

MODEL POLA HARI TENANG MEDAN GEOMAGNET DI SEKITAR STASIUN TANGERANG MENGUNAKAN PERSAMAAN POLINOM ORDE-4

Anwar Santoso dan Habirun

Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

The quiet day pattern is related to investigations on geomagnetic disturbance, such as the calculation of K index and determination of the geomagnetic disturbance level activities at one location. In connection with this phenomenon, many investigations have been done for determining the quiet day models. In this paper we studied the determination of the quiet day pattern model based on 5-quiet days average of the H-component from Tangerang station during 2000 to 2004. From analysis of the 5-quiet days average data we found that the 4 order polynomial equation is suitable to reconstruct the pattern. This result was supported with high correlation value between 4 order polynomial model and H-component data in each 5-quiet days, i. e. of about 0.87 to 0.98. We conclude that the 4 order polynomial model is good enough for quiet day model.

ABSTRAK

Pola hari tenang sangat berkaitan dengan penelitian-penelitian tentang gangguan geomagnet, beberapa contoh diantaranya dalam perhitungan indeks K dan penentuan tingkat gangguan medan geomagnet di suatu lokasi. Berkenaan dengan fenomena tersebut, telah banyak dilakukan penelitian untuk menentukan model pola hari tenang. Dalam makalah ini dilakukan studi penentuan model pola hari tenang berdasarkan data rata-rata 5-hari tenang komponen H stasiun Tangerang tahun 2000 sampai 2004. Dari analisis data rata-rata 5-hari tenang diperoleh bahwa persamaan polinom orde 4 relatif cukup bagus untuk menggambarkan pola yang dibentuk oleh rata-rata 5-hari tenang komponen H stasiun Tangerang. Hasil ini diperkuat dengan tinggi kisaran rata-rata harga korelasi antara model polinom orde 4 dengan pola komponen H 5-hari tenang masing-masing bulan yaitu 0.87 sampai 0.98. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model polinom orde 4 cukup bagus untuk model pola hari tenang.

1 PENDAHULUAN

Model hari tenang geomagnet merupakan model yang dikembangkan berdasarkan 5-hari tenang internasional (IQDs = *International Quiet Days*) yang banyak dimanfaatkan dalam kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan penentuan tingkat gangguan medan geomagnet, seperti penentuan indeks K, tingkat variasi medan geomagnet dan prediksi variasi medan geomagnet. Sampai saat ini sudah ada beberapa model yang berkaitan dengan pola hari tenang, salah satu diantaranya adalah

model yang diperkenalkan oleh McPherron (2005). Model McPherron ini juga merupakan salah satu contoh model yang dikembangkan berdasarkan rata-rata 5-hari tenang internasional. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pola hari tenang stasiun Tangerang ($175^{\circ}40'$ BT; $17^{\circ}60'$ LS) menggunakan persamaan polinom orde-4.

2 DATA DAN PENGOLAHAN

Data yang digunakan dalam kegiatan ini adalah data jam-an komponen H dari stasiun Tangerang dari tahun

2000 sampai tahun 2004 dengan kualitas data relatif cukup bagus dan lengkap walaupun ada beberapa bulan data yang kosong tetapi jumlahnya tidak banyak. Selain itu, data 5-hari tenang internasional (IQDs) yang diperoleh dari website www.kugi.kyoto-u.ac.jp.

Dalam kegiatan untuk menentukan model pola hari tenang medan magnet bumi di suatu lokasi (stasiun) maka hal penting yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan rata-rata 5-hari tenang masing-masing bulan. Salah satu model hari tenang yang menjadi referensi dalam kegiatan penentuan pola hari tenang adalah model yang diperkenalkan oleh McPherron (2005). Persamaannya sebagai berikut,

$$S_q(T, M) = \sum_{n=1}^5 \sum_{m=1}^5 A_n^m \cos(mT + \alpha_n \cos(nM + \beta_n)) \quad (2-1)$$

dengan

- A = konstanta awal
- T = waktu yang sedang berjalan
- M = bulan yang sedang berjalan
- α dan β = beda fase

Dari beberapa pengamatan, umumnya pola rata-rata hari tenang memiliki ciri-ciri bentuk seperti ditunjukkan pada Gambar 2-1, yaitu seperti perpaduan di antara garis linier dan eksponensial, atau dapat dikatakan lebih condong sebagai bentuk persamaan linier dengan orde pangkat yang banyak (lebih dari dua orde). Dari beberapa persamaan matematis yang ada maka lebih cocok untuk menggambarkan pola yang seperti ditunjukkan pada Gambar 2-1, adalah persamaan polinom karena persamaan polinom merupakan persamaan linier dengan orde pangkat yang lebih banyak, ilustrasi persamaannya adalah $Y = aX^n + bX^{n-1} + cX^{n-2} + \dots + f$ dengan $n > 2$.

Deret berkala komponen H bulanan umumnya mengikuti model

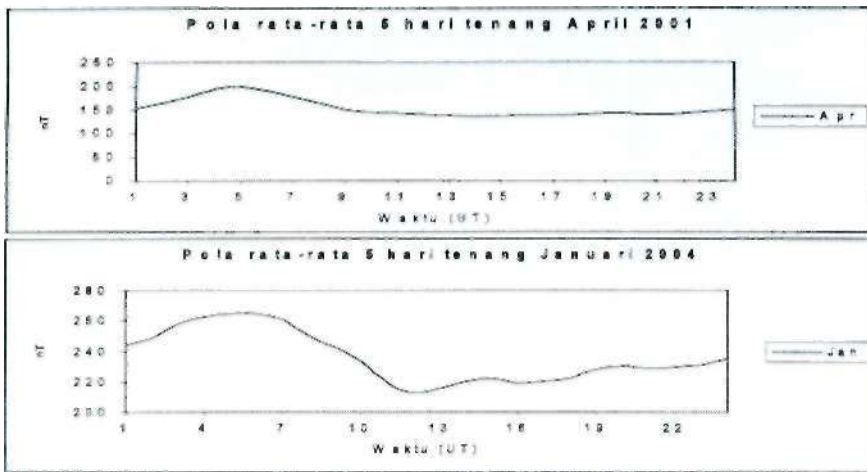
polinom yang secara matematis dinyatakan oleh

$$H(t) = a_0 + \sum_{n=1}^k a_n t^n + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2-2)$$

a_0 dan a_n adalah konstanta-konstanta model, e_t adalah galat model waktu ke- t , n adalah banyaknya konstanta yang dihitung dalam model dan k adalah orde model. Perhitungan konstanta-konstanta model persamaan (2-2) adalah dengan meminimumkan galat e_t terhadap konstanta-konstanta model, kemudian samakan dengan nol sehingga konstanta-konstanta model polinomnya dapat ditentukan.

Untuk menunjang kegiatan analisis data, langkah yang akan dilakukan adalah

- Melakukan pengumpulan dan identifikasi keberadaan data komponen H stasiun Tangerang tahun 2000-2004.
- Download tabel IQDs (*International Quiet Days*) dari website www.kugi.kyoto-u.ac.jp.
- Melakukan pengolahan data untuk menentukan rata-rata 5-hari tenang komponen H berdasarkan data IQDs. Harga rata-rata inilah yang dimaksudkan sebagai
- Melakukan pengeplotan hasil dari langkah c, untuk menentukan pola hari tenang masing-masing bulan dalam setiap tahun yang diikuti dengan menentukan persamaan polinom orde 4-nya.
- Setelah persamaan polinom orde 4-nya diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan harga komponen H menggunakan persamaan ini.
- Membandingkan hasil langkah e, dengan pola komponen H masing-masing dari 5 hari tenang setiap bulannya, misal Q1, Q2, Q3, Q4 dan Q5.



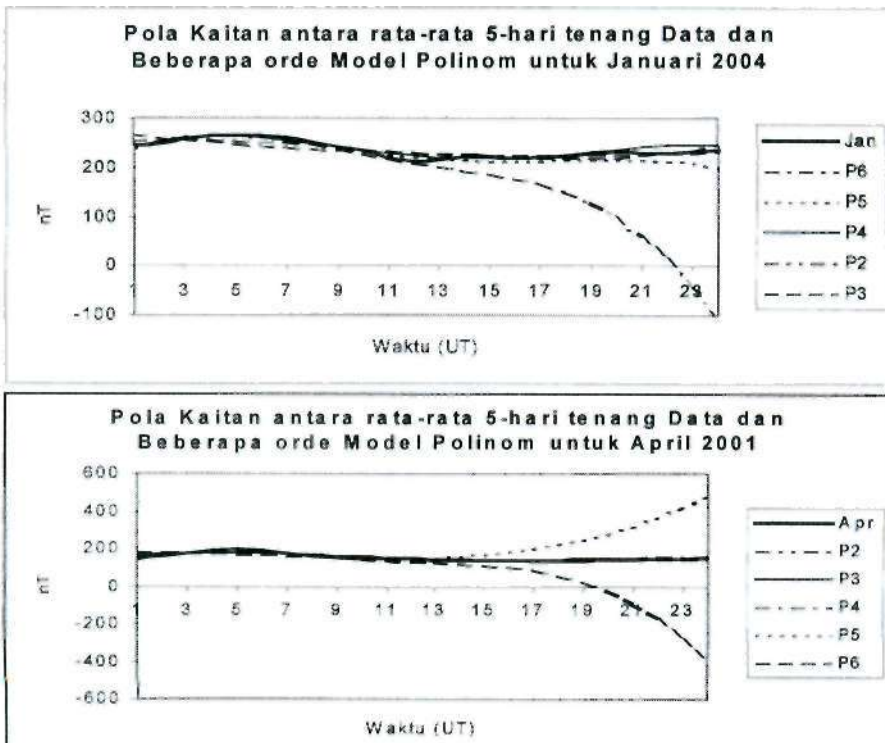
Gambar 2-1: Contoh pola grafik rata-rata 5-hari tenang untuk bulan Januari 2004

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pola rata-rata 5-hari tenang seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar 2-1, penulis menduga bahwa pola tersebut dapat direkonstruksi dengan menggunakan persamaan polinom. Namun demikian, orde berapa yang paling cocok digunakan masih belum bisa dipastikan. Untuk menjawab hal ini, kita lakukan pengolahan lanjutan mengikuti langkah-langkah yang telah diberikan pada metodologi dengan bahan Gambar 2-1. Dari gambar tersebut, dapat ditentukan

beberapa orde dari persamaan polinom, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3-1.

Dari Tabel 3-1, kemudian dilakukan penentuan harga rata-rata 5-hari tenang menggunakan masing-masing orde polinom yang berbeda tersebut dan selanjutnya diplot bersama-sama dengan datanya untuk diperbandingkan. Hasil seperti terlihat pada Gambar 3-1. Dari gambar tersebut tampak bahwa polinom orde 4 lebih berimpit dengan datanya. Analisis korelasi terhadap masing-masing orde persamaan polinom pada Tabel 3-1., hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3-2.



Gambar 3-1: Pola grafik yang dihasilkan dari beberapa orde persamaan polinom dalam Tabel 3-1

Tabel 3-1: TABEL BERBAGAI ORDE PERSAMAAN POLINOM YANG DIPEROLEH DARI GAMBAR2-1

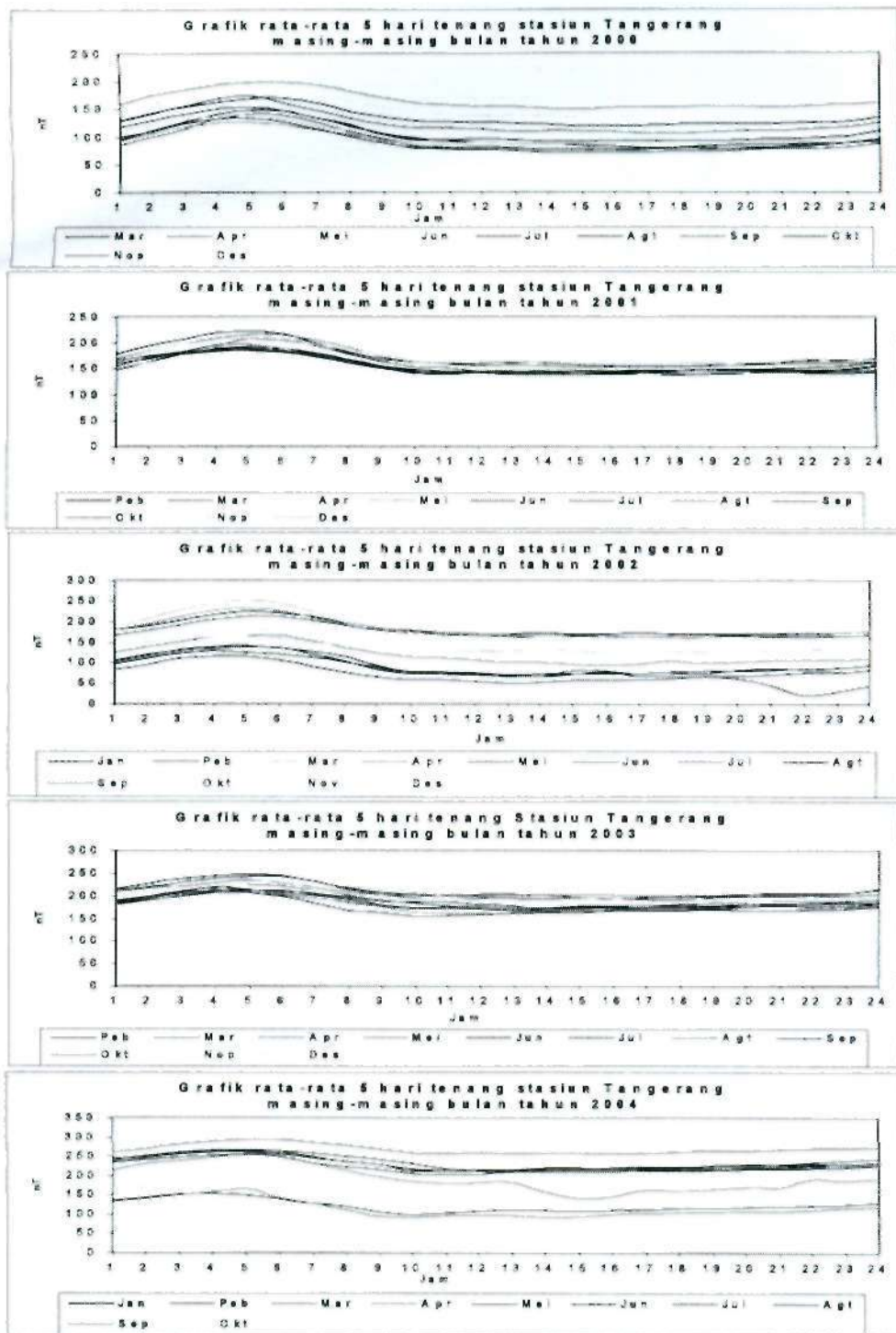
No.	Orde	Persamaan Polinom
		April 2001
1.	Polinom-2	$V = 0.1353x - i - 5.2074x + 191.52$
2.	Pounom-3	$y = 0.0323x^3 - 1.0743x^2 + 7.1371x + 163.21$
3.	Polinom-4	$y = -0.0056x^4 + 0.314x^3 - b.6665x^2 + 33.901x + 123.66$
4.	Polinom-5	$V = 0.0005x^5 - 0.0343x^4 + 0.9591x^3 - 11.915x^2 + 58.149x + 97.682$
5.	Polinom-b	$y = 3E-05x^6 - 0.0021x^5 + 0.0403x^4 - 0.0625x^3 - 5.1617x^2 + 39.009x + 113.75$
Januari 2004		
1.	Polinom-2	$P2 = o.1b39x^2 - 5.418bx + 272.54$
2.	Polinom-3	$P3 = 0.0251x^3 - 0.7866x^2 + 4.1792x + 250.53$
3.	Polinom-4	$P4 = -0.0046x^4 + 0.2572x^3 - 4.5697x^2 + 26.228x + 217.94$
4.	Polinom-5	$P5 = 6E-05x^5 - 0.0086x^4 + 0.3456x^3 - 5.4266x^2 + 29.553x + 214.38$
5.	Polinom-b	$P6 = 6E-05x^6 - 0.0045x^5 + 0.1213x^4 - 1.4304x^3 + 6.3141x^2 - 3.7189x + 242.31$

Tabel 3-2: HARGA KORELASI DARI MASING-MASING ORDE POLINOM TERHADAP POLA 5-HARI TENANG RATA-RATA BULAN APRIL 2001 DAN JANUARI 2004

No.	Orde Polinom	(April 2001)	Koreasi	(Januari 2004)
1.	Polinom Orde 2		0.72	0.77
2.	Polinom Orde 3		0.84	0.87
3.	Polinom Orde 4		0.93	0.93
4.	Polinom Orde 5		-0.13	0.88
5.	Polinom Orde 6		0.35	0.41

Tabel 3-3: PERSAMAAN POLINOM ORDE 4 DARI MASING-MASING BULAN SEPANJANG TAHUN 2000 SAMPAI TAHUN 2004 YANG DIPEROLEH BERDASARKAN GAMBAR 3-2

Th	Bulan	Persamaan Polinom Orde 4
	Jan	Tidak ada data atau data komponen H pada 5-hari tenang tidak ada
	Pel)	Tidak ada data atau data komponen H pada b-hari tenang tidak ada
	Mar	$y = -0.006x^4 + 0.3386x^3 - 6.3025x^2 + 39.553x + b.1.712$
	Apr	$y = -0.0064x^4 + 0.3632x^3 - b.Vbbbx^2 + 42.347x + 47.058$
	Mei	$y = -0.0044x^4 + 0.2386x^3 - 4.1414x^2 + 22.193x + 9b.315$
	Jun	$y = -0.0044x^4 + 0.2499x^3 - 4.5323x^2 + 2b.582x + 73.597$
	Jul	$y = -0.0047x^4 + 0.261x^3 - 4.6523x^2 + 26.075x + 81.291$
	Agt	$y = -0.0051x^4 + 0.2829x^3 - 5.0351x^2 + 28.22x + 97.158$
	Sep	$y = -0.0048x^4 + 0.2756x^3 - 5.0325x^2 + 29.49x + 107.47$
	Okt	$y = -0.0043x^4 + 0.2495x^3 - 4.6713x^2 + 29.29x + 105.69$
	TCop	$V = -0.0048x^4 + 0.2727x^3 - 5.0708x^2 + 31.944x + 131.71$
	Des	$y = -0.0051x^4 + 0.2884x^3 - 5.3289x^2 + 33.247x + lib.41$
2001	Jan	Tidak ada data atau data komponen H pada 5-hari tenang tidak ada
	Peb	$y = -0.0054x^4 + 0.3009x^3 - 5.4851x^2 + 33.712x + 121.16$
	Mar	$y = -0.005bx^4 + 0.3212x^3 - 6.0038x^2 + 37.873x + 122.09$
	Apr	$y = -0.005bx^4 + 0.314x^3 - 5.6665x^2 + 33.901x + 123.66$
	Mei	$v = -0.0042x^4 + 0.2338x^3 - 4.1494x^2 + 23.b03x + 143.b5$
	Jun	$y = -0.0042x^4 + 0.2324x^3 - 4.1047x^2 + 23.257x + 142.56$
	Jul	$y = -0.0039x^4 + 0.2155x^3 - 3.7494x^2 + 20.144x + 151.45$
	Agt	$y = -0.004x^4 + 0.2209x^3 - 3.9002x^2 + 21.809x + 144.01$
	Sep	$y = -0.0058x^4 + 0.3193x^3 - 5.6904x^2 + 32.8x + 153.53$
	Okt	$y = -0.00bx^4 + 0.3378x^3 - b.1932x^2 + 38.037x + 135.5$
	Nop	$y = -0.004bx^4 + 0.2626x^3 - 4.8552x^2 + 30.106x + 143.06$
	Des	$y = -0.004bx^4 + 0.2575x^3 - 4.7277x^2 + 29.016x + 148.67$
2002	Jan	$y = -0.0053x^4 + 0.2971x^3 - b.4b35x^2 + 34.068x + 148.25$
	Peb	$y = -0.0049x^4 + 0.281x^3 - 5.2842x^2 + 34.251x + 135.4$
	Mar	$y = -0.0081x^4 + 0.4507x^3 - 8.18x^2 + 49.272x + 143.55$
	Apr	$y = -0.0054x^4 + 0.3094x^3 - 5.7332x^2 + 35.354x + 151.47$
	Mei	$y = -0.0059x^4 + 0.3208x^3 - 5.4678x^2 + 28.96bx + b2.949$
	Jun	$y = -0.0055x^4 + 0.3036x^3 - 5.3109x^2 + 29.288x + 75.744$
	Jul	$y = -0.0057x^4 + 0.2955x^3 - 5.02b3x^2 + 2b.527x + 89.376$
	Agt	$y = -0.00b3x^4 + 0.3503x^3 - 6.2205x^2 + 35.197x + 75.b08$
	Sep	$y = -0.0057x^4 + 0.3258x^3 - b.0177x^2 + 36.323x + 92.692$
	Okt	$y = -0.0044x^4 + 0.2594x^3 - 4.9028x^2 + 30.025x + 121.37$
	Nop	$JL = -0.0032x^4 + 0.18x^3 - 3.2056x^2 + 18.267x + 126.67$
	Des	$y = -0.0051x^4 + 0.2839x^3 - 5.1809x^2 + 3i.832x + 131.64$



Gambar 3-2: Pola rata-rata 5-hari tenang (IQDs) komponen H stasiun Tangerang dari tahun 2000 sampai tahun 2004

Dari Tabel 3-2 diperoleh bahwa harga korelasi untuk polinom orde 4 lebih bagus di antara orde-orde lainnya, yaitu sekitar 93.3%-93.4%.

Berdasarkan hasil pada Gambar 3-1 dan Tabel 3-2, maka dapat ditetapkan bahwa polinom orde 4 lebih cocok digunakan untuk merekonstruksi pola rata-rata 5 hari tenang. Selanjutnya

dengan prosedur yang sama maka dilakukan pengolahan data untuk tahun 2000-2004. Hasilnya ditampilkan pada Gambar 3-2.

Dari Gambar 3-2, dilakukan penentuan persamaan polinom orde 4-nya, hasilnya ditampilkan dalam Tabel 3-3. dan Tabel 3-4, dalam bentuk tampilan bulanan pertahun.

Tabel 3-4: SERUPA DENGAN TABEL 3-3, TETAPI UNTUK TAHUN YANG BERBEDA YAITU TAHUN 2003 DAN 2004

Tahun	Bulan	Persamaan Polinom Orde 4
2003	Jan	Tidak ada data atau walaupun ada tetapi data pada 5-hari tenang tidak ada
	Peb	$y = -0.0035x^4 + 0.1975x^3 + 3.6594x^2 + 23.008x + 162.22$
	Mar	$y = -0.0052x^4 + 0.2863x^3 + 5.0626x^2 + 29.799x + 163.6$
	Apr	$V = -0.0041x^4 + 0.2247x^3 + 3.913x^2 + 22.334x + 163.18$
	Mei	$y = -0.0053x^4 + 0.2803x^3 + 4.6956x^2 + 24.869x + 167.05$
	Jun	$y = -0.0045x^4 + 0.2329x^3 + 3.7495x^2 + 17.683x + 177.26$
	Jul	$y = -0.0042x^4 + 0.2261x^3 + 3.9372x^2 + 21.885x + 173$
	Agt	$y = -0.0042x^4 + 0.2362x^3 - 4.2758x^2 + 24.79x + 191.8$
	Sep	$y = -0.0039x^4 + 0.2214x^3 - 4.0179x^2 + 23.274x + 198.96$
	Okt	$y = -0.0031x^4 + 0.1637x^3 - 2.8368x^2 + 15.968x + 197.52$
	Nop	$y = -0.0028x^4 + 0.1552x^3 + 2.8238x^2 + 16.538x + 187.87$
	Des	$y = -0.0029x^4 + 0.1707x^3 - 3.3009x^2 + 21.411x + 185.26$
2004	Jan	$y = -0.0046x^4 + 0.2572x^3 + 4.5697x^2 + 26.228x + 217.94$
	Peb	$y = -0.0039x^4 + 0.2216x^3 + 4.0463x^2 + 25.149x + 239.73$
	Mar	$y = -0.006x^4 + 0.3545x^3 + 6.6486x^2 + 38.483x + 179.93$
	Apr	$y = -0.0049x^4 + 0.2597x^3 - 4.3695x^2 + 22.404x + 225.33$
	Mei	$y = -0.0043x^4 + 0.2352x^3 - 3.9775x^2 + 20.414x + 227.96$
	Jun	$y = -0.0041x^4 + 0.2168x^3 - 3.5953x^2 + 17.708x + 223.21$
	Jul	$y = -0.0046x^4 + 0.2553x^3 - 4.482x^2 + 24.299x + 223.24$
	Agt	$y = -0.0037x^4 + 0.1952x^3 - 3.0997x^2 + 13.482x + 131.27$
	Sep	$y = -0.0056x^4 + 0.293x^3 - 4.7897x^2 + 22.831x + 118.11$
	Okt	$y = -0.0056x^4 + 0.3023x^3 + 5.195x^2 + 28.186x + 135.29$
	Nop	Tidak ada data
	Des	Tidak ada data

Tabel 3-5: HARGA KORELASI ANTARA POLA RATA-RATA 5 HARI TENANG DENGAN POLINOM ORDE 4

Bulan	2000	2001	2002	2003	2004
Januari			0.95		0.93
Pebruari		0.97	0.95	0.97	0.91
Maret	0.96	0.95	0.96	0.95	0.97
April	0.96	0.93	0.95	0.88	0.93
Mei	0.94	0.91	0.95	0.95	0.93
Juni	0.97	0.92	0.98	0.91	0.92
Juli	0.94	0.95	0.94	0.93	0.97
Agustus	0.95	0.97	0.97	0.92	0.87
September	0.93	0.95	0.98	0.95	0.92
Oktober	0.94	0.97	0.98	0.87	0.94
Nopember	0.98	0.96	0.90	0.92	
Desesember	0.97	0.96	0.97	0.96	

Tabel 3-6: KISARAN RATA-RATA HARGA KORELASI PADA MASING-MASING TAHUN DARI TAHUN 2000-2004

Tahun	2000	2001	2002	2003	2004
Interval Korelasi	0.93-0.98	0.91-0.97	0.90-0.98	0.87-0.97	0.87-0.97

Tabel 3-3 dan Tabel 3-4, menunjukkan persamaan-persamaan polinom orde 4 bulanan pada masing-masing tahun. Dalam kedua tabel, tampak ada beberapa bulan yang tidak ditunjukkan, yaitu pada bulan Januari dan Februari tahun 2000, bulan Januari 2001, bulan Januari 2003 dan bulan November dan Desember 2004. Hal ini karena keberadaan data terutama pada 5 hari tenang kosong, walaupun ada hanya beberapa hari saja. Dari Tabel 3-3 dan Tabel 3-4, dilakukan penentuan harga komponen H, kemudian diperbandingkan dengan pola rata-rata 5 hari tenangnya. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3-5. Kisaran rata-rata harga korelasi Tabel 3-5 berada pada interval 0.87-0.98 dari tahun 2000-2004

Dari analisis terhadap Gambar 3-2, diperoleh bahwa pola rata-rata 5-hari tenang komponen H stasiun Tangerang pada masing-masing bulan dari tahun 2000 sampai 2004 relatif berimpit. Hal ini diperkuat dengan harga korelasi masing-masing bulan yang relatif cukup

besar, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3-6.

4 KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa (1) Model pola hari tenang dengan polinom orde 4 relatif cukup bagus, (2) Kisaran rata-rata harga korelasi antara pola yang dibentuk dari persamaan polinom orde 4 dengan pola komponen H pada masing-masing 5-hari tenang bulanan berada pada interval 0.87 - 0.98.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Mamat Ruhimat dan Ibu Sity Rachyany atas segala bentuk saran dan dukungan untuk penyempurnaan makalah ini.

DAFTAR RUJUKAN

Mc Pherron R. L., 2005. *Calculation of the Dst index*, Presented at LWS CDAW Workshop, Fairfax, Virginia, USA, March 14-16.