PRIMA
Volume 4, Nomor 7, Juni 2007 ISSN: 1411-0296

DETEKSI SINYAL DISKONTINYU MENGGUNAKAN ANALISIS WAVELET

Arjoni Amir
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN
Email : arjoniamir@batan.go.id

ABSTRAK

Analisis wavelet merupakan sebuah tehnik kontemporer untuk analisis data dan sinyal. Tulisan ini menganalisis sinyal ramp yang telah direkam (off-line analysis), secara visual sinyal ini kelihatan kontinyu (smooth}, padahal sinyal ini mengandung informasi sinyal yang diskontinyu. Untuk mendapatkan informasi posisi (scale) dan waktu (time) sinyal diskontinyu pada sinyal ramp tersebut maka dipakai metode transformasi wavelet kontinyu (Continuous Wavelet Transforms, CWT) yang menghasilkan koefisien C yang merupakan fungsi posisi (scale) dan wektu. Pemilihan keluarga induk wavelet Daubechies (dbN)dengan orde N=2 level 5 (db2-5), db10-5 dan keluarga induk wavelet Symlet (SymN) dengan orde 2 level 5 (Sym2-5) menghasilkan respon terhadap sinyal diskontinyu pada level detil 1, detil 2 dan detil 3 baik untuk keluarga induk wavelet Daubechies maupun keluarga induk Symlet.

Keyword: transformasi wavelet, analisis wavelet, sinyal diskontinyu, sinyal ramp.

ABSTRACT

Wavelet analysis is a contemporary technique to analyze data and signals. This paper aims to provide an analysis of ramp signals, which have been recorded (off-line analysis). Visually these signals appear to be continuous (smooth), when they actually carry information of discontinuous signals. To gather information about the position (time and scale) of discontinuous signals of the afore mentioned ramp signals,continuous wavelet transforms (CWT) that produces coefficient C scale and time function is used. The selection of main (key) family of Daubechies wavelet (dbN) with order N=2 level 5 (db2-5), db10-5 and wavelet Symlet (SymN) with order 2 level 5 (Sym2-5) produces responses towards discontinuous signals on the level detail 1, detail 2 and detail 3, either for the main family of Daubechies wavelet or main family of Symlet wavelet.

Keyword: wavelet transformation, wavelet analysis, signal diskontinuous, signal ramp.

PENDAHULUAN

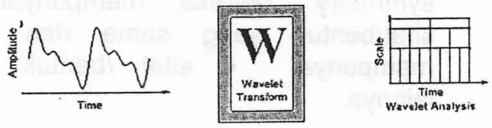
Disekitar kehidupan sehari-hari banyak digunakan peralatan yang menghasilkan berbagai bentuk sinyal yang dimanfaatkan untuk keperluan hidup manusia, sebagai contoh sinyal seismic yang memberikan informasi gempa bumi, sebuah peralatan musik yang mengeluarkan sinyal musik tertentu, sinyal yang keluar dari getaran mesin dan lain sebagainya. Sebuah sinyal dapat dimanfaatkan sebagai input untuk sebuah peralatan atau sebuah peralatan menghasilkan sinyal output dengan bentuk tertentu. Sebuah sinyal dibutuhkan dengan karakteristik tertentu seperti sinyal yang mengandung noise / tidak mengandung noise, sinyal yang tidak mengandung sinyal diskontinyu dan sebagainya. *Wavelet* bisa dimanfaatkan untuk menganalisis data, sinyal dan analisis numerik. Sejak wavelet ditemukan dunia pemrosesan sinyal dan teknologi digital berkembang dengan pesat yang dijelaskan pada [6].

TEORI

Analisis Wavelet

Wavelet adalah sebuah bentuk gelombang dengan durasi waktu efektif terbatas dibandingkan dengan gelombang sinusoidal yang mempunyai durasi waktu tak terbatas, mulai dari minus tak terhingga sampai plus tak terhingga dan bisa diprediksi, wavelet cenderung *irregular* dan *asymmetric.*

Analisis wavelet adalah proses penguraian sebuah sinyal induk wavelet atau sinyal asli menjadi bentuk *shifted version* dan *scaled version* seperti di Gambar 1. Yang dimaksud shifted version atau shifting adalah kondisi penundaan (delaying) atau kondisi dipercepat (hastening). Contohnya sebuah fungsi wavelet *Ψ(t)* mengalami waktu tunda sebesat k, fungsi wavelet tersebut menjadi *ψ(t-k)*. Kemudian yang dimaksudkan dengan scale version adalah kondisi ditarik (stretching) atau kondisi dipadatkan (compressing). Kedua kondisi tersebut menimbulkan apa yang dikenal dengan faktor skala (scale factor). Contohnya sebuah fungsi f(t)=sin(t) mempunyai faktor skala α=1, sedangkan fungsi f(t)=sin(2t) mempunyai faktor skala α =½. Faktor skala α berbanding terbalik dengan frekuensi radian ω, sehingga dengan analisis wavelet scale version dapat dihubungkan dengan frekuensi sinyal.



Gambar. 1
Analisis wavelet menggunakan scale-time domain .

Analisis wavelet mengizinkan penggunaan interval waktu yang panjang sehingga bisa diperoleh informasi sesuatu di frekuensi rendah, sebaliknya juga diizinkan menggunakan interval waktu yang sangat pendek sehingga diperoleh informasi sesuatu di frekuensi tinggi. Keuntungan yang diberikan oleh analisis wavelet adalah kemampuan menganalisis lokal (tempat tertentu) seperti sinyal trends, breakdown points, sinyal diskontinyu, kompresi sinyal dan de-noise. Analisis wavelet bisa digunakan untuk data 1 dimensi (1-D) dan data 2 dimensi (2-D) seperti data / sinyal citra (image).

Transformasi dan Dekomposisi Wavelet

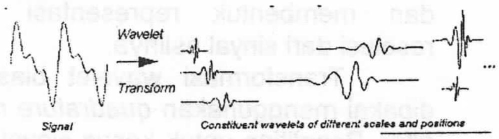
Proses sinyal yang modern memberikan informasi sinyal dalam ruang domain waktu (amplitudo versus waktu) dan domain frekuensi (amplitudo versus frekuensi) sebagai sebuah sinyal citra grafik trasformasi wavelet.

Menurut referensi [1] Transfor masi wavelet dapat dinyatakan dalam 2 tipe sebagai berikut,

1. Transformasi wavelet kontinyu (Continuous Wavelet Transform, CWT) yang dimodelkan sebagai berikut,

$$C(scale, position) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t).\Psi(scale, position, t)dt \qquad (1)$$

dimana *f(t)* sebuah fungsi dalam domain waktu dan *Ψ(scale, position)* merupakan fungsi wavelet spesifik. Hasil dari CWT adalah beberapa kofisien wavelet C yang merupakan fungsi scale dan position.



Gambar 2.
Trasformasi wavelet

2. Transformasi wavelet diskrit (Discrete Wavelet Trasform, DWT) yang dapat dinyatakan untuk data diskrit sebagai berikut,

$$D(a,b) = \sum_{n \in Z} S(n).\Psi_{j,k}(t) \qquad (2)$$

dimana $a=2^j$ $b=k.2^j$ dan *S(n)* fungsi adalah sinyal data diskrit dan $\Psi_{j,k}(t)$ merupakan fungsi wavelet diskrit.

Transformasii wavelet kontinyu dengan fungsi sembarang yang diberikan oleh refensi [2,3] dengan deskripsi sebagai berikut,

$$A_{\Psi}(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int f(t)\Psi \frac{(t-b)}{a} dt \quad (3)$$

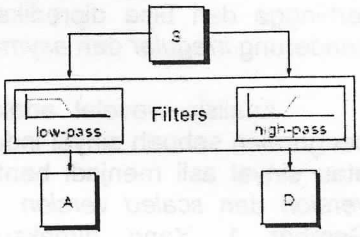
dengan fungsi analisis sebagai berikut,

$$\Psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi \frac{(t-b)}{a} dt \quad (4)$$

Persamaan (4) merupakan fungsi induk wavelet, dimana b adalah variabel posisi dan a adalah variabel *scale*. Fungsi induk wavelet ini mampu melokalisasi sinyal f(t). Transformasi wavelet melakukan dekomposisi sinyal f(t) kedalam bentuk varian sinyal induk wavelet yang terdilasi (*dilation*) dan tertranslasi (*translation*). Sinyal f(t) bisa digambarkan sebagai jumlah dari kumpulan *dilated-version* dan *translated version* fungsi induk wavelet. Fungsi induk wavelet terdilasi dengan faktor a dan tertranslasi sebesar b.

Persamaan (3) dapat dinyatakan dalam bentuk diskrit dengan mengubah nilai a dan b. Fungsi induk wavelet harus mempunyai batasan agar transformasi wavelet tidak redundan (*non-redundant*), lengkap (*complete*) dan membentuk representasi multi resolusi dari sinyal aslinya.

Transformasi wavelet biasanya dipakai menggunakan *quadrature mirror filter*. Penelitian untuk kasus sinyal 2-D seperti sinyal citra (image) dilakukan dengan memakai *bank filter* secara terpisah terhadap sinyal citra. Pada umumnya dipakai sebuah *low pass filter* (H) dan *band pass filter* (G). Konvolusi sinyal citra dengan low pass filter menghasilkan sinyal yang disebut dengan citra pendekatan (*approximation image*) dan konvolusi sinyal citra dengan band pass filter pada arah spesifik menghasilkan citra detil (*details image*). Low pass filter dan band pass filter yang digunakan desesuaikan dengan desain filter pada wavelet keluarga Daubechies [3]. Oleh karena itu proses dekomposisi wavelet menguraikan sinyal citra asli menjadi sinyal citra pendekatan ditulis dengan notasi A_n dan sinyal citra detil ditulis dengan notasi D_n.



Gambar 3.
Proses filtering /dekomposisi sebuah sinyal

Sifat Wavelet

Menurut referensi [4], sejauh ini terdapat 15 model keluarga fungsi induk wavelet. Tulisan ini akan menggunakan 2 model keluarga fungsi induk wavelet yaitu keluarga fungsi induk wavelet Daubechies dengan simbol dBN dan keluarga fungsi induk wavelet Symlet dengan simbol SymN. N adalah orde dari fungsi induk wavelet.

Kedua keluarga wavelet ini mempunyai perbedaan sifat / bentuk. Keluarga wavelet dBN mempunyai sifat/ bentuk asymmetry dan keluarga wavelet SymN mempunyai sifat/ bentuk near symmetry. Mereka mempunyai 11 sifat/bentuk yang sama dan tidak mempunyai 4 sifat /bentuk yang lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

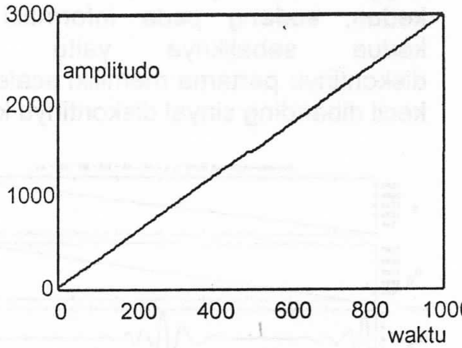
Bentuk Sinyal

Simulasi dilakukan mengguna kan perangkat lunak MATLAB. Sinyal asli yang akan dianalisis diberikan oleh Gambar 4, secara visual titik-titik sinyal diskontinyu tersebut tidak kelihatan. Pada percobaan atau simulasi ini akan dideteksi sinyal dengan dimensi 1-D yaitu sinyal dengan bentuk ramp yang mengandung 2 buah kondisi diskontinyu seperti yang diberikan oleh gambar 5 dan Gambar 6.

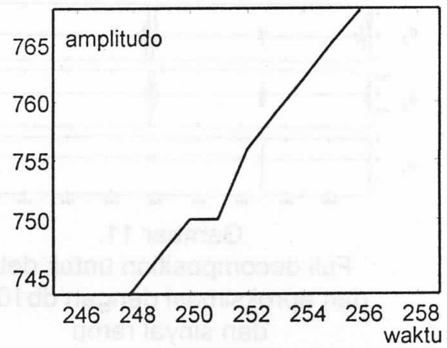
Gambar 5 dan gambar 6 adalah perbesaraan dari gambar 4 dimana gambar 5 terdapat sinyal diskontinyu pada waktu ke 250 dan diakhiri pada

PRIMA
Volume 4, Nomor 7, Juni 2007 ISSN : 1411-0296

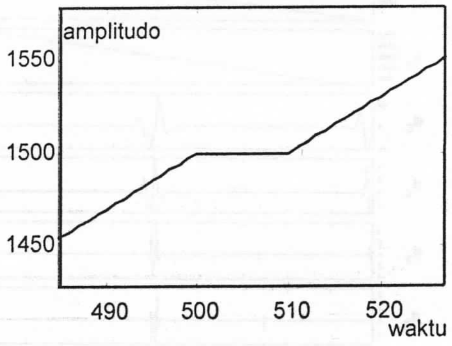
waktu ke 252, sedangkan gambar 6 terdapat sinyal diskontinyu mulai pada waktu ke 500 dan diakhiri pada waktu ke 510 dengan plateu yang cukup pendek, garis sebelum plateau dan sesudah plateu sejajar tapi tidak segaris.



Gambar 4.
Sinyal bentuk ramp



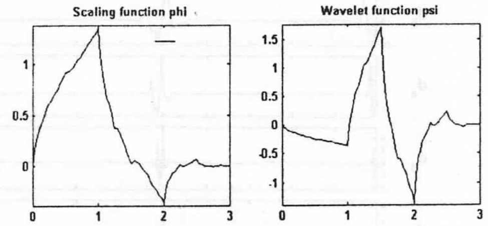
Gambar 5.
Bentuk sinyal diskontinyu



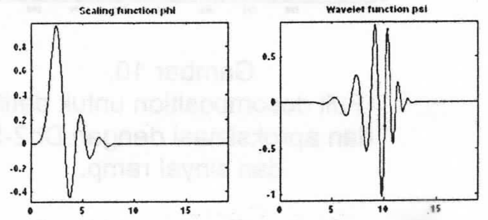
Gambar 6.
Bentuk sinyal diskontinyu

Analisis wavelet

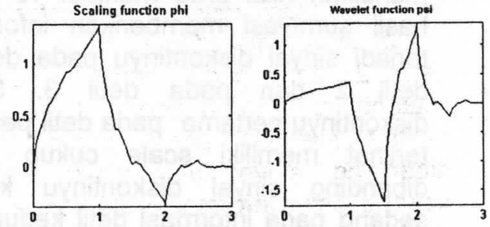
Sinyal dengan bentuk ramp merupakan sebuah persamaan matematik yang linier dengan variabel fungsi waktu *f(t)*. Sinyal ramp ini hanya mengandung informasi amplitudo dan waktu saja (analisis domain waktu) dan tidak bisa memberikan informasi posisi (scale) dan waktu kapan terjadinya untuk sinyal diskontinyu tersebut. Bila sinyal ramp tersebut dianalisis dengan analisis domain frekuensi (Transformasi Fourier) maka informasi waktu sinyal diskontinyu tidak bisa diperoleh. Oleh karena itu untuk mengetahui kedua sinyal diskontinyu yang terdapat dalam sinyal ramp tersebut maka dipakai analisis wavelet. Analisis ini menggunakan keluarga fungsi induk wavelet jenis Daubechies dan jenis Symlet seperti yang diberikan oleh Gambar 7, 8 dan Gambar 9.



Gambar 7.
Keluarga fungsi induk wavelet jenis Daubechies orde2 level 5 (Db2-5)



Gambar 8.
Keluarga fungsi induk wavelet jenis Daubechies orde 10 level 5 (Db10-5)

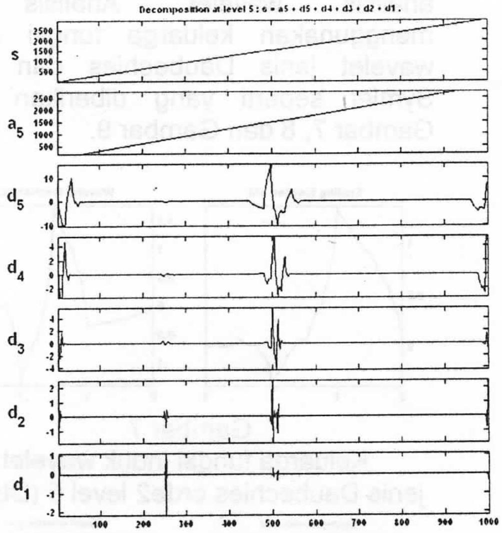


Gambar 9.
Keluarga fungsi induk wavelet jenis Symlet orde 2 level 5 (Sym2-5)

Dengan menggunakan persamaan (1) maka diperoleh hasil simulasi

 ISSN : 1411-0296

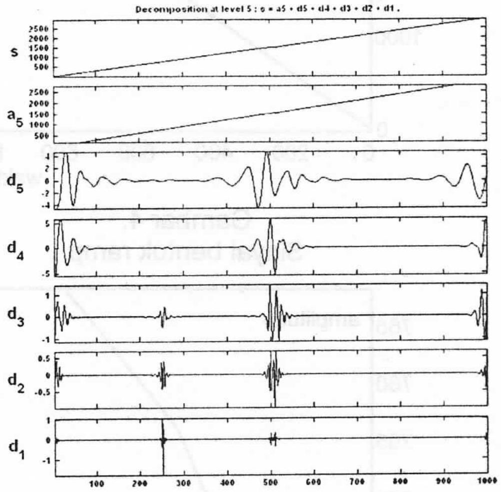
seperti yang diberikan oleh Gambar 10, 11 dan Gambar 12. Pada gambar 10 ditunjukan bahwa hasil analisis wavelet menggunakan dB2-5 memberikan informasii sinyal diskontinyu terjadi pada detil 1 dan pada detil 2. Sinyal diskontinyu pertama pada detil pertama terlihat memiliki scale cukup tinggi dibanding sinyal diskontinyu kedua, sedang pada informasi detil kedua sebaliknya yaitu sinyal diskontinyu pertama memiliki scale lebih kecil dibanding sinyal diskontinyu kedua.



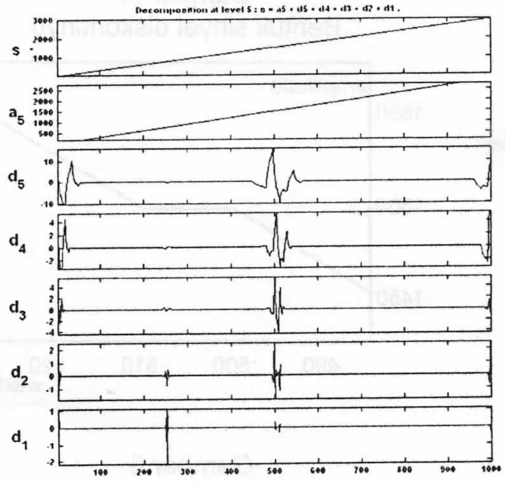
Gambar 10.
Full decomposition untuk detil dan aproksimasi dengan Db2-5 dan sinyal ramp.

Pada Gambar 11 ditunjukan bahwa hasil analisis wavelet menggunakan dB10-5 yaitu dengan menaikan nilai orde menjadi 10 maka hasil sumulasi memberikan informasii terjadi sinyal diskontinyu pada detil 1, detil 2 dan pada detil 3. Sinyal diskontinyu pertama pada detil pertama terlihat memiliki scale cukup tinggi dibanding sinyal diskontinyu kedua, sedang pada informasi detil kedua dan detil ketiga sebaliknya yaitu sinyal diskontinyu pertama memiliki scale lebih kecil dibanding sinyal diskontinyu kedua.

Pada Gambar 12 ditunjukan bahwa hasil analisis wavelet menggunakan jenis keluarga yang lain yaitu Symlet dengan orde 2 level 5 (Sym2-5) maka hasil simulasi memberikan informasii terjadinya sinyal diskontinyu pada detil 1 dan pada detil 2. Sinyal diskontinyu pertama pada detil pertama terlihat memiliki scale cukup tinggi dibanding sinyal diskontinyu kedua, sedang pada informasi detil kedua sebaliknya yaitu sinyal diskontinyu pertama memiliki scale lebih kecil dibanding sinyal diskontinyu kedua.



Gambar 11.
Full decomposition untuk detil dan aproksimasi dengan db10-5 dan sinyal ramp



Gambar 12.
Full decomposition untuk detil dan aproksimasi dengan sym2-5 dan sinyal ramp

KESIMPULAN

Analisis wavelet mempunyai kemampuan untuk menguraikan /dekomposisi sebuah sinyal dari rentang frekuensi rendah sampai rentang frekuensi tinggi. Pemilihan jenis keluarga induk wavelet sangat menentukan hasil analisis. Sinyal diskontinyu telah terlihat pada orde 2, level 5 untuk pemakaian kedua jenis keluarga induk wavelet tersebut (dB2-5, Sym2-5). Sinyal diskontinyu pada detil ketiga muncul pada orde yang lebih tinggi yaitu ke orde 10 level 5 pada pemakaian jenis keluarga induk wavelet Daubechies.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. HUBBARD, B.B. 1996.*The Ward according to wavelets: The Story of a mathematical tehnique in the ma king*, AK Peters Ltd, Wellesley, MA.
[2]. STRANG, G; T.NGUYEN. 1996. *Wavelet And Filter Banks.*Wellesley, Canbridge- Press.
[3]. DAUBECHIES, I. 1990. *The Wavelet Transform, Time Frequency Localization and Signal Analysis*, IEEE Trans. Information Theory, vol. 36, pp.961-1004.
[4]. MICHEL MISITI.2002. *Wavelet Tool Box User Guide Version 2*, The Math Works.
[5]. DAUBECHIES, I.1994. *En Lectures on Wavelets*,CBMS,SIAM,61, p.194-202.
[6]. PAULA DEWI SONJAYA.2000. *Kontruksi Wavelet dengan menggu nakan Analisis Multiresolusi*, INTE GRAL, VOL 5 NO.1, p.17-23.