

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jantung

Jantung merupakan salah satu organ tubuh yang penting. Jantung yang berfungsi sebagai pompa yang melakukan tekanan terhadap darah sehingga darah dapat mengalir ke seluruh tubuh. Pembuluh darah berfungsi sebagai saluran untuk mendistribusikan darah dari jantung ke semua bagian tubuh dan mengembalikannya kembali ke jantung (Taylor, 2010).

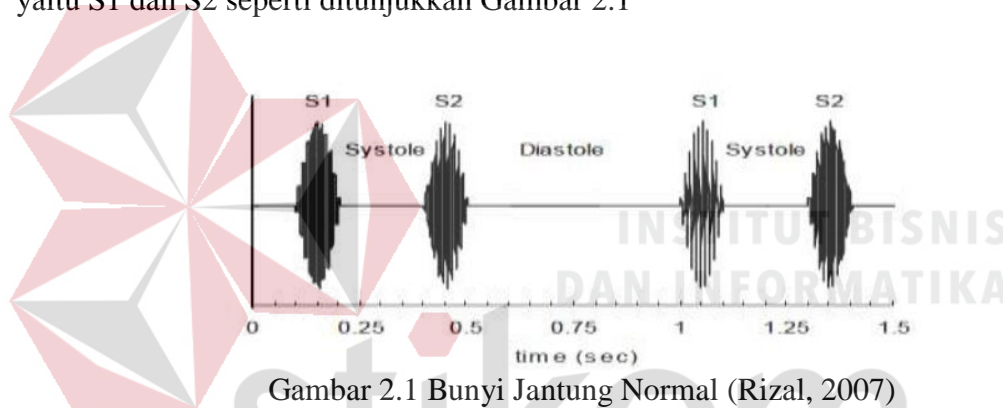
Jantung terdiri dari bagian atas yang disebut serambi (atrium) dan bagian bawah yang disebut dengan bilik (ventricle). Otot-otot jantung memompa darah dari satu ruangan ke ruangan lainnya. Setiap kali terjadi proses pemompaan, katup jantung membuka sehingga darah dapat mengalir ke ruangan yang dituju. Selanjutnya katup menutup untuk mencegah aliran balik darah (Setiaji, 2011).

2.1.1 Suara Jantung

Detak jantung menghasilkan dua suara yang berbeda yang dapat didengarkan pada stetoskop, yang sering dinyatakan dengan lub-dub. Suara lub disebabkan oleh penutupan katup triscupid dan mitral (atrioventrikular) yang memungkinkan aliran darah dari atrium (serambi jantung) ke ventricle (bilik jantung) dan mencegah aliran balik dan dapat disebut dengan suara jantung pertama (S1) yang terjadi pada awal systole (periode jantung berkontraksi). Suara dub disebut suara jantung kedua (S2) dan disebabkan oleh penutupan katup

semilunar (aortic dan pulmonary) yang membebaskan darah ke sistem sirkulasi paru-paru dan sistemik. Katup ini tertutup pada akhir systole dan sebelum katup atrioventrikular membuka kembali. Suara jantung ketiga (S3) sesuai dengan berhentinya pengisian atrioventrikular, sedangkan suara jantung keempat (S4) memiliki korelasi dengan kontraksi atrial. Suara S4 ini memiliki amplitudo yang sangat rendah dan komponen frekuensi rendah (Rizal, 2007).

Dalam kondisi normal, pada dasarnya terdapat dua macam bunyi jantung, yaitu S1 dan S2 seperti ditunjukkan Gambar 2.1



Gambar 2.1 Bunyi Jantung Normal (Rizal, 2007)

2.1.2 Sifat Mekanik Jantung

Siklus jantung adalah peristiwa yang terjadi pada jantung mulai dari awal suatu denyut jantung sampai dengan mulainya denyut jantung berikutnya yang termasuk di dalamnya periode kontraksi dan relaksasi. Setiap siklus jantung terdiri dari peristiwa listrik-potensial aksi, dan mekanik-kontraksi didalam system kardiovaskuler. Tekanan yang ditimbulkan oleh kontraksi jantung diubah menjadi aliran yang bertujuan untuk menyediakan kebutuhan oksigen dan nutrisi bagi seluruh jaringan tubuh. Siklus jantung terdiri dari satu periode relaksasi yaitu diastol, dimana terjadi pengisian jantung dengan darah, kemudian diikuti oleh

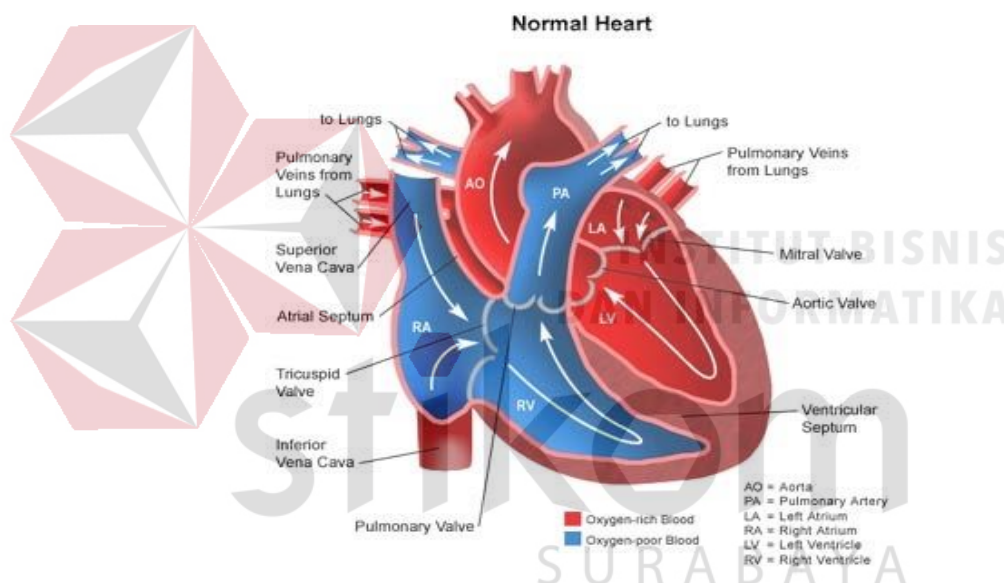
periode kontraksi yang disebut sistol. Dalam setiap siklus, terjadi perubahan tekanan pada atria, ventrikel maupun aorta serta terjadi perubahan volume ventrikel. Semua peristiwa mekanik ini sesuai dengan aktifitas listrik yang dapat dicatat dengan EKG. Selain itu, peristiwa mekanik akibat kontraksi jantung akan menimbulkan suara jantung akibat menutupnya katup jantung.

2.1.3 Prinsip Kerja Jantung

Jantung bekerja melalui mekanisme secara berulang dan berlangsung terus menerus yang juga disebut sebagai sebuah siklus jantung sehingga secara visual terlihat atau disebut sebagai denyut jantung. Melalui mekanisme berselang-seling, jantung berkonstraksi untuk mengosongkan isi jantung dan melakukan relaksasi guna pengisian darah. Secara siklus, jantung melakukan sebuah periode sistol yaitu periode saat berkontraksi dan mengosongkan isinya (darah), dan periode diastol yaitu periode yang melakukan relaksasi dan pengisian darah pada jantung. Kedua serambi (atrium) mengendur dan berkontraksi secara bersamaan, dan kedua bilik (ventrikel) juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan pula untuk melakukan mekanisme tersebut (Maisyaroh, 2012).

Walaupun secara anatomik jantung adalah satu organ, sisi kanan dan kiri jantung berfungsi sebagai dua pompa yang terpisah. Jantung terbagi atas separuh kanan dan kiri serta memiliki empat ruang, bilik bagian atas dan bawah di kedua belahannya. Bilik bagian atas (atrium) yang menerima darah yang kembali ke jantung dan memindahkannya ke bilik bawah (ventrikel) yang berfungsi memompa darah dari jantung. Pembuluh yang mengembalikan darah dari jaringan

ke atrium disebut dengan vena, dan pembuluh yang mengangkut darah menjauhi ventrikel dan menuju ke jaringan disebut dengan arteri. Kedua belahan jantung dipisahkan oleh septum atau sekat, yaitu suatu partisi otot yang mencegah percampuran darah dari kedua sisi jantung. Pemisahan ini sangat penting karena separuh jantung kanan menerima dan memompa darah beroksigen rendah sedangkan sisi jantung sebelah kiri memompa darah beroksigen tinggi (Taylor, 2010). Anatomi jantung dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Anatomi Jantung (Taylor, 2010)

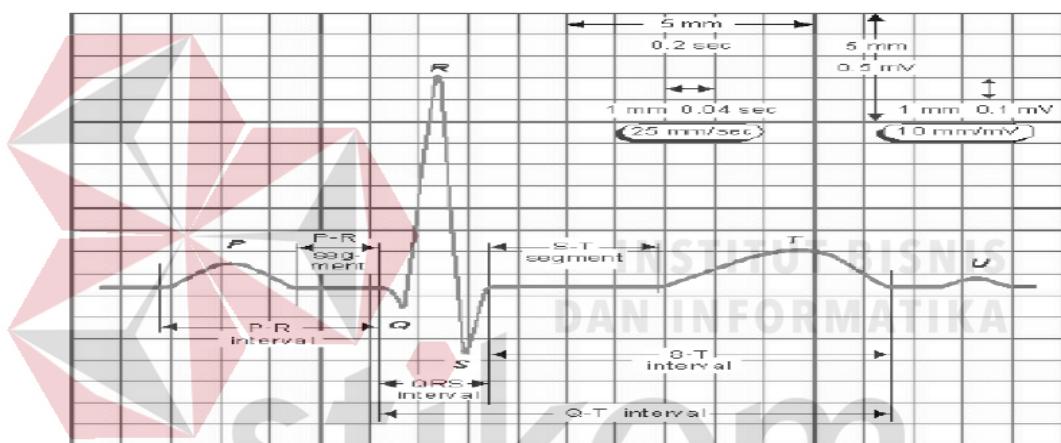
2.2 Elektrokardiograf (EKG)

Elektrokardiograf (EKG) merupakan alat bantu untuk mendiagnosa gangguan pada jantung. EKG ini merupakan rekaman informasi kondisi jantung yang diambil dengan memasang elektroda pada badan. Penggunaan EKG dipelopori oleh Einthoven pada tahun 1903 dengan menggunakan Galvanometer.

Galvanometer senar ini adalah suatu instrumen yang sangat peka sekali yang dapat mencatat perbedaan kecil dari tegangan milivolt jantung (Sundana, 2008).

2.2.1 Gelombang EKG Normal

Dalam sinyal EKG memiliki beberapa ciri pada setiap gelombang yang penting untuk digunakan dalam memberi diagnosa pada jantung. Sinyal EKG yang normal dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Sinyal Jantung EKG Normal (Golrizkhatami, 2015)

a. Gelombang P

Gelombang awal hasil depolarisasi di kedua atrium biasanya disebut gelombang P. Lebar gelombang P yang normal kurang dari 0,12 s dan amplitudonya tidak lebih dari 0,3 mV. Gelombang P yang normal selalu defleksi positif (cembung ke atas) di semua sandapan dan selalu defleksi negatif (cekung ke bawah) di sandapan aVR.

b. Gelombang Q

Gelombang Q merupakan gelombang defleksi negatif setelah gelombang P. Lebar dari gelombang Q tidak lebih dari 0,04 s dan dalamnya kurang dari 1/3 tinggi gelombang R.

c. Gelombang R

Gelombang R merupakan gelombang defleksi positif setelah gelombang P atau setelah gelombang Q. Gelombang ini umumnya selalu positif di semua sandapan, kecuali aVR dan hal ini masih normal.

d. Gelombang S

Gelombang ini merupakan gelombang defleksi negatif setelah gelombang R atau gelombang Q. Gelombang S berangsur-angsur menghilang pada sandapan V1-V6. Gelombang ini sering terlihat lebih dalam di sandapan V1 dan aVR. Hal ini masih normal.

e. Gelombang T

Gelombang T adalah hasil repolarisasi di kedua ventrikel. Normalnya positif dan *inverted* (terbalik) di aVR. Pada sandapan V1 bisa memiliki gelombang T yang positif atau negatif.

f. Interval P-R

Interval P-R adalah selisih waktu awal kompleks QRS dengan waktu awal gelombang P. Interval ini menggambarkan waktu yang diperlukan depolarisasi atrium sampai awal depolarisasi ventrikel atau waktu yang diperlukan impuls listrik dari nodus SA menuju serabut Purkinje dan normalnya 0,12 - 0,20 s.

Gelombang kedua setelah gelombang P biasa disebut kompleks QRS. Gelombang QRS merupakan hasil depolarisasi yang terjadi di kedua ventrikel yang dapat direkam oleh mesin EKG. Normalnya lebar kompleks QRS adalah 0,06-0,12 s dengan amplitudo yang bervariasi tergantung pada sandapan. Tidak setiap kompleks QRS memuat gelombang Q, gelombang R, dan gelombang S. Nilai normal dari QRS Kompleks dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Interval R-R adalah jarak pengukuran antara dua ketukan berturut-turut. Jarak R biasanya dipilih karena memiliki puncak tertinggi dan paling jelas. Dalam kebanyakan irama (termasuk irama normal), interval R-R akan sama dengan jarak P-P, atau jarak antara dua titik analog pada ketukan berturut-turut. Jika interval R-R konstan, tidak harus dua ketukan berturut-turut, dikatakan irama yang teratur. Jarak tidak dapat menunjukkan kenormal, cepat, atau lambat, tetapi ketukan yang teratur. Jarak normal interval R-R adalah 0.6 sampai 1 detik pada normal sekitar 60 sampai 100 x/menit (Christensen, 2014).

2.3 Wavelet

Wavelet adalah sebuah gelombang kecil, yang dimana energinya terkonsentrasi dalam waktu untuk menyediakan alat bantu analisis *non-stationer* atau perubahan waktu. Karakteristik *Wave* bergerak masih tetap dimiliki, namun juga dapat mensimulasikan analisis waktu-frekuensi dengan dasar matematika yang fleksibel. Hal ini diilustrasikan dalam Gambar 2.5 dimana *wave* (kurva sinus) bergerak dengan amplitudo sama pada $-\infty \leq t \leq \infty$ sehingga memiliki energi yang tak berhingga, dengan *Wavelet* yang memiliki energi berhingga terkonsentrasi pada suatu titik (Burrus, Gopinath, Guo, 1998).



Gambar 2.5 Bentuk Sebuah *Wave* dan *Wavelet* (Burrus, Gopinath, Guo, 1998).

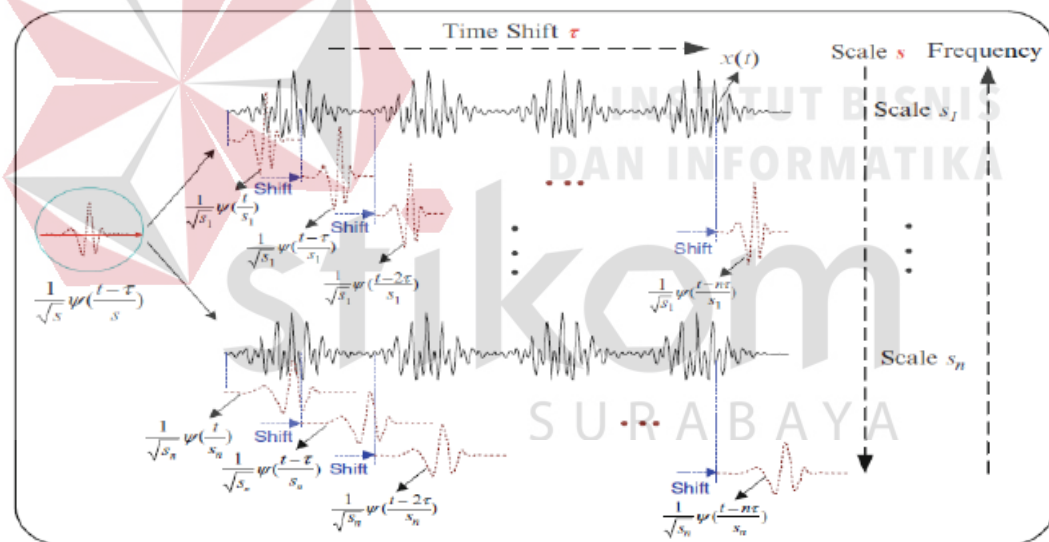
2.3.1 Wavelet Transform

Transformasi *Wavelet* adalah metode transformasi yang mengadopsi metode *Fourier Transform* dan *Short Time Fourier Transform* (STFT). Dengan memperbaiki kelemahan yang terdapat dalam metode STFT, maka pada *Wavelet Transform* antara lain dapat melakukan :

1. *Fourier Transform* dengan memanfaatkan *window function* tidak digunakan lagi. Sehingga puncak tunggal (*single peak*) atau frekuensi yang bernilai negatif tidak dihitung lagi.

2. Lebar *window* diubah seiring dengan perhitungan transformasi untuk setiap sinyal yang ada (Ini merupakan karakteristik yang paling signifikan dari *Wavelet Transform*).

Inti dari prosedur analisis *Wavelet* adalah memilih fungsi dasar dari *Wavelet*, yang dinamakan *Mother Wavelet*. Karena sinyal asli dapat direpresentasikan dalam hal ekspansi *Wavelet* (menggunakan koefisien dalam kombinasi linier dari Transformasi *Wavelet*), operasi data dapat dilakukan dengan menggunakan koefisien *Wavelet* yang sesuai. Ilustrasi transformasi *Wavelet* dapat dilihat seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Ilustrasi Transformasi *Wavelet* (Kauhsoik, 2014).

2.3.2 Dekomposisi *Wavelet*

Wavelet dapat digunakan untuk melakukan analisis multi resolusi yang akan menghasilkan informasi dalam ranah waktu dan frekuensi. Skala atau resolusi yang biasanya dilihat pada data merupakan peranan yang penting. Algoritma *Wavelet* memproses data pada skala atau resolusi yang berbeda-beda.

Dasar dari prosedur analisis *Wavelet* adalah pemilihan fungsi *prototype* yang disebut *Mother Wavelet*. Analisis sementara dilakukan dengan frekuensi tinggi yang merupakan versi dari *prototype Wavelet*, sedangkan untuk analisis frekuensi dilakukan dengan dilatasi pada frekuensi rendah dari *Wavelet* yang sama (Abbas, Bassam, 2009).

2.3.3 Discrete Wavelet Transform (DWT)

Discrete Wavelet Transform (DWT) skalanya dan translasinya tidak berubah secara kontinyu tapi berubah secara diskrit, sehingga menghasilkan rumus sebagai berikut

$$\psi_{s,\tau} = \frac{1}{\sqrt{s_0^s}} \psi\left(\frac{t-\tau \tau_0 s_0^s}{s_0^s}\right) \quad (2.1)$$

ψ adalah fungsi *Wavelet*, sedangkan s dan τ adalah integer dan s_0^s adalah *step* dilatasi yang telah baku sesuai dengan aturan *dyadic* dan nilainya harus lebih besar dari satu. τ_0 adalah parameter translasi yang nilainya harus besar dari nol dan tergantung pada perubahan dilatasi. Efek dari mendiskritkan *Wavelet* berdampak pada waktu-skala yang menjadi interval-interval diskrit. Jika sampel dari axis frekuensi yang berhubungan dengan *dyadic* sampel yaitu $\tau_0 = 2$, dan jika nilai translasi yang dipilih adalah 1 berarti $\tau_0 = 1$, maka persamaan 2.1 akan menjadi

$$\psi_{s,\tau} = \frac{1}{\sqrt{2^s}} \psi\left(\frac{t-\tau 2^s}{2^s}\right) \quad (2.2)$$

(Abbas, Bassam, 2009)

Dengan menggunakan fungsi *Wavelet* diskrit diatas sehingga diperoleh *Discrete Wavelet Transform* sebagai berikut

$$T_{s,\tau} = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi_{s,\tau}(t) dt \quad (2.3)$$

$T_{s,\tau}$ dikenal sebagai koefisien detail *Wavelet* pada indeks skala s dan lokasi τ , dimana $x(t)$ adalah sinyal masukan. *Discrete wavelet dyadic orthonormal* berkaitan dengan fungsi penskala dan persamaan dilatasinya. Fungsi penskala berkenaan dengan penghalusan sinyal dan memiliki bentuk yang sama seperti fungsi *Wavelet* adalah

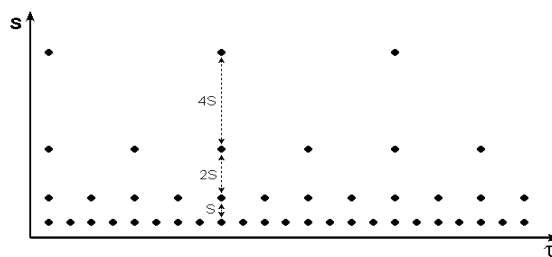
$$\phi_{s,\tau} = \frac{1}{\sqrt{2^s}} \phi\left(\frac{t-\tau 2^s}{2^s}\right) \quad (2.4)$$

ϕ merupakan fungsi penskala yang di konvolusi dengan sinyal sehingga menghasilkan koefisien aproksimasi $S_{s,\tau}$

$$S_{s,\tau} = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \phi_{s,\tau}(t) dt \quad (2.5)$$

Akhirnya sinyal masukan $x(t)$ dapat disajikan sebagai kombinasi deret ekspansi dengan menggunakan koefisien aproksimasi dan koefisien detail sebagai berikut :

$$x(t) = \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} S_{s_0,\tau} \phi_{s_0,\tau}(t) + \sum_{s=-\infty}^{\infty} \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} T_{s,\tau} \psi_{s,\tau}(t) \quad (2.6)$$

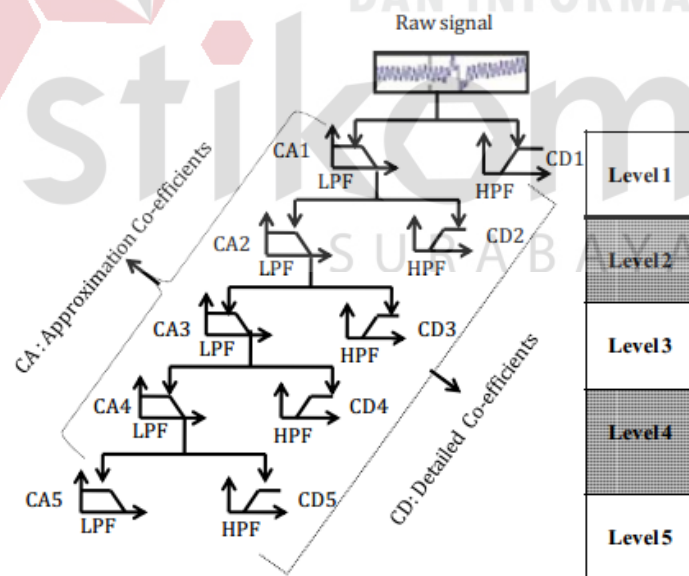


Gambar 2.7 Lokalisasi *Wavelet* Diskrit di Dalam Ruang Waktu-Skala.
(Vallens,1999)

Untuk pengaplikasian *Discrete Wavelet Transform*, sinyal masukan diproses dengan melewati sinyal yang akan dianalisis menggunakan *filter*

berdasarkan frekuensi dan skala yang berbeda. Sinyal *input* dilewatkan melalui sekelompok *high-pass filter* untuk menganalisis frekuensi tinggi, dan dilewatkan melalui sekelompok *low-pass filter* untuk menganalisis frekuensi rendah. Sinyal frekuensi rendah identik dengan informasi global yang terdapat pada sinyal *input*, sedangkan sinyal frekuensi tinggi identik dengan informasi detail dari sinyal *input*. Sinyal frekuensi rendah ini dapat dimanfaatkan untuk mengenali pola umum pada sinyal *input* (Alfatwa, 2009).

Contoh untuk dekomposisi pada *Discrete Wavelet Transform* satu dimensi ditunjukkan pada Gambar 2.8 yang merupakan pohon dekomposisi, dimana sebuah sinyal yang di dekomposisi dengan level 5 dan menghasilkan koefisien detail cD1, cD2, cD3, cD4, cD5 serta koefisien aproksimasi cA5 (Marpaung, 2014).



Gambar 2.8 Dekomposisi Orde 5 (matlab).

2.3.4 *Mother Wavelet*

Wavelet dapat dibentuk dari satu fungsi, dikenal sebagai “*mother wavelet*” dalam suatu interval berhingga. *Daughter Wavelet* $\psi_{a,b}(t)$ dibentuk oleh translasi b dan skala a .

$$\psi_{a,b} = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (2.7)$$

(Surtono, 2012)

Keterangan :

b = Parameter Translasi

a = Parameter Skala

ψ = *Mother Wavelet*

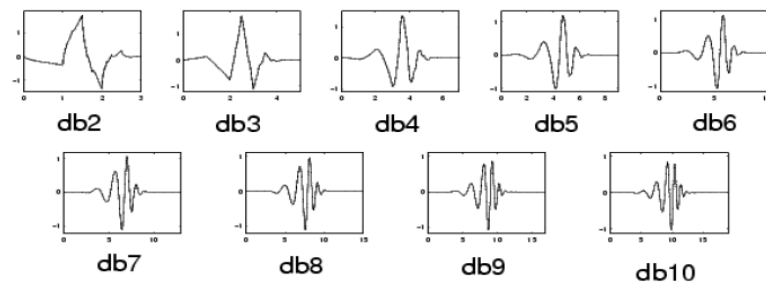
$|a|$ = Normalisasi Energi

2.3.5 *Wavelet Daubechies*

Ingrid Daubechies merupakan salah satu dari bintang paling cemerlang dalam bidang penelitian *wavelet*. *Transform Wavelet Daubechies* ditemukan oleh Igrid Daubechies pada tahun 1987. *Daubechies Wavelets* merupakan salah satu bagian dari *orthogonal Wavelet*. Adapun koefisien filter yang digunakan dalam jenis *Wavelet* ini didapat dari penurunan persamaan *Wavelet* secara matematis oleh Igrid Daubechies. Hasil akhir dari persamaan yang digunakan untuk menentukan koefisien filter adalah sebagai berikut :

$$bk = (-1)^k \cdot aN - 1 - k \quad (2.8)$$

k adalah indeks koefisien, b urutan koefisien *Wavelet*, a adalah skala urutan koefisien. n merupakan *Wavelet* indeks, seperti $n = 1, 2$, dan seterusnya (Napitupulu, 2012). Jenis *Wavelet Daubechies* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Wavelet Daubechies*

2.4 Parameter Pengujian

2.4.1 Energi

Energi berarti sesuatu memiliki kemampuan untuk menyebabkan perubahan, energi biasanya digunakan untuk menggambarkan berapa banyak potensi sistem yang harus berubah. Pada sinyal suara jantung, energi total di setiap komponen detail dan aproksimasi memberikan informasi yang berguna tentang lokasi artefak di sinyal. Artefak merupakan variasi sinyal yang tidak diinginkan. Artefak ini termasuk instrumen suara, suara dari suara tubuh, suara karena gerakan subjek dan gerakan diafragma stetoskop. Semakin rendah range frekuensi hasil dekomposisi maka memiliki energi normalisasi yang besar dikarenakan mengandung suara jantung, sedangkan semakin tinggi range frekuensi hasil dekomposisi maka memiliki energi normalisasi yang kecil dikarenakan mengandung artefak (Kumar, 2015).

Energi dekomposisi rerata di setiap E_{Di} dihitung dengan persamaan (diasumsikan akan didekomposisi hingga level 5) :

$$E_{Di} = \frac{\sum (D_i(k))^2}{\text{jumlah cuplik } D_i}, k = 1, 2, \dots \text{Panjang } D_i \quad (2.9)$$

$$i = 1, 2, \dots n = 5$$

Energi dekomposisi rerata di E_{A5} dihitung dengan persamaan (diasumsikan akan didekomposisi hingga level 5) :

$$E_{A5} = \frac{\sum (A_5(k))^2}{\text{jumlah cuplik } A_5}, k = 1, 2, \dots \text{Panjang } A_5 \quad (2.10)$$

2.4.2 Normalisasi Energi

Energi dekomposisi rerata perlu dinormalisasi agar energi terendah berada pada nilai 0 dan energi tertinggi berada pada nilai 1 sehingga rentang nilai grafik normalisasi energi akan berada diantara range 0 dan 1.

$$EN_j = \frac{E_{Di}}{\max(E_{D1}, E_{A5})}, j = 1, 2, \dots n \quad (2.11)$$

EN_j = Energi rerata normalisasi pada dekomposisi ke- j ($j = 1, 2, \dots n = 5$)

E_{Di} = Energi rerata sinyal detail ke- i ($i = 1, 2, \dots n = 5$)

E_{A5} = Energi rerata sinyal aproksimasi A_5

2.4.3 Shannon Energy Envelope

Energi Shannon akan menghitung nilai koefisien pada sinyal detail dan sinyal aproksimasi dari hasil dekomposisi sinyal asli yang telah dinormalisasi.

$$SN_i = \frac{|A_i|}{\max_{i=1}^n |A_i|}, i = 1, 2, \dots n \quad (2.12)$$

SN_i = Amplitudo normalisasi sinyal asli pada data ke- i ($i = 1, 2, \dots n$)

A_i = Amplitudo sinyal asli pada data ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

n = Jumlah data

Kemudian Energi *Shannon* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (diasumsikan koefisien yang dipilih adalah sinyal detail level-3) :

$$ES_i = \frac{1}{C} \sum_{i=0}^C (D_3[i])^2 \cdot \log(D_3[i])^2, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.13)$$

ES_i = Energi *Shannon* ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

$D_3[i]$ = Koefisien sinyal detail level-3 pada data ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

C = Banyaknya data dalam waktu 0.002 detik

n = Jumlah data

Nilai *Shannon Energy Envelope* (SEE) pada sinyal D_3 dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$SE_i = \frac{ES_i - M(ES)}{SD(ES)}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.14)$$

ES_i = Energi *Shannon* ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

M = Nilai rata-rata dari (ES)

SD = Nilai standar deviasi dari (ES)

2.5 Visual Basic 6.0

Microsoft Visual Basic 6.0 adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat aplikasi Windows yang berbasis grafis GUI (Graphical User Interface) (Supardi, 2006). Basis bahasa pemrograman yang digunakan dalam visual basic adalah bahasa BASIC (*Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code*) yang merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sederhana dan mudah dipelajari. Menurut *Microsoft Visual Basic 6.0*

menyediakan berbagai perangkat kontrol yang dapat digunakan untuk membuat program aplikasi dalam sebuah form baik aplikasi kecil, sederhana hingga ke aplikasi pengolahan *database* (Tim Divisi Penelitian, 2008).

2.5.1 Variabel

Variabel berguna untuk menyimpan nilai sementara untuk dapat dipergunakan kembali. Dikatakan sementara waktu karena nilai sebuah variabel akan disimpan dalam memori komputer yang bersifat tidak permanen.

Visual Basic 6.0 memiliki beberapa aturan dalam memberikan nama sebuah variabel, diantaranya :

1. Nama variabel harus diawali dengan karakter huruf, dan dalam penamaannya tidak boleh menggunakan tambahan karakter khusus lain, kecuali dengan menggunakan *underscore* (`_`).
2. Panjang karakter maksimal 255.
3. Sifatnya unik sehingga tidak boleh ada dua deklarasi variabel yang sama dalam prosedur.
4. Tidak mengandung perintah eksekusi yang dikenal oleh *Visual Basic* 6.0.

Dalam situasi tertentu, ada kalanya kita melakukan konversi variabel dengan tipe data tertentu ke tipe data lain. Dalam mempermudah mengonversi tipe data tersebut dapat menggunakan fungsi konfersi yang ada dalam pustaka *Visual Basic*. Beberapa fungsi pustaka *Visual Basic* adalah :

Tabel 2.1. Fungsi Pustaka *Visual Basic*

Fungsi	Hasil Konversi

CBool	Boolean
CByte	Byte
CChar	Char
CDate	Date
CDBl	Double
Cint	Integer
CLng	Long
CObj	Object
CShort	Short
CSng	Single
CStr	String

2.5.2 Tipe Data

Tipe data adalah jenis nilai yang tersimpan dalam variabel, bisa berupa huruf, angka, ataupun tanggal. Tipe data diperlukan agar *Visual Basic* dapat langsung mengenal jenis data yang tersimpan dalam variabel.

Beberapa jenis tipe data yang didukung oleh *Visual Basic* 6.0, berikut jangkauan nilai yang didukungnya Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai dari Tipe Data.

Tipe Data	Range
<i>Boolean</i>	Hanya dapat diisi dengan TRUE (benar) atau FALSE (salah)
<i>Byte</i>	0 – 255
<i>Char</i>	0 – 65535

<i>Date</i>	Merupakan nilai sebuah tanggal dan waktu 1 januari 0001 – 31 desember 9999, contoh: <i>Dim Tgl as Date</i> <i>Tgl = #9/16/2008 19:20:20#</i>
<i>Decimal</i>	0 - +/- 79.228.162.514.264.337.593.543.950. 335 (tanpa bilangan decimal di belakang koma) atau 0 - +/- 7,9228162514.264337593543950 335 (dengan bilangan decimal di belakang koma), contoh: <i>Dim Nilai as Decimal</i> <i>Nilai = 100,5</i>
<i>Double</i>	-1,79769313486231570E+308 - 1,7976931348 6231570E+308.
<i>Integer</i>	-2.147.483.648 - 2.147.483.648.
<i>Long</i>	-9.223.372.036.854.775.808 - 9.223.372.036.854.775.807
<i>Sbyte</i>	-128 – 127.
<i>Short</i>	-32.768 - 32.767.
<i>Single</i>	-3,4028235E+38 - -1,401298E-45 (untuk bilangan negatif) 1,401298E-45 - 3,4028235E+38 (untuk bilangan positif).
<i>String</i>	0 – 2 milyar karakter.
<i>Object</i>	Tipe data umum (sama seperti varian) yang dapat menampung berbagai tipe data lainnya.

2.5.3 Operator Matematika

Visual Basic 6.0 telah merangkum fungsi matematika secara lengkap dalam *class* khusus, yaitu *class Math*. Di dalam *class Math* dapat ditemukan banyak fungsi matematika yang berguna, misalnya, fungsi trigonometri, logaritma, dan lain-lain. Beberapa fungsi pada *class Math* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Fungsi pada *Class Math*

E	Bilangan natural atau $e = 2,7182818284590452354$
PI	Konstanta diameter lingkaran yaitu $\phi = 3,14159265358979323846$
Abs	Fungsi absolut dari bilangan
Acoc	Fungsi sudut dari cosinus bilangan
Asin	Fungsi sudut dari sinus bilangan
Atan	Fungsi sudut dari tangent bilangan
Atan2	Fungsi sudut dari tangen yang ditetapkan dari 2 bilangan spesifik
Ceiling	Fungsi mencari bilangan terkecil dari angka yang lebih besar atau sama dengan angka yang ditentukan
Cos	Fungsi cosines
Cosh	Fungsi cosinus hiperbola dari suatu sudut
Exp	Fungsi eksponensial
Floor	Fungsi mencari bilangan terbesar dari angka yang lebih besar atau sama dengan angka yang ditentukan
Log	Fungsi log
Log10	Fungsi log10
Max	Mencari nilai maksimum atau terbesar
Min	Mencari nilai minimum atau terkecil
Round	Fungsi pembulatan
Sign	Mencari tanda dari bilangan
Sin	Fungsi sinus
Sinh	Fungsi sinus hiperbola dari sudut
Sqrt	Akar kuadrat dari bilangan
Tan	Fungsi tangent
Tanh	Fungsi tangent hiperbola dari sudut