Antariksa, Pusfatsalnsa LAPAN**

**Email: Jalu@bdg.lapan.go.id**

## **ABSTRACT**

We have improved Weighted Wavelet Z-transform (WWZ) software that mainly used in spectral analysis for solar activity and other related parameters. By adding some features such as working in Windows operating system environment, calculating the period value automatically and displaying the three dimensionals chart (in contour type) integrated within, users will get time-efficiency and effectiveness using this improvement software. Thus the optimum result will be achieved.

## **ABSTRAK**

Penulis telah mengembangkan piranti lunak Weighted Wavelet Z-transform (WWZ) yang selama ini telah banyak digunakan dalam analisis spektral aktivitas matahari serta parameter-parameter terkait lainnya. Dengan penambahan fitur seperti kemampuan bekerja pada sistem operasi Windows, seperti menghitung nilai periode secara otomatis serta menampilkan grafik tiga dimensi (kontur) yang terintegrasi di dalamnya, para pengguna akan dapat mempersingkat waktu pengolahan data sehingga pada akhirnya hasil analisis yang diperoleh bisa lebih optimal.

Kata kunci: Weighted Wavelet Z-transform (WWZ), Metode analisis spektral

## **1 PENDAHULUAN**

Metode analisis spektral merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis data deret waktu guna mendapatkan komponen-komponen penyusunnya, baik yang bersifat periodik maupun periodik bayangan (pseudo periodik). Tujuannya antara lain adalah untuk mencari keberulangan suatu fenomena serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor lain yang diduga ikut mempengaruhi terjadinya suatu fenomena yang tidak tampak ketika dilakukan analisis korelasi (Djamaluddin, 2003).

Foster (1996) telah mengembangkan metode Weighted Wavelet Z-transform (WWZ) untuk mendeteksi dan menguatifikasi sinyal periodik atau psedo-periodik tersebut. Metode itu kemudian dibuat dalam bentuk perangkat lunak oleh The American Association of Variable Star Observers (AAVSO) yang pada awalnya dibuat untuk keperluan analisis data bintang

variabel dan dapat diunduh melalui internet (<http://www.aavso.org/data/software/>). Secara umum, kegunaan ini dapat diperluas untuk keperluan analisis data deret waktu, termasuk di dalamnya adalah aktivitas matahari, yang diketahui siklusnya berulang sekitar 11 tahun dan juga data-data meteorologi.

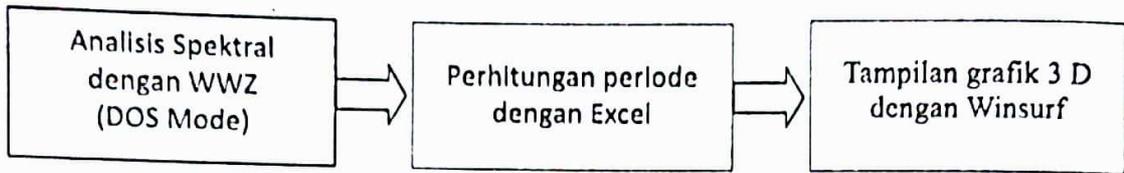
Piranti lunak WWZ yang digunakan selama ini masih menggunakan sistem operasi DOS. Di sisi lain nilai periode, yang diperlukan untuk analisis, harus dihitung secara manual menggunakan program Excel. Terakhir, para pengguna masih harus menggunakan piranti lunak tambahan yang terpisah yaitu Winsurf, untuk menampilkan grafik konturnya. Sebenarnya AAVSO juga menyediakan piranti lunak WWZ yang berbasis Windows dan bisa diunduh secara bebas ([www.aavso.org/data/software/winwwz.shtml](http://www.aavso.org/data/software/winwwz.shtml)), namun keluaran yang dihasilkan masih belum sesuai dengan kebutuhan (kita harus tetap menghitung nilai periode) serta fitur yang disediakan relatif rumit bagi pemula.

Mengingat fungsinya yang penting dalam analisis aktivitas matahari serta parameter terkait lainnya, penulis memandang perlu untuk mengembangkan piranti lunak WWZ tersebut agar para pengguna memperoleh kemudahan serta dapat mengefisienkan waktu perhitungan sehingga hasil analisis yang diperoleh bisa lebih optimal.

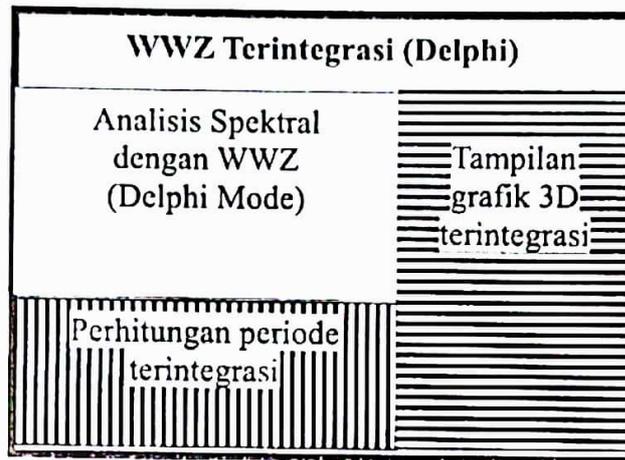
## 2 METODOLOGI

Pengembangan piranti lunak WWZ diawali dengan studi literatur mengenai metode wavelet serta mempelajari kode program WWZ yang ditulis dengan menggunakan bahasa basic. Kode program tersebut kemudian diubah ke dalam Delphi versi 7 oleh penulis sehingga piranti lunak dapat bekerja dalam sistem operasi Windows. Untuk pembuatan grafik tiga dimensi yang terintegrasi di dalam WWZ penulis menggunakan GLScene v.09b yang merupakan fitur tambahan (*add-on*) Delphi. Algoritma untuk menghitung periode serta untuk menampilkan grafik tiga dimensi juga dibuat agar pengguna dapat menggunakannya secara langsung tanpa harus melalui *software* pendukung lainnya. Selanjutnya penulis melakukan pengujian dengan cara membandingkan file keluaran yang dihasilkan oleh piranti lunak sebelum dan setelah pengembangan serta membandingkan grafik tiga dimensi yang ditampilkan menggunakan Winsurf dan yang ditampilkan menggunakan piranti lunak WWZ hasil pengembangan.

Parameter yang digunakan untuk membandingkan kedua keluaran tersebut adalah parameter aktivitas matahari, f10.7. Sebagai pelengkap penulis juga membandingkan grafik hasil analisis spektral data liputan awan Indonesia dengan pola monsun tahun 1979 sampai dengan tahun 1995 yang ditampilkan dengan dua piranti lunak di atas.



Gambar 2-1a: Blok alur metode analisis spektral menggunakan WWZ (versi DOS)



Gambar 2-1b: Pengembangan piranti lunak WWZ menggunakan Delphi. Daerah arsiran menunjukkan fitur yang ditambahkan pada piranti lunak WWZ

Gambar 2-1a menjelaskan blok diagram alir metode analisis spektral menggunakan piranti lunak WWZ sebelum dilakukan pengembangan yang masih menggunakan *software* bantu yakni Excel dan Winsurf. Gambar 2-1b menunjukkan blok WWZ terintegrasi dimana di dalamnya sudah memuat algoritma untuk perhitungan periode serta untuk penampilan grafik tiga dimensi secara otomatis.

### 3 PENGEMBANGAN WWZ

WWZ memungkinkan memproses data apa adanya tanpa perlu melakukan interpolasi sebelum pemrosesan. Data masukan yang hilang atau tidak lengkap tidak menjadi masalah karena analisisnya bisa bersifat sesaat dengan mengidentifikasi periode dari selang data yang ada. Hasil periode yang diperoleh dinyatakan untuk waktu-waktu yang ditentukan yang mungkin berubah (berevolusi) dalam rentang waktu pengamatan. Hal-hal tersebut menjadi kelebihan metode wavelet dibandingkan dengan metode Fast Fourier Transform (Djamaluddin 2003).

Foster (1996) merumuskan persamaan-persamaan yang digunakan dalam metode wavelet sebagaimana dituliskan berikut:

$$WWT = \frac{(N_{eff} - 1) V_y}{2V_x} \tag{3-1}$$

Keterangan:

WWT : *Weighted Wavelet Transform*,

$N_{eff}$  : banyak data efektif,

$V_x$  : variasi bobot data,

$V_y$  : variasi bobot model.

Penentuan frekuensi puncak yang signifikan akan diperoleh jika tes statistik yang dipakai kurang sensitif terhadap banyak data efektif. Untuk itu digunakan z-statistik yang dikenal dengan *weighted wavelet Z-transform* (WWZ). Persamaan di atas menjadi:

$$WWZ = \frac{(N_{\omega, \tau} - 3)N_y}{2(V_x - V_y)} \quad (3-2)$$

Dengan  $N_{eff}$  didefinisikan sebagai:

$$W_{eff} = \frac{n^2(\omega, \tau)}{n(\sqrt{2\omega, \tau})} \quad (3-3)$$

Keterangan:

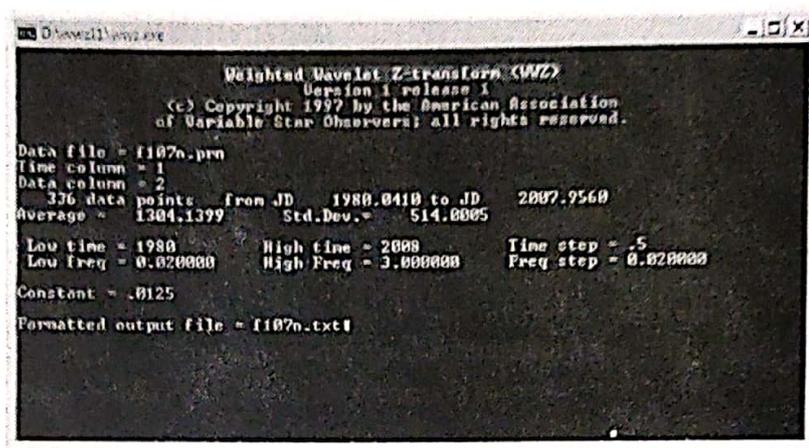
$N$  : banyak data lokal,

$\omega$  : frekuensi,

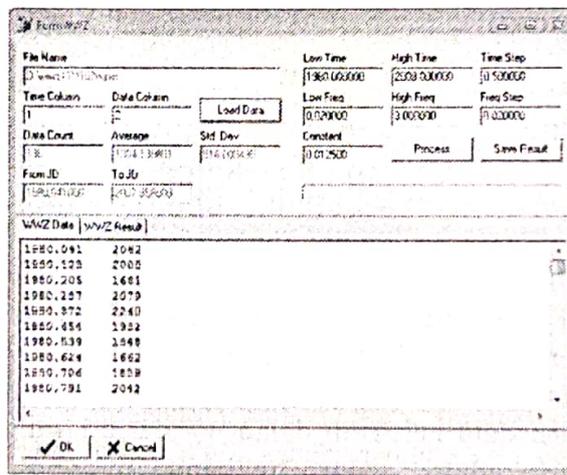
$\tau$  : perubahan waktu.

Gambar 3-1 menampilkan piranti lunak WWZ sebelum dilakukan pengembangan. Dengan masukan berupa rentang tahun, rentang frekuensi serta selang data dari data yang akan dianalisis seperti terlihat pada gambar maka akan diperoleh data keluaran dalam format txt yang terdiri dari lima kolom, berturut-turut adalah waktu, frekuensi, WWZ, amplitudo dan  $N_{eff}$ . Oleh karena parameter yang diperlukan untuk analisis selanjutnya adalah nilai periode maka dengan menggunakan Excel nilai periode tersebut kemudian dihitung menggunakan hubungan: Periode = 1/Frekuensi. Sementara data masukan Winsurf adalah berupa data tiga kolom, yaitu waktu, periode dan WWZ.

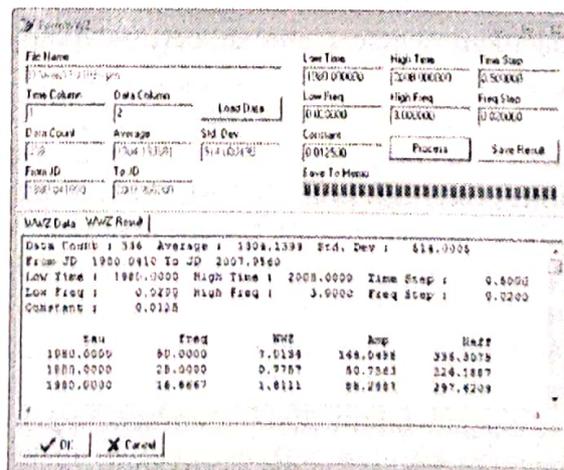
Gambar 3-2a dan Gambar 3-2b merupakan bagian piranti lunak WWZ terintegrasi (hasil pengembangan) yang digunakan untuk menampilkan data masukan, menghitung nilai WWZ, menampilkan serta menyimpan file keluarannya. Masukan yang diberikan sama persis seperti pada masukan WWZ sebelum pengembangan. Demikian pula dengan keluarannya akan sama, dengan penambahan satu kolom untuk menampilkan nilai periode. Pada kedua gambar tersebut ditunjukkan juga contoh perhitungan untuk data f10.7, yang merupakan salah satu parameter aktivitas matahari, dari tahun 1980 sampai dengan tahun 2007. Gambar 3-2a menunjukkan data masukan awal, sementara Gambar 3-2b merupakan hasil perhitungan WWZ yang ditampilkan dalam komponen Delphi yang sama.



Gambar 3-1: Tampilan piranti lunak WWZ (dalam DOS)



Gambar 3-2a: Contoh data masukan f10.7 yang ditampilkan dalam jendela piranti lunak WWZ terintegrasi

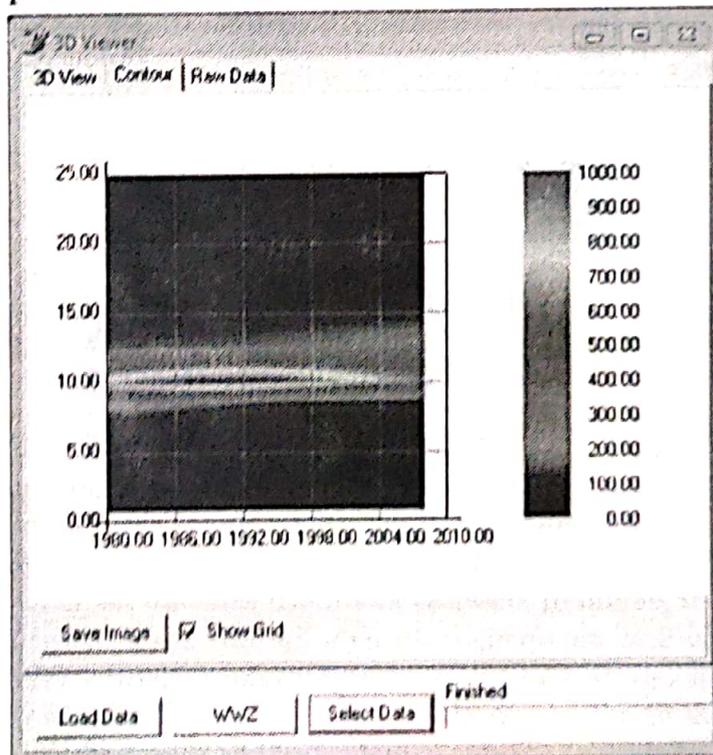


Gambar 3-2b: Contoh keluaran hasil perhitungan yang ditampilkan pada jendela piranti lunak WWZ terintegrasi

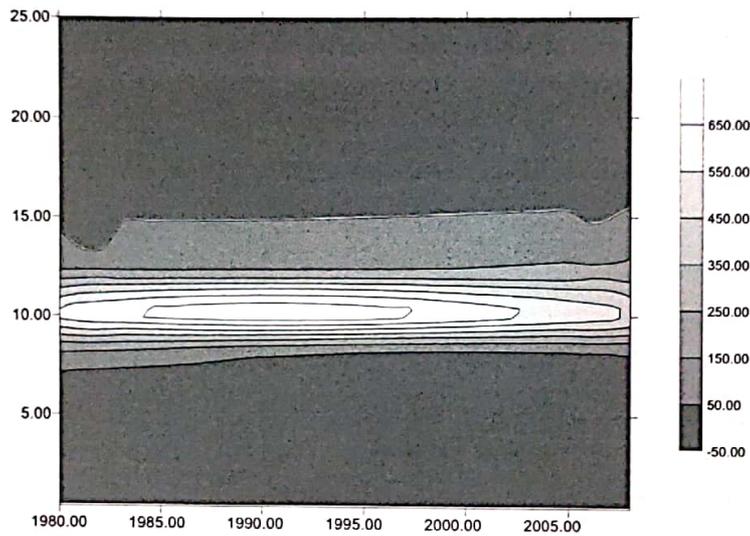
Setelah tombol "OK" pada jendela tersebut dieksekusi, maka akan muncul jendela baru yang digunakan untuk menampilkan grafik kontur seperti ditunjukkan dalam Gambar 3-3. Selain menu untuk menampilkan grafik, terdapat pula fitur untuk menyimpan file keluaran dalam ekstensi-jpeg, me-refresh gambar serta *zoom in* dan *zoom out* dengan cara menahan dan menggeser (*dragging*) mouse ke atas dan bawah.

Dengan kemampuan *zoom in* serta *zoom out* ini para pengguna akan lebih mudah memilih area yang akan dibuat konturnya sehingga dalam menginterpretasi sinyal yang muncul dalam analisis spektral akan lebih jelas dan mudah. Pada Winsurf, apabila hendak memilih waktu serta periode yang diinginkan maka pengguna harus memulai langkah pembuatan grafik dari awal dengan mengubah masukan yang diberikan.

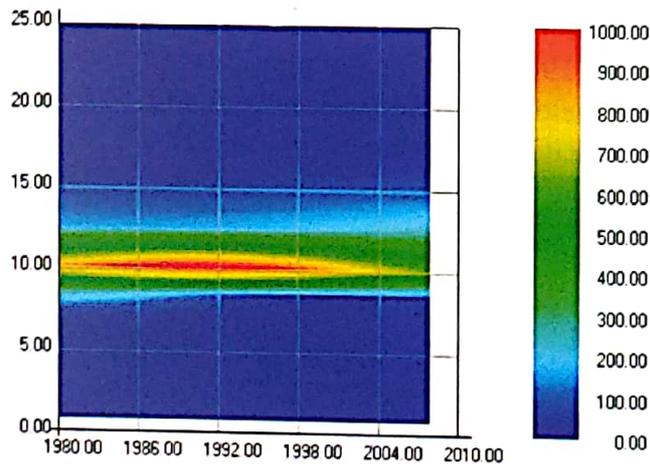
Perbandingan antara grafik kontur yang ditampilkan dengan Winsurf dengan grafik kontur yang ditampilkan dengan WWZ terintegrasi masing-masing ditunjukkan pada Gambar 3-4 dan Gambar 3-5. Parameter yang dibandingkan adalah aktivitas matahari f10.7 dengan rentang data sama, yaitu dari tahun 1980 sampai dengan tahun 2007. Dari kedua gambar muncul periode sekitar 10-11 tahun (dinyatakan pada sumbu y) yang merupakan periode dominan aktivitas matahari.



Gambar 3-3: Jendela WWZ hasil pengembangan untuk menampilkan grafik kontur serta fitur-fitur pendukung lainnya

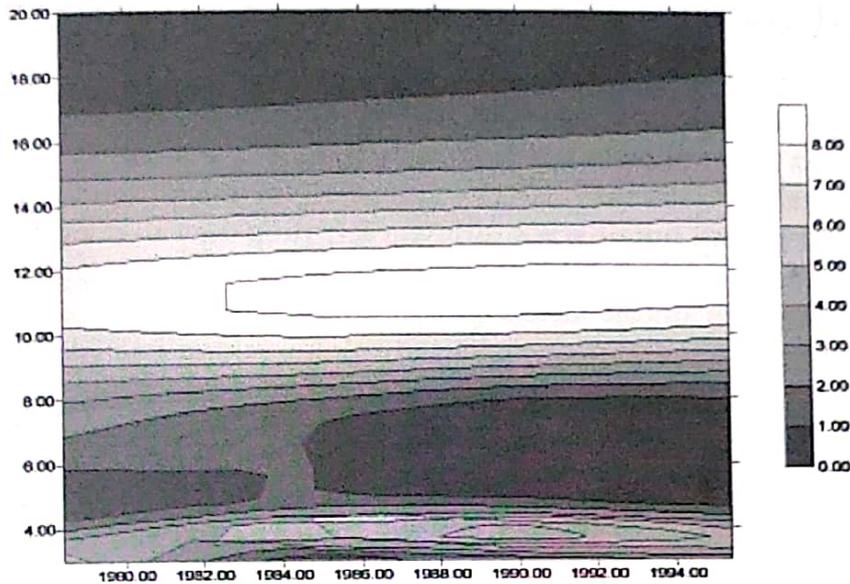


Gambar 3-4: Hasil analisis spektral f10.7 tahun 1980 sampai dengan tahun 2007 ditampilkan menggunakan Winsurf

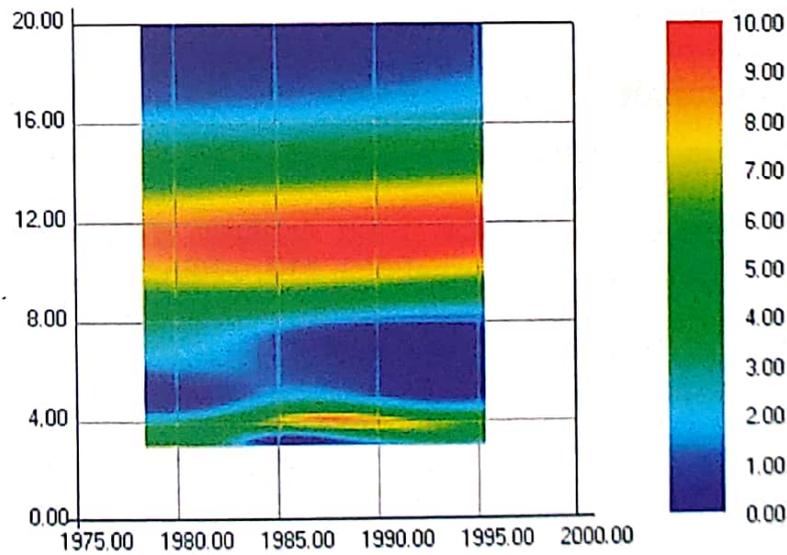


Gambar 3-5: Hasil analisis spektral f10.7 tahun 1980 sampai dengan tahun 2007 ditampilkan menggunakan WWZ terintegrasi

Penerapan pada kasus lain dapat dilihat pada Gambar 3-6 dan Gambar 3-7 yang merupakan hasil analisis spektral liputan awan di Indonesia dengan pola monsun tahun 1979 sampai dengan tahun 1995. Terlihat periodisitas sekitar 10-11 tahun (dinyatakan dengan sumbu y) yang merupakan periode dominan aktivitas matahari. Hasil ini menjelaskan bahwa aktivitas matahari ikut mempengaruhi pola liputan awan di Indonesia pada musim serta wilayah tertentu. Kadangkala faktor aktivitas matahari ini tertutupi oleh faktor lain yang lebih dominan dalam mempengaruhi pola awan di Indonesia, misalnya faktor global seperti El Nino Southern Oscillation (ENSO) di Samudera Pasifik serta Indian Ocean Dipole (IOD) di Samudera Hindia yang menyebabkan sinyal aktivitas matahari tersebut tidak muncul dalam analisis spektral yang dilakukan.



Gambar 3-5: Analisis spektral liputan awan Indonesia bulan Juli-Agustus dengan pola monsun tahun 1979 - 1995 ditampilkan menggunakan Winsurf



Gambar 3-6: Analisis spektral liputan awan Indonesia bulan Juli-Agustus dengan pola monsun tahun 1979 - 1995 ditampilkan menggunakan WWZ terintegrasi

Adanya faktor-faktor lain yang lebih dominan dalam mempengaruhi suatu fenomena akan menutupi faktor lain yang lebih lemah. Hal ini menjadi penyebab mengapa adakalanya analisis korelasi tidak dapat diaplikasikan pada kasus-kasus tertentu sehingga harus menggunakan metode analisis spektral untuk penyelesaiannya.

#### 4 KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh di atas terlihat bahwa kedua kontur, baik yang ditampilkan menggunakan Winsurf maupun WWZ terintegrasi, memiliki pola yang sama (dalam kedua kasus di atas sama-sama memunculkan sinyal aktivitas matahari sekitar 10-11 tahun). Ini membuktikan bahwa pengembangan piranti lunak WWZ terintegrasi, yang diawali dengan konversi kode pemrograman ke dalam Delphi, perhitungan nilai periode serta pembuatan algoritma untuk menampilkan grafik tiga dimensi telah berhasil dilakukan sehingga dapat dipergunakan untuk keperluan analisis spektral.

Dengan kemudahan yang diperoleh para pengguna dapat mengefisiensikan waktu perhitungan sehingga pada akhirnya hasil analisis yang diperoleh diharapkan bisa lebih optimal.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Sdr. Kusnassriyanto S. Bahri yang telah membantu penulis dalam berdiskusi mengenai pembuatan grafik tiga dimensi menggunakan Delphi.

*Wavelet analysis was performed using the computer program WWZ, developed by the American Association of Variable Star Observers.*

#### DAFTAR RUJUKAN

- Alam. M Agus J., 2000. *Belajar Sendiri Borland Delphi 5.0*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Foster, G., 1996. *Wavelets for Period Analysis of Unevenly Sampled Time Series*, *Astronomical Journal*, Vol. 112, 1709-1729.
- Djamaluddin, T., 2003, *Materi Diklat Optimalisasi Pemanfaatan Sistem Informasi Penelitian Dirgantara*, LAPAN.
- Djamaluddin, T., 2005. *Metode Baru Prakiraan Siklus Aktivitas Matahari dari Analisis Periodisitas*, *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol. 2 No. 2, 66-81.
- Nugroho. J. T., et al, 2007. *Sinyal Aktivitas Matahari dan ENSO pada Pola Liputan Awan di Indonesia*, *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, Vol. 2 No. 2, 45-48.
- Sinambela. W., et al, 2005. *Pengaruh Aktivitas Matahari dan Enso pada Liputan Awan di atas Indonesia*, *Warta LAPAN*, Vol. 7 No. 3, 116-127.