



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Emosi

Awal mula fisiologis, emosi secara umum terjadi sebelum seseorang menyadari perasaan itu sendiri. Contohnya, darah seseorang yang mengalami ketakutan, darahnya akan mengalir ke otot-otot rangka besar seperti di kaki sehingga kaki menjadi lebih muda diajak mengambil langkah seribu dan wajah menjadi pucat seakan-akan darah menjadi dingin. Sirkuit-sirkuit di pusat emosi otak memicu terproduksinya hormon-hormon yang membuat tubuh waspada dan siap bertindak terhadap ancaman yang dihadapi agar reaksi yang muncul semakin baik (Goleman, 1996).

Emosi memiliki fungsi-fungsi vital bagi manusia. Emosi yang dialami manusia menjadikan manusia mampu menimbulkan respon berdasarkan informasi yang diterimanya. Seperti halnya pikiran manusia memiliki kemampuan untuk menghasilkan gelombang energi yang luar biasa, maka emosi memiliki pengaruh yang kuat, bahkan pengaruhnya bisa melebihi energi universal. Semua yang ditarik ke dalam realitas fisik tercipta berdasarkan pikiran dan kekuatan emosi tersebut (Baktio AS, 2016).

Emosi perlu dikenali, dilatih, dan dikendalikan agar bisa mendukung proses perkembangan kesadaran diri. Jika seseorang mampu mengendalikan emosi, seseorang dapat berpikir jernih dan kreatif sehingga mampu mengelola

beragam situasi dan tantangan, berkomunikasi dengan baik pada lingkungan sekitar, percaya diri, empati dan memperlihatkan dapat dipercayakan. Sebaliknya, jika emosi tidak terkendali, maka yang akan muncul adalah rasa bingung, terisolasi, tidak berdaya, dan aneka kondisi negatif yang merugikan. Untuk itu setiap orang perlu menaruh perhatian pada aspek perkembangan emosi dan melatih untuk mengendalikan reaksinya ketika menghadapi situasi yang berbeda-beda. Dengan demikian, seseorang dapat menikmati kehidupan yang lebih baik, serta kualitas hubungan dengan orang lain lebih memuaskan (Baktio & AS, 2016).

Emosi pada umumnya berlangsung dalam waktu yang relatif singkat, sehingga emosi berbeda dengan *mood*. *Mood* atau suasana hati pada umumnya berlangsung dalam waktu cukup lama dari pada emosi, tetapi intensitasnya kurang apabila dibandingkan dengan emosi. Apabila seseorang mengalami emosi seperti marah maka kemarahan tersebut tidak akan segera hilang begitu saja, tetapi masih berlangsung dalam jiwa seseorang (ini dimaksud dengan suasana hati) yang akan berperan dalam diri seseorang, meskipun demikian ini juga perlu dibedakan dengan temperamen. Temperamen adalah keadaan psikis seseorang yang lebih bertahan lama (permanen) dari pada suasana hati, karena itu temperamen lebih merupakan predisposisi atau kecenderungan emosi yang ada pada diri seseorang, oleh sebab itu temperamen lebih merupakan kepribadian seseorang apabila dibandingkan dengan suasana hati seseorang (E-Jurnal, 2016).

Dalam buku (Rakhmat: 2007) dituliskan adanya beberapa fungsi emosi menurut Coleman dan Hammen (1997), yaitu sebagai berikut (E-Jurnal, 2016).

1. Emosi adalah pembangkit energi (*energizer*), yaitu memberikan kegairahan dalam kehidupan.
2. Emosi adalah pembawa informasi (*messenger*), yaitu emosi yang dirasakan seseorang tidak secara langsung disadari apa yang sedang terjadi pada dirinya.
3. Pembawa pesan dalam komunikasi intrapersonal dan interpersonal, yaitu komunikasi yang memiliki tujuan atau pesan yang akan disampaikan.
4. Emosi berfungsi sebagai perjuangan untuk bertahan hidup (*survival*), sebagai contoh, seseorang akan mencari makanan ketika mengalami rasa lapar.
5. Emosi sebagai penguat pesan atau informasi, yaitu menggunakan nada bicara untuk menyampaikan perasaan yang dialami.
6. Emosi sebagai penyeimbang hidup (*balancer*), sebagai contoh, seseorang akan tertawa ketika melihat kejadian lucu.

Menurut beberapa *philosopher*, seperti tokoh Descartes menguraikan emosi menjadi enam segmen yaitu hasrat, benci, sedih, heran, cinta dan kebahagiaan, sedangkan tokoh lain, JB Watson mengemukakan tiga macam emosi yaitu ketakutan, kemarahan dan cinta. Daniel Goleman (1996) menguraikan emosi menjadi delapan segmen yaitu sebagai berikut (E-Jurnal, 2016).

1. Amarah : kesal hati, benci, jengkel.
2. Kesedihan : sedih, muram, putus asa.
3. Rasa Takut : gugup, tidak tenang, khawatir.
4. Kenikmatan : bahagia, gembira, puas.
5. Cinta : persahabatan, hormat, kemesraan.

6. Terkejut : terkejut.
7. Jengkel : jijik, mual, tidak suka.
8. Malu : malu hati.

Menurut Aristoteles bahwa kebajikan, karakter dan hidup yang benar memiliki tantangan untuk mengontrol emosi manusia di dalam hidup terutama hawa nafsu. Sering sekali hawa nafsu ini tidak terkendalikan sampai mengacaukan segala situasi, tetapi tidak hanya ini saja permasalahannya melainkan kesetaraan bagaimana cara mengekspresikan emosi (E-Jurnal, 2016).

2.2. Jantung

Jantung adalah salah satu organ inti di dalam tubuh manusia yang terletak di antara rongga dada. Jantung mempunyai dua bagian yaitu bagian kanan dan bagian kiri. Setiap bagian jantung mempunyai ruang atas yang dinamakan atrium dan ruang bawah dinamakan ventrikel. Atrium berfungsi untuk mengumpulkan darah dan ventrikel berfungsi untuk mengeluarkan darah, ventrikel memiliki satu katup dan pada jalan keluar juga memiliki satu katup sehingga darah hanya dapat mengalir secara satu arah (Yayasan Jantung Indonesia, 2015).

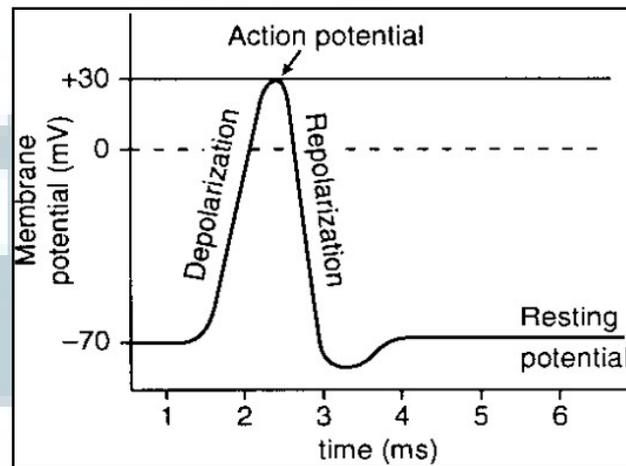
Jantung memiliki peran untuk memberikan oksigen ke seluruh tubuh dan membersihkan seluruh tubuh dari karbondioksida. Agar jantung dapat memaksimalkan fungsi tersebut, jantung akan mengumpulkan darah di seluruh tubuh yang kurang oksigen dan dipompa ke dalam paru-paru, sehingga darah mengambil oksigen dari paru-paru untuk disebar ke seluruh tubuh dan akan membuang karbondioksida. Selanjutnya jantung mengumpulkan darah dari paru-

paru yang banyak mengandung oksigen dan memompanya untuk disebar ke seluruh tubuh (Yayasan Jantung Indonesia, 2015).

Jantung memiliki aliran listrik yang tersebar meluas di dalam tubuh sehingga hal ini dapat dideteksi oleh alat yang bernama elektrokardiograf (EKG). Aliran listrik berasal dari depolarisasi dan repolarisasi sel-sel otot jantung, yang artinya keluar masuknya ion-ion seperti kalsium (Ca^{2+}), ion natrium (Na^+), dan ion kalium (K^+) (Lippincott & Wilkins, 2011).

Perubahan potensial diakibatkan oleh rangsangan dari luar disebut sebagai depolarisasi dan kembali ke keadaan semula setelah rangsangan disebut sebagai repolarisasi. Setelah terjadinya depolarisasi dan repolarisasi seperti pada gambar 2.1, hasil aksi potensial akan mengelilingi jantung menggunakan sistem konduksi listrik yang hanya ditemukan di dalam jantung. Sinus node disebut sebagai sinoatrial *node* (*SA node*) hanya dapat ditemukan di sudut kanan atas atrium jantung, tepatnya dimana *superior vena cava* bertemu dengan jaringan atrium, disini *SA node* dikenal juga sebagai pemicu jantung (*pace maker*) karena dapat membentuk sinyal 60 sampai 100 kali per menit. Ketika diinisiasi, potensial-potensial yang dihasilkan akan mengikuti melalui jantung dengan jalur khusus. Umumnya potensial ini tidak bisa berjalan berlawanan arah karena sel-sel tidak dapat bereaksi terhadap stimulus setelah depolarisasi. Sel-sel yang terdapat di sinoatrial *node* mampu menghasilkan aliran listrik (aksi potensial) lebih cepat di bandingkan dengan sel-sel yang lain. Oleh karena itu, aliran listrik dihasilkan oleh sinoatrial *node* yang kemudian diantarkan ke atrioventrikular *node* dan

meneruskan aliran itu ke atrioventikuler *bundle* dan jaringan purkinje, akhirnya dapat memicu sebuah kontraksi jantung (Lippincott & Wilkins, 2011).



Gambar 2.1 Depolarisasi dan Repolarisasi (Volek, Kannegieter, & McKittrick).

2.3. Elektrokardiogram (EKG)

Elektrokardiogram (EKG/ECG) diperkenalkan oleh Einthoven pada tahun 1903 dengan menggunakan alat galvanometer berupa senar yang mampu mencatat perbedaan kecil dari tegangan jantung. EKG adalah hasil proses perekaman aktivitas jantung dalam jangka waktu tertentu dengan menggunakan elektroda pada kulit. EKG dapat digunakan untuk mendapatkan informasi tentang struktur dan fungsi jantung (Wikipedia).

Kelebihan EKG secara rinci mengenai aktifitas sinyal pola otot jantung adalah sebagai berikut (Braunwald, 1997).

1. Merupakan standar emas untuk diagnosis aritmia jantung.
2. EKG memandu tingkatan terapi dan risiko untuk pasien yang dicurigai memiliki infark otot jantung akut.

3. EKG membantu menemukan gangguan elektrolit.
4. EKG memungkinkan penemuan abnormalitas konduksi.
5. EKG digunakan sebagai alat tapis penyakit jantung iskemik selama uji stres jantung.
6. EKG kadang-kadang berguna untuk mendeteksi penyakit bukan jantung.

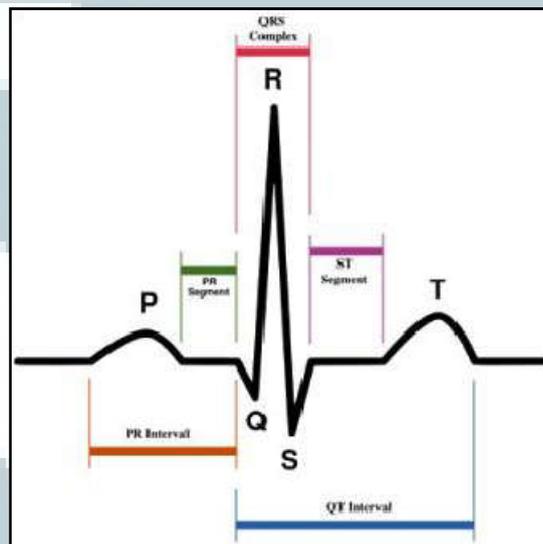
EKG memiliki tiga sinyal yang menonjol, yaitu gelombang P, gelombang QRS, dan gelombang T, seperti terlihat pada gambar 2.2. Gelombang-gelombang inilah yang diperlukan untuk menganalisis gerakan otot jantung yang berbeda-beda (Lippincott & Wilkins, 2011).

Gelombang P menunjukkan depolarisasi atrium jantung yang berasal dari nodus sinus. Biasanya gelombang ini adalah suatu permulaan suatu siklus jantung dan bentuknya tidak lebih tinggi dari *amplitude* gelombang T. Ciri-ciri gelombang P dalam keadaan normal berbentuk melengkung mengarah ke atas tetapi tidak terlalu tinggi. Gelombang ini memiliki ukuran yang kecil disebabkan oleh otot atrium yang tipis (Lippincott & Wilkins, 2011).

Gelombang QRS menunjukkan adanya depolarisasi ventrikel. Biasanya gelombang ini muncul setelah gelombang P dan biasanya memiliki *amplitude* yang lebih besar dibandingkan dengan gelombang sebelumnya karena ventrikel memiliki otot jantung yang jauh lebih besar daripada atrium jantung. Oleh sebab itu, banyak massa otot yang dilalui dengan implus listrik dengan kecepatan penyebaran pada kondisi normal antara 0.06 dan 0.01 detik. Gelombang R memiliki puncak *amplitude* tertinggi dibanding gelombang lainnya dan bernilai positif sedangkan gelombang Q yang terjadi sebelum gelombang R dan

gelombang S yang terjadi setelah gelombang S memiliki nilai negatif. Tidak semua gelombang QRS ini memiliki kriteria gelombang Q, gelombang R dan gelombang S, hanya saja gelombang Q dan gelombang S memiliki nilai negatif (Lippincott & Wilkins, 2011).

Gelombang T menunjukkan tahap awal adanya repolarisasi ventrikel. Biasanya gelombang ini terletak saat diantara depolarisasi dan repolarisasi. Gelombang ini muncul setelah gelombang S dan memiliki nilai yang positif. Bentuk gelombang hampir sama dengan gelombang P hanya saja gelombang T memiliki *amplitude* lebih besar. Hanya saja perubahan ini terlalu kecil untuk di amati sehingga sulit di deteksi oleh EKG (Lippincott & Wilkins, 2011).

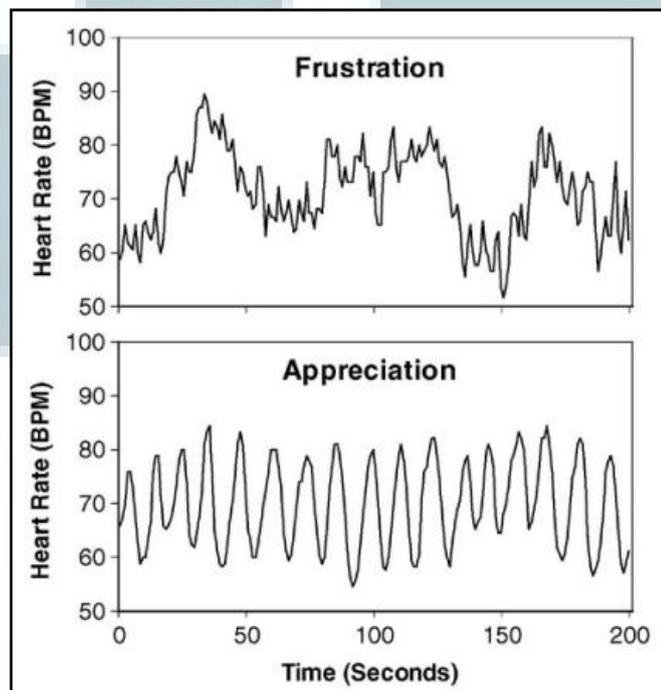


Gambar 2.2 Gelombang Sinyal Normal EKG (Shalini & Vanitha, 2013).

2.4. Pola Detak Jantung

Secara psikologi, sinyal positif akan diberikan pada saat tubuh atau mental seseorang sedang mengalami perasaan positif seperti senang, perhatian, dan cinta.

Sinyal negatif juga ada di dalam diri manusia sehingga membentuk keseimbangan yang bagus, dimana sisi negatif seperti marah, takut, frustrasi, kesedihan yang perlu untuk membentuk karakter manusia dan semakin dewasa. Sinyal positif ini memiliki ciri-ciri gelombang sinyal yang cukup renggang dan terlihat mulus berdasarkan pola dari perulangan sinyal sinus (*coherent*). Sinyal negatif memiliki ciri-ciri gelombang yang tidak teratur dan tidak menentu (*incoherent*) (McCraty, Atkinson, Tomasino, & Bradley, 2006). Gambar 2.3 merupakan contoh perbandingan antara sinyal positif (*appreciation*) dan sinyal negatif (*frustration*).



Gambar 2.3 Contoh Perbandingan Ritme Emosi (McCraty, Atkinson, Tomasino, & Bradley, 2006).

2.5. Algoritma Empirical Mode Decomposition (EMD)

Empirical Mode Decomposition (EMD) adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk medekomposisi sinyal-sinyal tanpa meninggalkan sinyal aslinya di dalam *time domain*. Sinyal data yang diproses algoritma *Empirical Mode Decomposition* (EMD) bertujuan untuk membentuk *Intrinsic Mode Function* (IMF). Algoritma EMD merupakan proses pendekomposisian sinyal non-linear sehingga data yang kompleks dapat diuraikan menjadi data yang lebih sederhana untuk mendapatkan data asli. Hal ini disebut dengan *Intrinsic Mode Function* (Shalini & Vanitha, 2013).

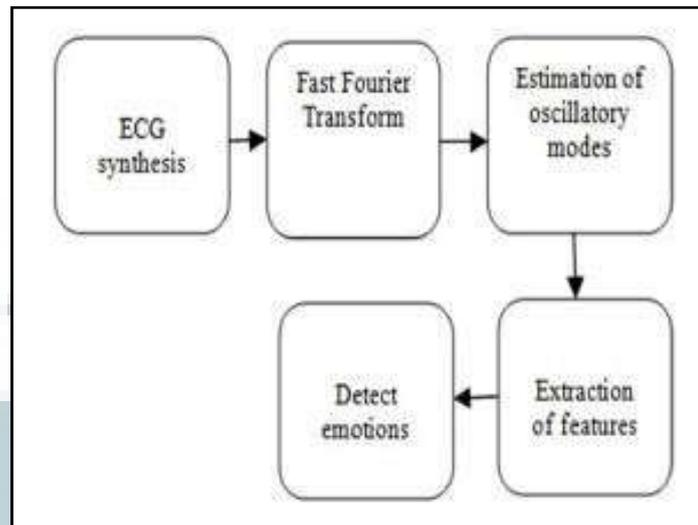
Tabel 2.1 menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Shalini dan Vanita (2013) dengan menggunakan algoritma EMD untuk membedakan emosi berdasarkan dua fitur yaitu *Instantaneous Frequency* dan *Amplitude*.

Tabel 2.1 Hasil pengujian menggunakan EMD (Shalini & Vanitha, 2013).

Emosi	Instantaneous frequency (Hz)	Amplitudo (mv)
Senang	10 – 40	0.2 - 0.25
Sedih	< 10	< 0.2
Takut	40 – 100	0.3 – 1.5
Marah	> 100	> 1.5

2.6. Blok Diagram

Pada gambar 2.4 menunjukkan blok diagram dari alur kerja algoritma EMD untuk mendeteksi emosi manusia (Shalini & Vanitha, 2013).



Gambar 2.4 Blok Diagram dari Pendeteksian Emosi Menggunakan EKG (Shalini & Vanitha, 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Shalini dan Vanita (2013), emosi dapat dideteksi dengan sebuah metodologi yang mengacu pada algoritma EMD dengan alur kerja seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Gambar 2.4 menunjukkan bahwa sinyal yang digunakan untuk mengidentifikasi emosi ini memiliki tahapan awal mensintesis signal EKG, dilanjutkan dengan melakukan *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk melakukan *filter* yang bertujuan untuk menghilangkan *noise*. Kemudian sinyal tersebut diproses dengan pendekatan *Empirical Mode Decomposition* dan *Hilbert-Huang Transform* untuk membedakan emosi berdasarkan *Instantaneous Frequency* (IF) dan *amplitude* (Shalini & Vanitha, 2013). Blok diagram pada gambar 2.4 dapat diperjelas setiap bagiannya pada subbab sebagai berikut.

2.6.1. ECG Synthesis

Data sinyal EKG tersebut dapat dibentuk berdasarkan data mentah dikumpulkan dan dibentuk (Shalini & Vanitha, 2013). Sangat penting untuk

mengetahui bahwa EKG sangat sulit untuk melakukan penggambaran disebabkan oleh besarnya variabel yang terdapat dalam sinyal EKG (Agrafioti, Hatzinakos, & Anderson, 2012).

2.6.2. Fast Fourier Transform (FFT)

Pada tahun 1965 telah berhasil merumuskan teknik perhitungan algoritma *Fast Fourier Transform* yang jauh lebih efisien oleh J.W. Cooley dan J. W. Tukey (Leon, 2001). Pada tahun 1971 *Discrete Fourier Transform* (DFT) digunakan untuk modulasi atau demodulasi untuk memperoleh ortogonalitas, dikarenakan DFT memiliki kebutuhan komputasi yang berat maka digunakan algoritma FFT (Hidayat, 2016). FFT merupakan algoritma yang efisien untuk menjalankan *Discrete Fourier Transform* (Weisstein, 2016). Kata dari transformasi menggambarkan bahwa fourier ini mengubah sinyal berdomain frekuensi menjadi waktu maupun sinyal berdomain waktu menjadi berdomain frekuensi. Biasanya pada frekuensi domain dimanfaatkan untuk proses filter.

$$F_n = \sum_{k=0}^{N-1} f_k e^{-2\pi i k / N} \quad (2.1)$$

Persamaan 2.1 diatas menunjukkan rumusan DFT untuk mengubah sinyal ke frekuensi. Dengan rumusan invers dapat mengembalikan sinyal ke dalam waktu berikut adalah persamaan rumusan invers DFT.

$$f(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} F_n e^{2\pi i k n / N} \quad (2.2)$$

2.6.3. Estimation of Oscillatory Modes

Hilbert-Huang *Transform* (HHT) dapat berperan sebagai analisis sinyal psikologis. Metode EMD berdasarkan Hilbert-Huang *Transform* (HHT) berfungsi

untuk dekomposisi data rumit menjadi data yang dapat dibatasi dan disederhana menjadi komponen yang kecil, dimana ini adalah sebuah bentuk dari *Intrinsic Mode Function*. Sebuah IMF mewakili *oscillatory mode* sederhana secara umum sebagai bagian counter untuk fungsi harmonis sederhana. Secara defenisi, sebuah IMF dimana memiliki fungsi yang sama dengan *extrema* dan penyilangan nol. Metode dekomposisi ini berkerja di dalam *time domain* adalah adaptif dan sangat efesien, dikarenakan dekomposisi berdasarkan karakteristik lokal skala waktu dari data, ini bisa diterapkan dalam *nonlinear* dan proses *nonstationary* (Shalini & Vanitha, 2013).

Algoritma untuk mendeteksi dan ekstraksi dari IMF adalah adaptif dan berulang. Pada saat sebuah IMF ditemukan, IMF tersebut dapat dihapuskan dan algoritma diulang untuk signal residu untuk menemukan *oscillatory modes* lainnya. Diberi sinyal $x(t)$, EMD bekerja dengan tahapan (Agrafioti, Hatzinakos, & Anderson, 2012) :

1. Mendeteksi lokal *maxima* $x_{max}(i)$ dan *minima* $x_{min}(j)$ di $x(t)$.
2. *Interpolate* diantara $x_{max}(i)$ untuk mendapatkan kenaikan *envelope* $x_{up}(t)$ dan $x_{low}(i)$ untuk *minima*.
3. Mengkomputasi rata-rata dari $m(t) = [x_{up}(t) + x_{low}(t)] / 2$.
4. Pengurangan dari sinyal $u(t) = x(t) - m(t)$.
5. *Iterate* untuk $x(t) = u(t)$.

Proses ini merupakan sebuah *shifting process* dimana akan berhenti saat $u(t)$ menemukan kriteria IMF. Jika benar, $u(t)$ akan dideskripsikan sebagai osilasi inti dari $x(t)$, direferensikan sebagai $d(t)$. EMD melanjutkan pergerakan di dalam

sisanya $r(t) = x(t) - d(t)$. Sehingga sinyal asli menjadi $x(t) = \sum_{i=1}^{N-1} d_i(t) + r(t)$. Dimana $d_i(t)$ menandakan ke- i IMF telah diekstrak dari sinyal $x(t)$ dan $r(t)$ sebagai sisa akhir, dengan definisi $r(t)$ bukan sebuah IMF (Agrafioti, Hatzinakos, & Anderson, 2012).

Telah dilakukan observasi pada IMF yang pertama mengambil *property* perioditas *quasi* dari EKG. Setiap detak jantung memiliki 3 gelombang yang berbeda dalam *noise*. IMF pertama diharapkan untuk menunjukkan 3 komponen osilasi, karakterisasi tabiat utama dari kompleks QRS yang memiliki frekuensi tinggi di EKG. Pada saat urutan IMF meningkat, kekuatan dari osilasi menurun. Tetapi untuk bebas *noise* EKG, urutan IMF lebih tinggi dari tiga adalah mendekati nol dan akan diabaikan setelahnya. Pada angka dan tipe IMF yang dibentuk oleh EMD adalah abstrak meskipun dengan sinyal memiliki persamaan secara statis. Contohnya, pada saat dekomposisi akan menghasilkan IMF dan didalam osilasi yang kuat, jika ada *noise* yang tinggi. Ini membatasi utilitas dari EMD yang membuat perbandingan antar berbagai sinyal EKG tidak memiliki makna. Menetapkan beberapa IMF sebagai arti memaksa untuk memberhentikan dekomposisi akan mengalahkan tujuan EMD sebagai analisis tidak lagi sebagai adaptif ataupun IMF memiliki makna secara fisik (Shalini & Vanitha, 2013).

2.6.4. Feature Extraction

Ciri dalam sistem EKG memberikan dasar ciri seperti *amplitude* dan jarak digunakan dalam analisis otomatis berikutnya sehingga EKG dapat mengamati pergerakan *cardiac cells*. Penyimpangan dalam pola elektrik menunjukkan berbagai gangguan jantung. Pada kondisi normal, sel jantung elektrik terpolarisasi

sehingga EKG sangat penting untuk mengamati pergerakan sel yang tidak sesuai dengan sinyal normal, bisa diindikasikan antara penyakit jantung atau perubahan secara psikologis. Pengembangan untuk akurasi dan metode yang cepat untuk otomatisasi ekstraksi ciri EKG sangat penting, sehingga diperlukan ekstraksi ciri ini bertujuan untuk menemukan properti sedikit mungkin di dalam sinyal EKG yang memberhasilkan deteksi sesuatu yang tidak normal dan prognosis efisien. Dalam diagram ini menggunakan dua fitur yaitu *Hilbert Transform* untuk mendapatkan *Instantaneous Frequency* dan pengukuran *local oscillation* (Shalini & Vanitha, 2013).

2.6.5. Instantaneous Frequency

Instantaneous Frequency (IF) didefinisikan berdasarkan *Hilbert Transform* dan *Time-Frequency*. *Hilbert Transform* mendapatkan sinus yang tepat di setiap IMF, mengidentifikasi *Instantaneous Frequency* dan *Instantaneous Amplitude* (IA) untuk menghasilkan dekomposisi data secara *Time-Frequency*.

$$H(d_i(t)) = \frac{1}{\pi} P.V \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{d_i(\tau)}{t - \tau} d\tau \quad (2.3)$$

Dimana P.V mengindikasikan prinsip *Cauchy*. Kita juga bisa definisikan rumus berikut.

$$z_i(t) = d_i(t) + jH[d_i(t)] \quad (2.4)$$

Dengan pengkuadratan menjadi:

$$z_i(t) = y_i(t) e^{j\theta_i(t)} \quad (2.5)$$

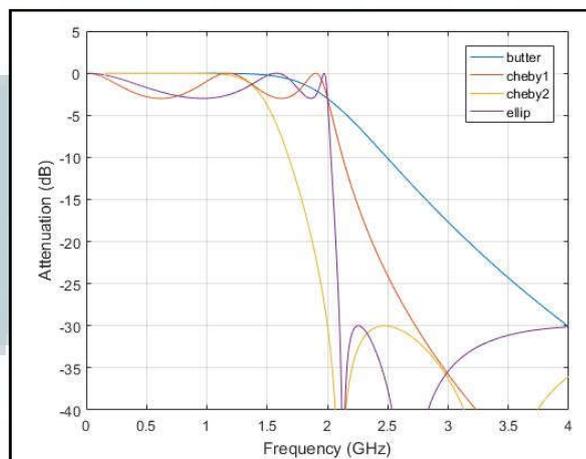
Dimana $y_i(t)$ adalah *magnitude*. Untuk ekstrak *Instantaneous Frequency* di setiap IMF, dapat melakukan kalkulasi turunan dari fase seperti berikut.

$$f_i(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta_i(t)}{dt} \quad (2.6)$$

Dimana $f_i(t)$ adalah ukuran perubahan *Instantaneous Frequency* dalam setiap IMF yang diproses (Agrafioti, Hatzinakos, & Anderson, 2012).

2.7. Matlab

Matrix Laboratory atau disingkat sebagai Matlab merupakan salah satu perangkat lunak yang memiliki fungsi dan pengimplementasian proses sinyal untuk memecahkan solusi teknik dan masalah yang bersifat ilmiah. Grafik yang dibangun di dalam Matlab memudahkan visualisasi dan mendapatkan wawasan dari data dengan mudah (Matlab, *The Language of Technical Computing*, 2016a). Matlab memiliki fleksibilitas fungsi untuk langsung menggunakan *filter* di dalam kurun waktu sehingga tidak diperlukan untuk mengubahnya ke dalam frekuensi. Dapat dilihat perbandingan beberapa fungsi filter yang ada di dalam Matlab dengan *syntax* cara penggunaan filter di dalam Matlab.



Gambar 2.5 Perbandingan Hasil Filter (Matlab, Butter, 2016b).

Pada Gambar 2.5, dapat dilihat *Butterworth* filter tidak memiliki *ripple* yang besar seperti filter lainnya, ini dikarenakan *Butterworth* filter dirancang untuk mendapatkan hasil selurus mungkin. *Syntax* dalam Matlab dapat digunakan seperti dibawah ini.

```
Syntax
-----
[b, a] = butter(n, Wn)
[b, a] = butter(n, Wn, ftype)
```

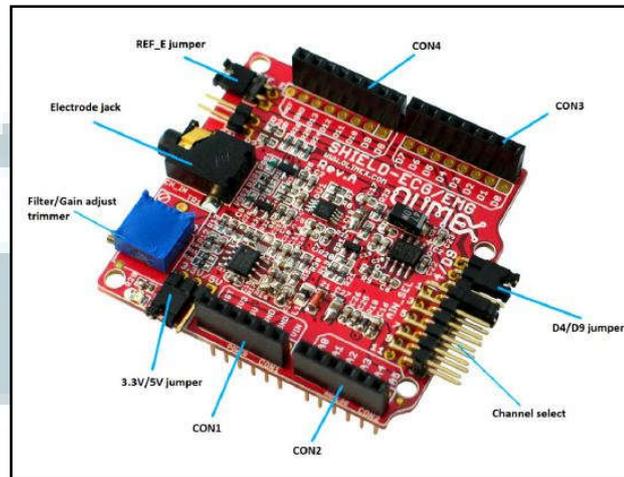
Gambar 2.6 *Syntax Butterworth* Filter dalam Matlab (Matlab, Butter, 2016b).

Disini n adalah menentukan orde *Butterworth*, W_n adalah ukuran untuk perbatasan sampai berapa, contohnya filter dalam 30Hz atau secara bandpass dapat dilakukan dengan [5 30] sesuai yang diperlukan. Jika tidak mendeklarasi filter secara manual seperti 'Bandpass' atau 'Highpass', secara otomatis filter akan dilakukan secara Lowpass. Untuk menggunakan fungsi tersebut dapat menggunakan filter (b, a, data sinyal) (Matlab, Butter, 2016b).

2.8. Arduino dan Olimex

Arduino adalah mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino memiliki perangkat lunak untuk melakukan pemrograman didalamnya. Perangkat lunak yang disebut juga dengan Arduino dapat menggunakan pemrograman bahasa C++ (Arduino, 2016). Shield *Olimex* digunakan untuk mengambil data sinyal jantung melalui sensor yang diletakkan ke subyek. Cara menggunakan *Olimex* adalah dengan cara menumpukkan *shield* diatas Arduino sesuai pin. Satu *shield*

menerima input dari tiga elektroda dimana dua buah sebagai elektroda data dan satu buah sebagai *feedback* (Olimex, 2016).



Gambar 2.7 Shield *Olimex* EKG-EMG (Olimex, 2016).

U M M N