

Validasi Model Polinom Frekuensi Kritis Lapisan F ionosfer Regional

Budiyanto dan Buldan Muslim

*Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN
Jl. Dr. Junjunan No. 133 Bandung 40173
e-mail : ahila95@yahoo.com*

Abstrak

Akurasi prediksi ASAPS terbukti kurang baik berdasarkan perbandingannya dengan data pengamatan oblique sounding Manado-Sumedang tahun 1997. Maka salah satu alternatif untuk membuat prediksi yang lebih akurat adalah dengan membuat model ionosfer regional. Dengan asumsi bahwa indeks T adalah variabel bebas dan parameter ionosfer adalah variabel yang tak bebas, dibuatlah model hubungan antara parameter ionosfer dengan indeks T, sehingga dapat digunakan sebagai bahan dalam prediksi ionosfer di wilayah Indonesia. Perbandingan model polinom untuk f_0F_2 dengan keluaran ASAPS dan data pengamatan juga didiskusikan.

Kata kunci: model, ionosfer, regional, validasi.

1. Pendahuluan

Untuk keperluan prediksi frekuensi f_0F_2 antar dua tempat pada bulan dan jam tertentu, LAPAN Bandung telah menerbitkan buku Prediksi Frekuensi Komunikasi HF setiap tahunnya. Metode yang digunakan untuk prediksi tersebut menggunakan metode ASAPS. Menurut Budiyanto (2001), metode ASAPS mempunyai akurasi yang kurang baik berdasarkan perbandingannya dengan data pengamatan oblique sounding Manado - Sumedang tahun 1997.

Maka perlu dibuat suatu model prediksi yang lebih akurat. Salah satunya adalah membuat model prediksi ionosfer regional.

Hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan bilangan sunspot (R) dan derajat bujur (λ) telah dilakukan oleh Budiyanto (2000). Formulasi secara umum dijabarkan sebagai hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T dan posisi tempat. Hubungan tersebut sesuai hasil penelitian yang dilakukan Kaloka (1982) dan Zalesi (1989). Pada makalah ini akan dibuat model polinom hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T, juga didiskusikan perbandingan model polinom untuk f_0F_2 dengan keluaran ASAPS dan data pengamatan.

2. Hubungan Frekuensi f_0F_2

Hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T dibuat dengan anggapan bahwa indeks T adalah variabel bebas, frekuensi f_0F_2 adalah variabel yang tak bebas dan konstan terhadap derajat bujur (λ). Hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T pada bulan dan jam LST (Lokal Standar Time) tertentu dinyatakan dengan

$$f_0F_{2(h,m)} = A_{(h,m)} * T_{(m)} + B_{(h,m)} \quad (1)$$

dengan $A_{(h,m)}$ dan $B_{(h,m)}$ adalah parameter regresi, $h=00,01,02,\dots,23$ menyatakan jam dan $m=1,2,3,\dots,12$ menyatakan bulan.

Untuk beberapa stasiun pengamat ionosfer, didapat hubungan

$$f_0F_{2(x,h,m)} = A_{(x,h,m)} * T_{(m)} + B_{(x,h,m)} \quad (2)$$

dengan x adalah stasiun pengamat ionosfer yang ke x.

Dari beberapa parameter regresi $A_{(h,m)}$ dan parameter regresi $B_{(h,m)}$ untuk setiap stasiun pengamat ionosfer pada persamaan (2) di atas, dicari hubungan

antara parameter regresi A dan B terhadap lintang tempat (φ) dan dengan pendekatan polinomial derajat tertentu. Sehingga didapat

$$A_{(h,m)} = (\sum \alpha_i * \varphi^i)_{(h,m)}$$

$$B_{(h,m)} = (\sum \beta_j * \varphi^j)_{(h,m)} \quad (3)$$

dengan $i=1,2,\dots,k$ dan $j=1,2,\dots,l$. k dan l berturut-turut menyatakan derajat polinomial, $\sum \alpha_i$ dan $\sum \beta_j$ adalah koefisien polinomial.

Dari persamaan (1) dan (3) didapat model hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T dan lintang tempat (φ) pada bulan dan jam LST tertentu sebagai berikut :

$$f_0F_{2(h,m,\varphi)} = (\sum \alpha_i * \varphi^i)_{(h,m)} * T_{(m)} + (\sum \beta_j * \varphi^j)_{(h,m)} \quad (4)$$

dengan $(\sum \alpha_i * \varphi^i)$ dan $(\sum \beta_j * \varphi^j)$ adalah polinomial derajat i dan j , $h=00,01,02,\dots,23$ menyatakan jam LST dan $m=1,2,3,\dots,12$ menyatakan bulan.

3. Data dan Metode

Untuk membuat model hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T digunakan data median bulanan frekuensi f_0F_2 pada jam LST tertentu di daerah yang ada stasiun pengamat ionosfernya yaitu stasiun Manila ($14.7^\circ\text{LU}, 121.1^\circ\text{BT}$) dari bulan Januari 1964 sampai dengan bulan Desember 1994, stasiun Singapura ($1.3^\circ\text{LU}, 103.8^\circ\text{BT}$) dari bulan Januari 1958 sampai dengan bulan Desember 1970, stasiun Vanimo ($2.7^\circ\text{LS}, 141.3^\circ\text{BT}$) dari bulan Januari 1965 sampai dengan bulan Desember 1993, dan stasiun Darwin ($12.45^\circ\text{LU}, 130.95^\circ\text{BT}$) dari bulan Januari 1983 sampai dengan bulan Desember 1993. Sedangkan data indeks T yang digunakan adalah indeks T dari NOA pada bulan dan tahun yang bersesuaian dengan data frekuensi f_0F_2 .

Data frekuensi f_0F_2 untuk setiap stasiun pengamat ionosfer (Manila, Singapura, Vanimo, dan Darwin) dihubungkan dengan indeks T. Melalui persamaan (2) diperoleh hubungan

$$\text{Stasiun } x: \quad f_0F_{2(x,h,m)} = A_{(x,h,m)} * T_{(m)} + B_{(x,h,m)} \quad (5)$$

dengan $A_{(x,h,m)}$ dan $B_{(x,h,m)}$ adalah parameter regresi masing-masing stasiun pengamat ionosfer. Masing-masing model pada persamaan (5) digabung menjadi satu model yang meliputi daerah Manila, Singapura, Vanimo, dan Darwin dengan menggunakan persamaan (3). Menggunakan pendekatan polinomial dengan derajat polinomial 2, hubungan antara parameter regresi A dengan lintang tempat φ mempunyai hasil yang paling efektif dibanding dengan derajat polinomial yang lain. Sehingga didapat

$$A_{(h,m)} = (\sum \alpha_i * \varphi^i)_{(h,m)} = \alpha_{0(h,m)} + \alpha_{1(h,m)} * \varphi + \alpha_{2(h,m)} * \varphi^2 \quad (6)$$

dengan α_0 , α_1 , dan α_2 adalah koefisien polinomial.

Dan hubungan antara parameter regresi B dengan lintang tempat φ mempunyai derajat polinomial 3 yang paling efektif. Sehingga didapat

$$B_{(h,m)} = (\sum \beta_j * \varphi^j)_{(h,m)} = \beta_{0(h,m)} + \beta_{1(h,m)} * \varphi + \beta_{2(h,m)} * \varphi^2 + \beta_{3(h,m)} * \varphi^3 \quad (7)$$

dengan β_0 , β_1 , β_2 , dan β_3 adalah koefisien polinomial.

Dari persamaan (1), (6), dan (7), diperoleh hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T dan lintang tempat φ pada bulan dan jam LST tertentu sebagai berikut

$$f_0F_{2(h,m)} = (\alpha_{0(h,m)} + \alpha_{1(h,m)} * \varphi + \alpha_{2(h,m)} * \varphi^2) * T_{(m)} + (\beta_{0(h,m)} + \beta_{1(h,m)} * \varphi + \beta_{2(h,m)} * \varphi^2 + \beta_{3(h,m)} * \varphi^3) \quad (8)$$

dengan $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \beta_0, \beta_1, \beta_2,$ dan β_3 adalah koefisien-koefisien polinomial dari A dan B.

Pada persamaan (8), apabila indeks T dan lintang tempat φ diketahui, maka diperoleh frekuensi f_0F_2 pada bulan dan jam LST tertentu.

4. Hasil dan Pembahasan

Untuk stasiun pengamat ionosfer Manila ($14.7^\circ\text{LU}, 121.1^\circ\text{BT}$) dan jam LST = jam UT + 8, dicari hubungan antara frekuensi f_0F_2 dengan indeks T. Dengan persamaan (3-1), didapat nilai parameter regresi $A_{(h,m)}$ dan $B_{(h,m)}$ dari persamaan $f_0F_2(h,m) = A_{(h,m)} * T_{(m)} + B_{(h,m)}$.

Demikian juga untuk stasiun pengamat ionosfer Singapura ($1.3^\circ \text{LU}, 103.8^\circ \text{BT}$), Vanimo ($2.7^\circ \text{LS}, 141.3^\circ \text{BT}$), dan Darwin ($12.45^\circ \text{LU}, 130.95^\circ \text{BT}$), dengan jam LST berturut-turut adalah LST = UT + 7, LST = UT + 10, dan LST = UT + 9. Didapat nilai parameter regresi $A_{(h,m)}$ dan $B_{(h,m)}$ untuk masing-masing stasiun pengamat ionosfer.

Dari keempat stasiun pengamat ionosfer tersebut, diambil data nilai parameter regresi $A_{(h,m)}$, kemudian dicari hubungannya dengan lintang tempat (φ) dari masing-masing stasiun pengamat ionosfer tersebut. Disini digunakan pendekatan polinomial dengan derajat polinomial tertentu. Dicari nilai-nilai koefisien α_i dari persamaan $A_{(h,m)} = (\sum \alpha_i * \varphi^i)_{(h,m)}$, dengan i adalah derajat polinomial. Setelah dicari dengan beberapa derajat polinomial, didapat derajat polinomial 2 yang paling efektif untuk digunakan. Dan didapat nilai-nilai koefisien α_i (bulan dan jam LST tertentu) yaitu koefisien $\alpha_0, \alpha_1,$ dan α_2 , dengan perhitungan polinomial derajat 2.

Demikian juga untuk data $B_{(h,m)}$ pada bulan dan jam LST tertentu dari keempat stasiun tersebut dihubungkan dengan lintang tempat (φ). Dengan pendekatan polinomial dengan derajat polinomial tertentu, didapat derajat polinomial 3 yang paling efektif untuk digunakan. Dan didapat nilai-nilai

koefisien β_j (bulan dan jam LST tertentu) yaitu koefisien β_0 , β_1 , β_2 , dan β_3 , dengan perhitungan polinomial derajat 3.

Dari hasil perhitungan parameter regresi $A_{(h,m)}$ dan $B_{(h,m)}$ serta perhitungan koefisien polinomial α_i dan β_j , didapat persamaan untuk memprediksi frekuensi f_0F_2 pada bulan dan jam LST tertentu dengan diketahui data indeks T dan lintang tempatnya. Persamaan tersebut adalah

$$\begin{aligned} f_0F_{2(h,m)} &= A_{(h,m)} * T_{(m)} + B_{(h,m)} \\ &= (\alpha_{0(h,m)} + \alpha_{1(h,m)} * \varphi + \alpha_{2(h,m)} * \varphi^2) * T_{(m)} + (\beta_{0(h,m)} + \beta_{1(h,m)} * \varphi + \\ &\quad \beta_{2(h,m)} * \varphi^2 \\ &\quad + \beta_{3(h,m)} * \varphi^3) \end{aligned}$$

dengan koefisien polinomial α_0 , α_1 , α_2 , β_0 , β_1 , β_2 , dan β_3 pada bulan dan jam LST tertentu.

Kemudian perbandingan antara hasil perhitungan persamaan tersebut dengan hasil keluaran ASAPS terhadap data pengamatan. Sebagai contoh, perbandingan hasil perhitungan model polinom di Manila bulan Desember 1992 dengan hasil keluaran ASAPS terhadap data pengamatan serta besarnya masing-masing keakuratannya, seperti terlihat pada Gambar 1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa rata-rata prosentase kesalahan selisih hasil model polinom terhadap data pengamatan sebesar 10.3% sedangkan rata-rata prosentase kesalahan selisih hasil ASAPS terhadap pengamatan sebesar 17.2%.

Demikian juga untuk perbandingan hasil yang lain seperti di Singapura bulan September 1970, di Darwin bulan Juni 1993, di Vanimo bulan Maret 1993, dan tak ketinggalan juga dihitung perbandingan di Biak yang tidak termasuk dalam perhitungan nilai-nilai koefisien dari model polinom bulan Juli 1992 masing-masing sebesar 5.7% dan 10.6%, 4.7% dan 14.7%, 9.3% dan 23.8%, serta 14.3% dan 23.4%.

6. Kesimpulan

Model prediksi frekuensi f_0F_2 pada bulan dan jam LST tertentu dengan input indeks T dan posisi lintang tempat (φ) adalah sebagai berikut :

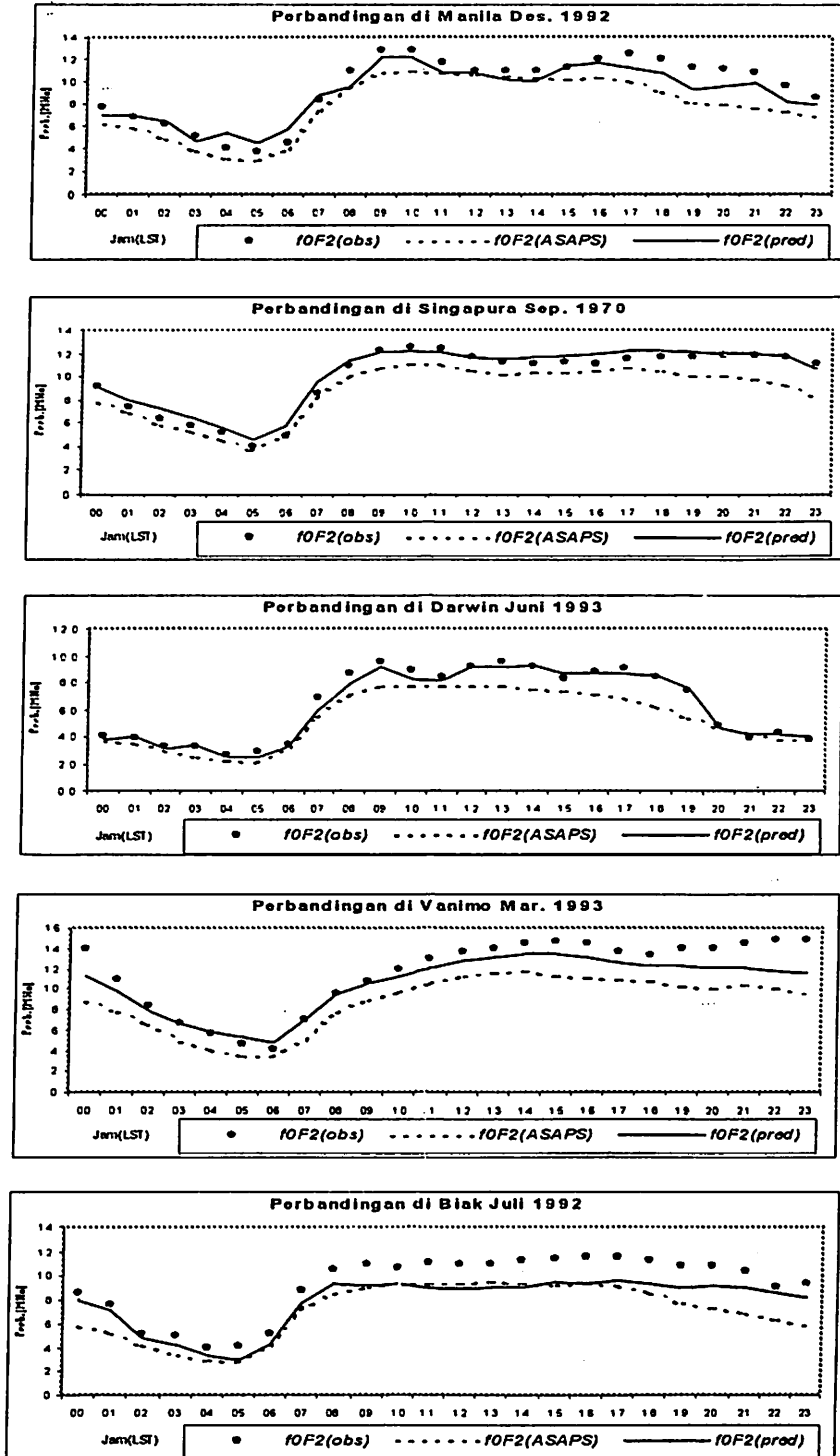
$$\begin{aligned} f_0F_{2(h,m)} &= A_{(h,m)} * T_{(m)} + B_{(h,m)} \\ &= (\alpha_{0(h,m)} + \alpha_{1(h,m)} * \varphi + \alpha_{2(h,m)} * \varphi^2) * T_{(m)} + (\beta_{0(h,m)} + \beta_{1(h,m)} * \varphi + \\ &\quad \beta_{2(h,m)} * \varphi^2 + \beta_{3(h,m)} * \varphi^3) \end{aligned}$$

dengan koefisien polinomial α_0 , α_1 , α_2 , β_0 , β_1 , β_2 , dan β_3 pada bulan dan jam LST tertentu.

Model polinom tersebut lebih akurat dibandingkan dengan model ASAPS.

Daftar Pustaka

- Kaloka S., 1982, *Kumpulan Kertas Kerja Program Penelitian Pusat Riset Dirgantara LAPAN*, LAPAN, Jakarta.
- Zalesi B. dkk., 1989, *Proceeding of a workshop at Leura*, Australia.
- Budiyanto, 2000, *Warta LAPAN*, LAPAN, Jakarta.
- Budiyanto, 2001, *Warta LAPAN*, LAPAN, Jakarta.



Gambar 1. Perbandingan foF2 prediksi model polinom dengan ASAPS dan pengamatan.