

IDENTIFIKASI POLA PERGERAKAN HARGA BERAS MELALUI DEKOMPOSISI DERET WAKTU SECARA ENSEMBLE

Casia Nursyifa¹, Hari Wijayanto², Bagus Sartono²

¹Mahasiswa pada Departemen Statistika, FMIPA IPB

²Dosen pada Departemen Statistika, FMIPA IPB

Abstrak

Metode *Ensemble Empirical Mode Decomposition* (Ensemble EMD) merupakan pendekatan alternatif analisis harga beras melalui proses dekomposisi data menjadi beberapa *intrinsic mode function* (IMF) dan residu. Metode EMD mampu bekerja pada kondisi data yang bersifat nonlinear dan nonstasioner sehingga sesuai dengan karakteristik harga beras yang tidak stabil antar musim dan tahun. Konsep ensemble dibutuhkan agar skala karakteristik yang dihasilkan dalam IMF menjadi lebih natural dengan menambahkan serangkaian *white noise* pada data. Penelitian ini dilakukan terhadap perkembangan harga beras bulanan dan mingguan di Kota Jakarta. Berdasarkan hasil Ensemble EMD, tiga IMF yang memiliki kontribusi terbesar terhadap volatilitas harga beras bulanan ialah IMF 3, IMF 4 dan IMF 5 dengan rata-rata periode 1.12, 2.56 dan 6.29 tahun serta IMF 4, IMF 5, dan IMF 6 dengan rata-rata periode 0.49, 1.00, dan 2.11 tahun pada data harga beras mingguan. Komponen tren memberikan kontribusi dominan dengan nilai 92.40% untuk data harga bulanan dan 96.36% untuk data harga mingguan. Selanjutnya hasil rekonstruksi *fine-to-coarse* data harga mingguan memperlihatkan bahwa komponen berfrekuensi tinggi memberikan pengaruh lebih besar dari komponen berfrekuensi rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa proses ketidakseimbangan permintaan dan penawaran pasar serta faktor cuaca masih mempengaruhi stabilitas harga beras.

Kata Kunci: *Ensemble EMD, Time Series, Volatilitas Harga*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Beras merupakan komoditas vital bagi masyarakat Indonesia dengan angka konsumsi beras per kapita per minggu rata-rata mencapai 1,721 kg (BPS 2012). Kontribusi beras dalam sumbangan konsumsi kelompok padi-padian pun tetap dominan yakni 80,7% dari total energi padi-padian (1.218 kkal/kapita/hari) pada tahun 2010 (Direktorat Tanaman Pangan 2012). Hal ini menunjukkan bahwa beras masih menjadi pangan sumber karbohidrat utama dalam pola konsumsi pangan penduduk Indonesia. Oleh karena itu, harga beras menjadi salah satu instrumen penting dalam menciptakan ketahanan pangan nasional

Pada kenyataannya, kondisi harga beras di Indonesia terus berubah (tidak stabil). Ketidakstabilan ini menurut Sawit (2001) dapat dilihat dari dua sisi yang berbeda. Pertama, ketidakstabilan harga beras antar musim yaitu musim panen dan musim paceklik. Kedua, ketidakstabilan antar tahun karena pengaruh iklim seperti kekeringan atau banjir serta fluktuasi harga beras di pasar internasional. Selain itu, ada

kecenderungan harga beras untuk terus merangkak naik. Chairil *et. al* (2011) mengemukakan bahwa faktor perubahan cuaca dan tingginya tingkat permintaan beras yang tidak diimbangi dengan peningkatan produksinya menjadi pemicu utama kenaikan harga beras.

Metode EMD diperkenalkan oleh Huang *et. al* tahun 1998. Metode ini banyak digunakan pada bidang ilmu geofisika dan biomedis. EMD ialah teknik analisis yang empiris, intuitif, langsung dan adaptif terhadap pemrosesan data, khususnya yang bersifat nonlinear dan nonstasioner. Hal ini sesuai dengan karakteristik harga beras yang memiliki ketidakstabilan antar musim dan tahun. Zhang *et. al* (2008) mengemukakan bahwa prinsip EMD ialah menguraikan data runtun waktu menjadi sejumlah *intrinsic mode function* (IMF) yang independen dan cenderung periodik berdasarkan skala karakteristik lokal. Kemudian Wu dan Huang (2005) mengembangkan EMD melalui konsep ensemble agar skala karakteristik yang dihasilkan dalam IMF menjadi lebih natural dengan menambahkan serangkaian *white noise* pada data.

Penelitian kali ini akan mengaplikasikan metode *Ensemble EMD* pada perkembangan harga beras bulanan selama 28 tahun terakhir dan harga beras mingguan selama sepuluh tahun terakhir di Kota Jakarta. Analisa karakteristik harga beras mingguan dan bulanan tersebut akan difokuskan pada tahap penguraian serangkaian IMF yang dihasilkan algoritma *Ensemble EMD*. Kemudian, khusus untuk data harga beras mingguan dilakukan penyusunan kembali IMF yang telah terbentuk melalui rekonstruksi *fine-to-coarse* menjadi dua kelompok utama yakni bagian dengan proses fluktuasi pendek (representasi ketidakseimbangan normal permintaan dan penawaran) dan bagian dengan perubahan lambat (representasi efek atau guncangan dari kejadian-kejadian yang signifikan). Residu yang dihasilkan akan dilihat sebagai garis besar evolusi harga beras mingguan di Kota Jakarta.

Tujuan Penelitian

Mengetahui karakteristik harga beras bulanan dan mingguan beras di Kota Jakarta.

2. Tinjauan Pustaka

Empirical Mode Decomposition (EMD)

Empirical Mode Decomposition (EMD) yang diperkenalkan oleh Huang *et.al.* (1998) merupakan suatu metode adaptif yang dirancang untuk merepresentasikan sinyal nonstasioner dan nonlinear dengan asumsi bahwa sinyal tersebut tersusun atas osilasi sederhana lokal yang berbeda-beda. EMD bertujuan untuk memisahkan sinyal menjadi beberapa subsinyal. Tiap-tiap subsinyal inilah yang dinamakan *intrinsic mode function (IMF)*. Keseluruhan tahapan metode EMD merupakan proses iteratif untuk mengekstrak sinyal terhadap komponen lokalnya dalam rentang frekuensi tertinggi. Secara lengkap algoritma EMD ialah sebagai berikut:

1. Identifikasi semua nilai ekstrim (*maxima* dan *minima*) dari $x(t)$.
2. Buat *envelope* atas dan bawahnya, $e_{min}(t)$ dan $e_{max}(t)$, dengan interpolasi *cubic spline*
3. Hitung rata-rata $m(t) = (e_{min}(t) + e_{max}(t)) / 2$
4. Ekstrak *detail*, $d(t) = x(t) - m(t)$
5. Cek keterpenuhan syarat suatu IMF yakni:
 - a. Fungsi memiliki jumlah yang sama antara *zero-crossings* dan ekstrim atau berbeda satu saja.
 - b. Fungsi bersifat simetri terhadap rata-rata nol lokal (*local zero mean*)

Apabila merupakan suatu IMF, maka denotasikan $d(t)$ sebagai IMF dan definisikan kembali $x(t)$ dengan residu, $r(t) = x(t) - d(t)$. IMF ke- i akan didenotasikan sebagai $c_i(t)$ dan i merupakan indeksnya. Sementara itu, apabila bukan merupakan suatu IMF maka $d(t)$ ditetapkan sebagai $x(t)$ yang baru.
6. Ulangi langkah 1-5 hingga memenuhi kriteria henti.

Pada proses *sifting* di atas, komponen pertama, c_1 , memiliki skala terbaik (komponen dengan periode terpendek). Residu yang dihasilkan setelah mengekstrak c_1 memiliki variasi periode yang lebih panjang. Oleh karena itu, IMF diekstrak mulai dari frekuensi tinggi hingga frekuensi rendah.

Berkaitan dengan kriteria henti untuk mengekstrak sebuah IMF (*subsequent sifting*), Huang *et al.* (2003) menentukan kriteria henti berdasarkan jumlah *zero-crossings* dan ekstrim. Keduanya harus berjumlah sama atau berbeda hanya satu saja. Saat kondisi tersebut dapat tercapai secara berturut-turut sebanyak S kali, maka proses

sifting dihentikan. Metode ini disebut kriteria penghentian S (S *stoppage*). Nilai S dapat ditentukan antara 3-8. Sementara itu keseluruhan tahap *sifting* juga dapat dihentikan saat residu $r(t)$ menjadi suatu fungsi monoton agar tidak ada lagi IMF yang dapat diekstrak. Selanjutnya, sinyal awal dapat diekspresikan sebagai penjumlahan semua IMF dan residu sebagai berikut:

$$x(t) = \sum_{j=1}^N c_j(t) + r(t),$$

dengan N adalah total IMF yang dihasilkan dan $r(t)$ rata-rata dari tren atau sebuah konstan.

Ensemble Empirical Mode Decomposition (Ensemble EMD)

Konsep ensemble EMD diajukan Wu dan Huang (2004) untuk mengatasi kelemahan EMD yang tidak mampu mengatasi timbulnya *mode mixing*. Adanya *mode mixing* dapat diketahui apabila suatu IMF mengandung sinyal dengan perbedaan skala yang besar atau suatu sinyal dengan skala yang relatif sama pada beberapa komponen IMF yang berbeda. Prosedur Ensemble EMD secara lengkap ialah sebagai berikut:

1. Penambahan serangkaian *white noise* pada data target. dengan standar deviasi *white noise* antara 0,1 atau 0,2 (Zhang *et al.* 2008)
2. Mendekomposisi data yang telah diberikan *white noise* menjadi beberapa IMF.
3. Mengulangi langkah 1-2 secara iteratif, tetapi dengan *white noise* yang berbeda di tiap iterasinya. Jumlah anggota ensemble dapat ditentukan sebanyak 100 percobaan (Zhang *et al.* 2010).
4. Menghitung rata-rata dekomposisi IMF yang bersesuaian sebagai hasil akhir.

Rekonstruksi *Fine to Coarse*

Agar memudahkan interpretasi dari formasi data yang telah dihasilkan algoritma Ensemble EMD, Zhang *et al.* (2008) menawarkan suatu perspektif baru melalui menggunakan metode rekonstruksi *fine-to-coarse*. Metode ini mampu menyusun serangkaian IMF yang terbentuk menjadi dua kelompok utama, pertama adalah bagian dengan proses fluktuasi (*a fluctuating process*) berfrekuensi tinggi dan kedua ialah bagian dengan perubahan lambat (*slowly varying part*) berfrekuensi rendah. Sementara residu ditetapkan sebagai tren yang mencerminkan perubahan di sepanjang rata-rata periode yang panjang. Berikut algoritma yang digunakan:

1. Menghitung rata-rata dari jumlah c_1 hingga c_i untuk tiap komponennya.

2. Menggunakan uji-t untuk mengidentifikasi indeks i yang rataannya berbeda dengan nol secara signifikan.
3. Bagian dengan perubahan lambat didefinisikan sebagai rekonstruksi parsial IMF dari indeks i yang teridentifikasi sebagai titik perubahan signifikan hingga indeks akhir. Sisanya ditentukan sebagai bagian dengan proses fluktuasi.

3. Metodologi

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari Kantor BULOG dan Kementerian Perdagangan Bagian Direktorat Bahan Pokok dan Barang Strategis.. Karakteristik data yang diperoleh merupakan data deret waktu berupa data harga beras bulanan periode 1985 hingga 2012 serta data harga beras harian periode Januari 2002 hingga Agustus 2013. Cara pengumpulan data untuk harga bulanan beras berasal dari rekapitulasi hasil penarikan sampel harga final dari beberapa pedagang di pasar-pasar tradisional setiap hari Rabu. Data harga harian beras pun dikumpulkan berdasarkan harga final dari 2-3 pedagang di setiap pasar tradisional terpilih.

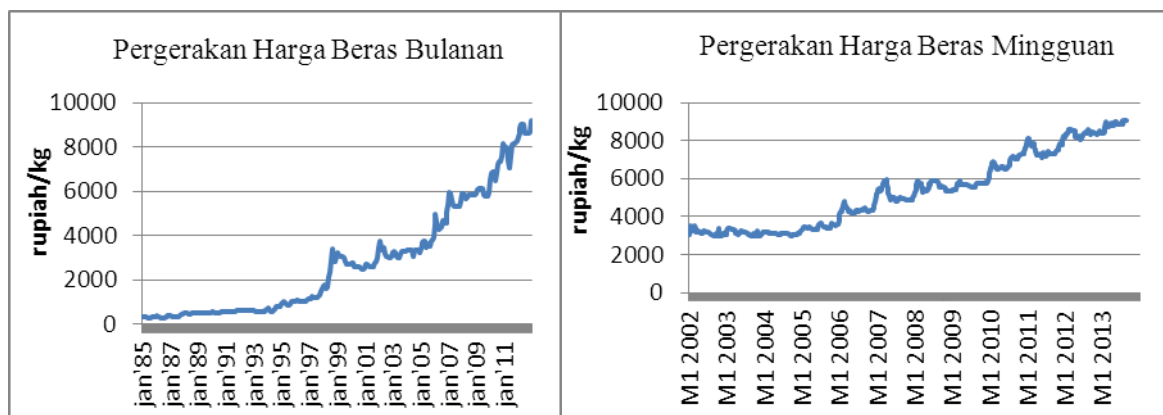
Metode Analisis

Persiapan data yang dilakukan sebelum analisis ialah pemeriksaan data deret waktu yang akan digunakan agar tidak terdapat komponen data yang kosong melalui penanganan *missing value*. *Missing value* diisi dengan menggunakan asumsi harga beras sama dengan harga pada periode sebelumnya. Selanjutnya, data harga beras harian diubah menjadi data mingguan. Selengkapnya metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Membuat plot data input harga beras bulanan dan mingguan.
2. Mengekstrak mode intrinsik berdasarkan algoritma Ensemble EMD
3. Mengetahui kontribusi masing-masing IMF yang dihasilkan terhadap data input dengan menggunakan korelasi Pearson dan persentase rasio ragam.
4. Melakukan rekonstruksi *fine-to-coarse*.
5. Mengetahui kontribusi komponen berfrekuensi tinggi, komponen berfrekuensi rendah dan tren yang dihasilkan terhadap data input harga beras mingguan dengan menggunakan korelasi Pearson dan persentase rasio ragam.

4. Hasil dan Pembahasan

Data pertama yang digunakan ialah data harga beras bulanan periode 1985-2012. Harga beras memperlihatkan tren untuk terus naik. Akan tetapi, harga cenderung stabil di harga kurang dari Rp 1000,00/kg hingga memasuki tahun 1998. Tahun 1998 terjadi kenaikan paling tajam selama tujuh bulan berturut-turut yakni bulan Maret hingga September 1998 dengan harga beras berada di kisaran Rp 3402.5 per kilogram. Kenaikan ini merupakan akibat dari krisis ekonomi moneter yang terjadi di Indonesia mulai tahun 1997. Upaya pemerintah untuk menurunkan beras dapat terlihat dari turunnya harga beras hingga ke titik 2460.66 pada penghujung tahun 2000. Selanjutnya perilaku harga beras mulai bergerak dengan fluktuasi relatif kecil. Sementara itu, data kedua memiliki interval waktu yang lebih pendek dan jumlah observasi yang lebih banyak, berupa harga beras mingguan untuk periode 2002-2013 (Gambar 2). Secara keseluruhan pola pergerakan harga beras mingguan ini relatif stabil.



Gambar 1. Pergerakan Harga Beras Bulanan 1985-2012 di Kota Jakarta

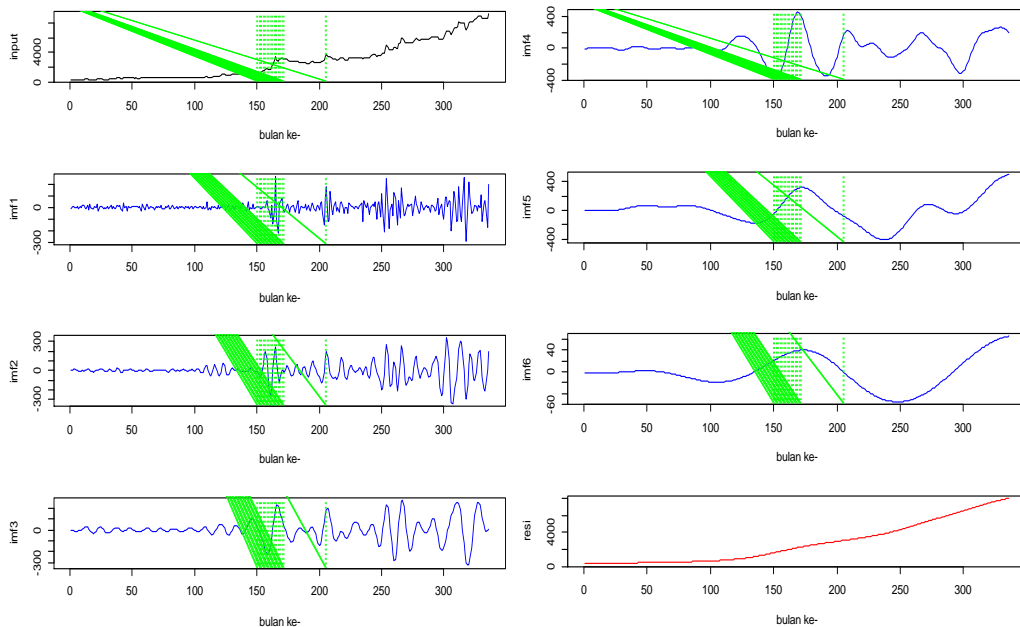
Gambar 2. Pergerakan Harga Beras Mingguan Januari 2002- Agustus 2013

Dekomposisi

Pembentukan IMF pada metode EMD dilakukan secara bertahap, dimulai dari dekomposisi data dengan frekuensi tertinggi hingga frekuensi terendah. Hasil akhir dari proses ini merupakan residu dengan frekuensi paling rendah. Proses sifting yang dilakukan menghasilkan 6 IMF dan residu untuk data bulanan (Gambar 3) serta 7 IMF dan residu untuk data mingguan (Gambar 4).

Pola yang cukup menarik terdapat pada Gambar 3. Seluruh IMF tidak memperlihatkan fluktuasi berarti hingga memasuki bulan ke 150 atau pertengahan tahun 1998. Kondisi ini menunjukkan bahwa kestabilan harga beras dapat dipertahankan pada

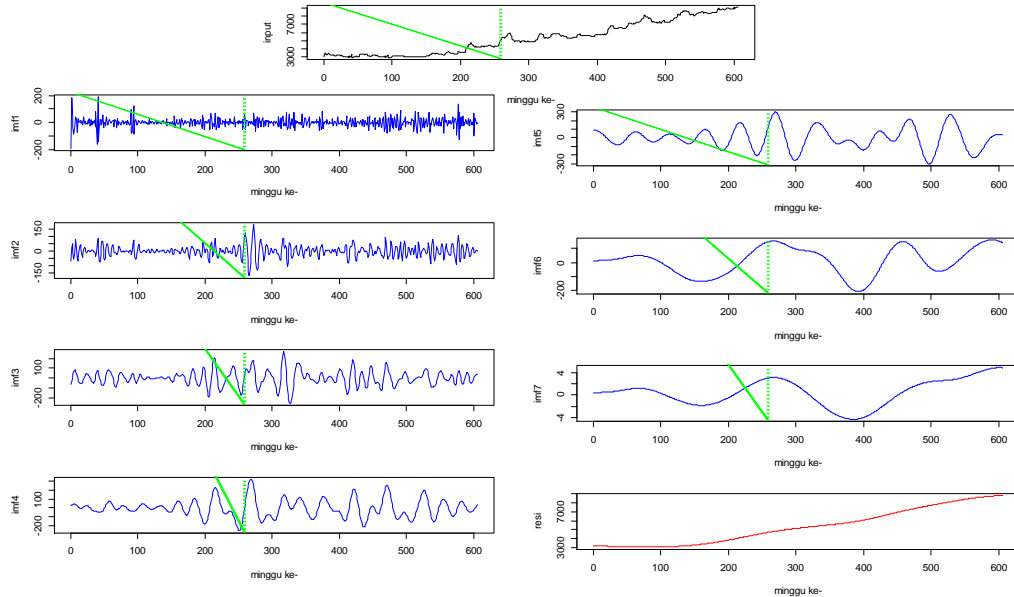
level musiman dan tahunan. Selanjutnya, dampak dari krisis moneter yang melanda Indonesia sejak tahun 1997 hingga 1998 memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap harga beras. Besarnya perubahan harga dilihat melalui Gambar 3 pada wilayah arsiran hijau pertama. Wilayah ini menandai penurunan nilai tukar rupiah yang merosot tajam dari rata-rata Rp 2.450,00 per dollar AS Juni 1997 menjadi Rp 13.513,00 akhir Januari 1998 dan baru kembali menguat pada awal Mei 1999 di kisaran Rp 8.000,00 (Tarmidi 1998). Kemudian wilayah arsiran hijau kedua mengidentifikasi kenaikan harga beras sebagai pengaruh dari naiknya harga bahan bakar minyak pada awal tahun 2002 (BPPN 2002). Gambar 4 menyajikan hasil dekomposisi untuk harga beras mingguan. Garis berwarna hijau menandakan adanya kenaikan harga beras yang cukup besar. Kenaikan ini diduga terjadi karena adanya masalah pada pasokan distribusi (Ariyani dan Raswa 2006). Akibatnya, inflasi pada periode ini, Desember 2006, berada di angka 1,21% (Kurniasih 2007)



Gambar 3. Hasil dekomposisi Ensemble EMD Harga Beras Bulanan

Tabel.1 dan Tabel 2 menyajikan jumlah puncak dan rata-ran periode IMF untuk kedua data. Pola yang menarik dapat dilihat dari rata-ran periode yang terdapat pada tiap-tiap IMF secara berurutan. Rataan periode IMF untuk data bulanan secara berurutan sebesar 3.03, 6.59, 13.44, 30.80, 75.50, dan 146.00 . Hal ini menunjukkan bahwa EMD

merupakan *dyadic filter* (Flandarin *et al.* 2003). Rataan periode IMF untuk data mingguan yang terbentuk juga mengikuti faktor dua atau lebih.



Gambar 4. Hasil dekomposisi Ensemble EMD Harga Beras Mingguan

Tabel 1. Rataan Periode, Korelasi, dan Ragam IMF dan Tren Harga Beras Bulanan

	Jumlah Puncak	Rataan Periode (bulan)	Rataan Periode (tahun)	Korelasi Pearson	Ragam	Persentase Rasio Ragam
Data awal					6218503.00	
IMF 1	111	3.03	0.25	0.04	3683.80	0.06%
IMF 2	51	6.59	0.55	0.04	8719.94	0.14%
IMF 3	25	13.44	1.12	0.12	9385.63	0.15%
IMF 4	10	30.80	2.56	0.23*	24867.75	0.40%
IMF 5	4	75.50	6.29	0.32*	34373.73	0.55%
IMF 6	2	146.00	12.17	0.26*	867.31	0.01%
Residu				0.99*	5745708.97	92.40%
Jumlah						93,71%

*Korelasi signifikan pada taraf nyata 5%

Selanjutnya, hubungan dari tiap-tiap IMF dapat ditinjau berdasarkan korelasi terhadap data input, ragam, dan persentase rasio ragam terhadap data input. Prah dan Okine (2010) menjelaskan bahwa secara cepat dan sederhana koefisien korelasi mampu mencerminkan relevansi IMF terhadap data input. Secara umum, semakin tinggi rata-ran periode suatu IMF maka semakin tinggi korelasi IMF tersebut terhadap data observasi. Berdasarkan Tabel 1 IMF yang memiliki korelasi di atas 0,1 dan signifikan ialah IMF

4, IMF 5 dan IMF 6. Sementara untuk data mingguan, hanya IMF 6 dan IMF 7 yang memiliki korelasi signifikan di atas 0,1.

Sifat IMF yang saling ortogonal terhadap IMF lainnya, mendasari kemungkinan penjumlahan dari ragam dan persentasinya untuk menjelaskan kontribusi tiap-tiap IMF terhadap volatilitas data input (Zhang *et al.* 2008). Pada Tabel 1 disajikan masing-masing kontribusi IMF terhadap data input bulanan. IMF 1, IMF 2, dan IMF 3 hanya memberikan kontribusi yang relatif kecil dibandingkan IMF 4 dan IMF 5. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan harga cukup dipengaruhi oleh kejadian-kejadian periode tiga tahunan dan tujuh tahunan. Sementara itu, 92,40% sumber volatilitas harga bulanan beras ini berasal dari residu yang ditetapkan sebagai tren.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa IMF 5 dengan rata-rata periode 55,09 minggu merupakan IMF dengan kontribusi terbesar terhadap perubahan harga mingguan yakni sebanyak 0,40%. Selanjutnya, IMF 4 dan IMF 6 secara berurutan berkontribusi sebesar 0,27% dan 0,26%. Kedua IMF ini memiliki rata-rata periode 26,70 minggu dan 109,75 minggu. Hal itu berarti sebagian besar IMF memberikan peran pada volatilitas harga pada rentang setengah tahunan, tahunan, dan tiga tahunan. Kemudian residu, serupa seperti data bulanan, tetap memberikan kontribusi terbesar yakni 96,36%.

Tabel 2. Rataan Periode, Korelasi, dan Ragam IMF dan Tren Harga Beras Mingguan

	Jumlah puncak	Rataan periode (minggu)	Rataan periode (tahun)	Korelasi Pearson	Ragam	Persentase Rasio Ragam
Data input					3810096	
IMF 1	198	3.06	0.06	0.03	1120.00	0.03%
IMF 2	96.00	6.31	0.12	0.03	1475.61	0.04%
IMF 3	41.00	14.61	0.28	0.07	5777.08	0.15%
IMF 4	23.00	25.70	0.49	0.08*	10291.1	0.27%
IMF 5	11.00	52.00	1.00	0.04	15410.4	0.40%
IMF 6	4.00	109.75	2.11	0.34*	9744.26	0.26%
IMF7	3.00	179.33	3.45	0.41*	5.446221	0.00%
Residu				0.99*	3671258	96.36%
Jumlah						97.51%

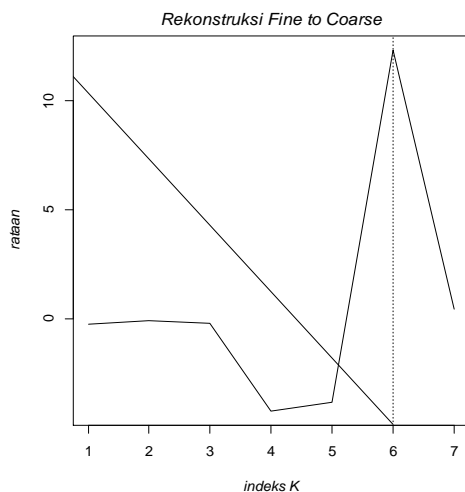
*Korelasi signifikan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, total ragam yang mampu dijelaskan oleh semua IMF dan residu hanya 93,71% dan 97,51% saja. Keduanya belum mampu menjelaskan seluruh ragam data input. Fenomena ini dijelaskan oleh Peel *et al.* (2005) sebagai akibat

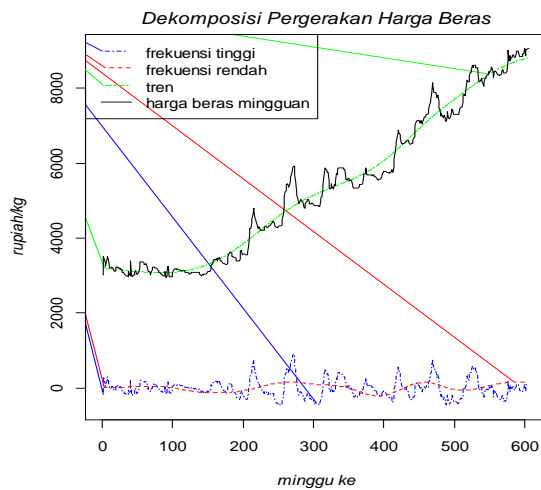
dari adanya kombinasi dari kesalahan pembulatan, nonlinearitas dari data input dan ragam yang ditimbulkan proses interpolasi *cubic spline*.

Komposisi

Selanjutnya untuk memperjelas kontribusi IMF terhadap pergerakan harga dalam kerangka ekonomi, Zhang *et al.* (2008) menerapkan proses komposisi ulang IMF dengan metode rekonstruksi *fine-to-coarse*. Hasil dekomposisi yang digunakan hanya pada data harga beras mingguan karena memiliki interval waktu yang lebih pendek dan jumlah poin yang lebih banyak sehingga informasi yang diberikan pun lebih banyak. Rataan hasil komposisi dengan rekonstruksi *fine-to-coarse* dapat dilihat pada Gambar 5. Rataan hasil rekonstruksi ini berbeda dengan nol secara signifikan saat indeks K bernilai 6. Dengan begitu, rekonstruksi parsial mengelompokkan IMF 1, IMF 2, IMF 3, IMF 4 dan IMF 5 sebagai komponen yang merepresentasikan frekuensi tinggi. Sementara, sisanya termasuk komponen yang merepresentasikan frekuensi rendah.



Gambar 5. Rataan dari Rekonstruksi *fine-to-coarse* terhadap indeks K.



Gambar 6. Tiga Komponen Harga Beras Mingguan

Perubahan harga yang disebabkan oleh komponen berfrekuensi tinggi lebih besar dari komponen yang berfrekuensi rendah. Tabel 3 menunjukkan besar kontribusi untuk frekuensi tinggi sebanyak 1.56% sementara frekuensi rendah hanya 0,27%. Berkaitan dengan hal ini, Zhang *et al.* (2008) mengidentifikasi pengaruh komponen berfrekuensi tinggi sebagai efek dari ketidakseimbangan penawaran dan permintaan pasar serta kejadian-kejadian berjangka pendek seperti faktor cuaca musiman.

Tabel 3. Korelasi, dan Ragam Tiga Komponen Harga Beras Mingguan

	Korelasi Pearson	Ragam	Persentase Rasio Ragam
Data input		3810096.00	
Frekuensi tinggi	0.08*	59617.60	1.56%
Frekuensi rendah	0.34*	10099.40	0.27%

*Korelasi signifikan pada taraf nyata 5%

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Ensemble EMD tiga IMF yang memiliki kontribusi terbesar terhadap volatilitas harga beras bulanan ialah IMF 3, IMF 4 dan IMF 5 dengan rata-rata periode 1.12, 2.56 dan 6.29 tahun serta IMF 4, IMF 5, dan IMF 6 dengan rata-rata periode 0.49, 1.00 dan 2.11 tahun untuk harga beras mingguan. Komponen tren memberikan kontribusi dominan dengan nilai masing-masing 92.40% untuk data harga bulanan dan 96.36% untuk data harga mingguan. Selanjutnya hasil rekonstruksi *fine-to-coarse* data harga mingguan memperlihatkan komponen berfrekuensi tinggi memberikan pengaruh lebih besar dari komponen berfrekuensi rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa proses ketidakseimbangan permintaan dan penawaran pasar serta faktor cuaca masih mempengaruhi stabilitas harga beras.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani RR dan Raswa E. 2006 Desember 29. Harga Beras 2006 Naik 14 Persen. *Tempo*. [Internet]. Rubrik Bisnis. [diunduh 4 September 2013]. Tersedia pada: <http://www.tempo.co/read/news/2006/12/29/05690251/Harga-Beras-2006-Naik-14-Persen>
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2002. Perkembangan Ekonomi Makro Sampai Dengan Bulan Januari 2002. [Internet]. Tersedia pada: <http://www.bappenas.go.id/get-file-server/node/1732/>
- Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik Indonesia: *Statistical Yearbook of Indonesia 2012*.
- Chairil, Hamidi, dan Prima. 2011. Inflasi dan Kenaikan Harga Beras. [Internet]. [diunduh 2013 Juli 24]. Tersedia pada : http://www.setneg.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=5171&Itemid=29
- Direktorat Tanaman Pangan. 2012. Roadmap Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN) Menuju Surplus Beras 10 Juta Ton pada Tahun 2014. [Internet]. [diunduh

- 2013 Juli 24]. Tersedia pada :
http://tanamanpangan.deptan.go.id/doc_upload/44_BAB%20I%20dan%20II.pdf
- Huang NE, Shen Z, Long SR, Wu MC, Shih HH, Zheng Q, Yen NC, Tung CC, dan Liu HH. 1998. *The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and nonstationary time series analysis. Proc. Roy. Soc. Lond.*, volume A. 454:903–995.
- Kurniasih. 2007 Januari 02. Kenaikan Harga Beras Dominasi Inflasi 2006. *Tempo*. [Internet]. Rubrik Bisnis. [diunduh pada 30 Agustus 2013]. Tersedia pada :
<http://www.tempo.co/read/news/2007/01/02/05690480/Kenaikan-Harga-Beras-Dominasi-Inflasi-2006>
- Peel MC, Amirthanathan GE, Pegram GGS, McMahon TA dan Chiew FHS. 2005. *Issues with the Application of Empirical Mode Decomposition Analysis. International Congress on Modelling and Simulation*. December 2005. [Internet]. hlm. 1681 – 1687. [diunduh 2013 31 Agustus 2013]. Tersedia pada:
<http://www.mssanz.org.au/modsim05/papers/peel.pdf>
- Sawit MH. 2001. Kebijakan Harga Beras : Periode Orba dan Reformasi. *Bunga Rampai Ekonomi Beras*. hlm 123-150. Jakarta (ID) :Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia (LPEM-FEUI).
- Wu Z dan Huang NE. 2005. *Ensemble Empirical Mode Decomposition: A Noise Assisted Data Analysis Method. Advances in Adaptive Data Analysis*. [Internet]. 1(1):1-41. [diunduh 2013 Juni 13]. Tersedia pada: <http://perso.ens-lyon.fr/pierre.borgnat/MASTER2/EEMD.pdf>.
- Zhang J, Yan R, Gao RX dan Feng Z. 2010. *Performance Enhancement of Ensemble Empirical Mode Decomposition. Mechanical System and Signal Processing*. [Internet]. [diunduh 2013 Agustus 15]. 24: 2104-2123. Tersedia pada:
<http://www.paper.edu.cn/scholar/downpaper/yanruqiang114403-201111-6>.
- Zhang X, Lai KK, dan Wang SY. 2008. *A New Approach for Crude Oil Price Analysis Based On Empirical Mode Decomposition. Energy Economics*. [Internet]. 30:905-918. [diunduh 2013 Juni 13]. Tersedia pada:
<http://cskku.khonkaenhospital.org/homework/ke/paper/a%20new%20approach%20for%20crude%20oil%20price%20analysis%20based%20on%20empirical%20mode%20decomposition.pdf>