

Aplikasi Program Penganalisis Karakteristik Sinyal *Electromyogram (EMG)* dari Basis Data *Medical Imaging Technology (MIT)*

I Gede Eka Wiantara Putra
Program Studi Sistem Komputer
STMIK STIKOM Bali
Dumapas, Bali - Indonesia
videlina@yahoo.com

Abstrak— *Electromyogram (EMG)* merupakan salah satu bio-sinyal yang berasal dari otot makhluk hidup. Sinyal ini akan berubah sejalan dengan aktivitas otot yang terjadi pada makhluk hidup, seperti gerakan mengangkat tangan atau menggenggam pada manusia. Karakteristik sinyal ini perlu dipelajari lebih lanjut mengingat amplitudo sinyal ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan bio-sinyal lainnya, seperti *electrocardiogram (ECG)* dan *electroencephalogram (EEG)*. Dengan demikian, penelitian sinyal EMG menjadi dasar untuk penelitian bio-sinyal lainnya yang memiliki karakteristik amplitudo sinyal yang lebih rendah. Dalam penelitian ini, sebuah program penganalisis sinyal EMG dari basis data *Medical Imaging Technology (MIT)* menjadi target khusus yang ingin dicapai. Analisis sinyal EMG didasarkan pada nilai amplitudo dan rentang frekuensi sinyal yang ditampilkan dalam grafik dua dimensi. Menggunakan *Discrete Fourier Transform (DFT)*, data sinyal EMG diubah dari domain waktu ke domain frekuensi untuk menampilkan komponen-komponen frekuensi yang terkandung di dalamnya. Sehingga dapat diketahui bahwa sinyal tersebut didominasi sinyal *noise* atau tidak. Hasil dari penelitian ini adalah nilai amplitudo minimum dan maksimum dari setiap subjek, di mana, subjek penderita *myopathy* memiliki nilai rentang amplitudo yang lebih pendek daripada subjek normal, yaitu berkisar antara -0,67 mV hingga 0,77 mV. Sedangkan subjek penderita *neuropathy* memiliki nilai rentang amplitudo yang lebih panjang, yaitu berkisar antara -7,30 mV hingga 3,26 mV.

Kata kunci— *electromyogram, karakteristik EMG, analisis sinyal EMG, kelainan otot.*

I. PENDAHULUAN

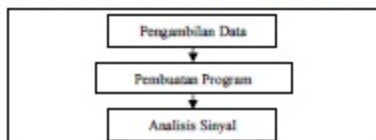
Electromyogram (EMG) memiliki karakteristik amplitudo sinyal yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bio-sinyal lainnya, seperti *electrocardiogram (ECG)*, *electrooculogram (EOG)*, dan *electroencephalogram (EEG)*. Sinyal EMG dibangkitkan oleh otot makhluk hidup saat terjadi gerakan-gerakan pada bagian tubuh tertentu. Menganalisis sinyal ini dapat dijadikan awal penelitian bio-sinyal lainnya dengan karakteristik amplitudo yang lebih rendah.

Penelitian sinyal EMG secara umum dilakukan dalam bidang ilmu teknik biomedika untuk analisis kesehatan otot hingga membantu para penyandang cacat dalam meningkatkan kualitas hidupnya. Dalam bidang lainnya, sinyal EMG dapat dijadikan media pengambilan data gerakan tubuh manusia untuk tujuan hiburan (*entertainment*), seperti perancangan gerakan karakter animasi tiga dimensi.

Sinyal EMG dapat diperoleh hampir di seluruh permukaan kulit. Berdasarkan penelitian sebelumnya [1], sinyal EMG diperoleh dari gerakan-gerakan wajah dari empat subjek, yang akhirnya disimpulkan memiliki rentang frekuensi sinyal EMG pada kisaran 19 hingga 45 Hz. Pada penelitian ini akan dianalisis karakteristik sinyal-sinyal EMG yang telah disediakan pada basis data MIT berdasarkan domain waktu dan frekuensi.

II. METODE

Penelitian ini diawali dengan kegiatan pengambilan data dari basis data MIT yang dapat diakses melalui alamat physionet.org. File data sinyal EMG ini berformat *.txt* yang mengandung dua buah kolom, yaitu kolom data waktu dan kolom amplitudo sinyal EMG. Dengan mempelajari format file data sinyal EMG, maka dapat dilanjutkan dengan membuat program yang mampu membaca kedua data tersebut, yaitu data waktu dan amplitudo sinyal EMG. Selanjutnya, data tersebut di-plot pada sebuah grafik untuk menampilkan bentuk sinyal EMG. Analisis sinyal EMG didasarkan pada nilai amplitudo sinyal dalam domain waktu dan nilai magnitudo sinyal dalam domain frekuensi.



Dalam program analisis, data waktu pada sinyal EMG dimasukkan ke dalam variabel $t[i]$, di mana i merupakan baris ke-1 dari file data sinyal. Selanjutnya data amplitudo sinyal EMG dimasukkan ke dalam variabel $amp[i]$. Berikut adalah listing program pembacaan file data sinyal dalam bahasa Pascal:

```
while not eof(MyFile) do
begin
  i:=i+1;
  ReadLn(MyFile, t[i], amp[i]);
end;
```

Nilai amplitudo minimum dan maksimum dari sinyal EMG ditentukan dengan membandingkan nilai amplitudo ke i dengan nilai amplitudo ke $(i-1)$. Nilai tertinggi yang diperoleh dari hasil pembandingan tersebut dimasukkan ke dalam variabel $Amak$, sedangkan nilai terendah dari pembandingan tersebut dimasukkan ke dalam variabel $Amin$. Penentuan frekuensi sampling (fs) dari data sinyal EMG tersebut dilakukan dengan membaca nilai $t[i]$ yang sama dengan 1. Saat nilai $t[i]=1$ diperoleh, maka nilai i saat itu adalah frekuensi sampling data sinyal EMG. Berikut listing program untuk menentukan frekuensi sampling sinyal EMG:

```
j:=0; Amak:=0; Amin:=0;
for i:=0 to Ndata do
begin
  if t[i]<=1 then j:=j+1;
  if Amak>amp[i] then Amak:=amp[i];
  if Amin<amp[i] then Amin:=amp[i];
end;
fs:=j;
```

Dari listing program di atas, $Ndata$ merupakan variabel integer untuk jumlah keseluruhan data sampel.

Rekonstruksi atau perubahan bentuk sinyal dari domain waktu ke frekuensi dilakukan dengan menambahkan transformasi fourier diskrit atau DFT ke dalam program. Dalam hal ini implementasi DFT ditujukan pada sample domain frekuensi dari suatu urutan sinyal *finite-energy* aperiodik $x(n)$ [4]. Menransformasikan urutan $x(n)$ ke dalam urutan sampel frekuensi $X(k)$ dilakukan dengan persamaan berikut:

$$X(k) = X\left(\frac{2\pi k}{N}\right) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi kn/N} \quad (1)$$

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi kn/N}$$

dimana, $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$.

Perhitungan *discrete fourier transform* (DFT) di dalam program dilakukan dengan memasukkan persamaan berikut:

$$magnitude = \frac{\sqrt{Re^2 + Im^2}}{N/2} \quad (2)$$

dengan:

$$Re = Re + (amp[i] \cos\left(\frac{2\pi i j}{fs}\right)), \text{ dan} \quad (3)$$

$$Im = Im - (amp[i] \sin\left(\frac{2\pi i j}{fs}\right)) \quad (4)$$

di mana i merupakan bilangan integer untuk komponen frekuensi ke-1, dengan rentang 0 hingga frekuensi sampling (fs), dan j merupakan bilangan integer dengan rentang 0 hingga jumlah baris data (N).

Implementasi persamaan di atas ke dalam bahasa pemrograman Pascal adalah sebagai berikut:

```
for i:=0 to fs do
begin
  re:=0; im:=0;
  for j:=1 to Ndata do
  begin
    re:=re+(amp[j]*cos(2*pi*j*i/fs));
    im:=im-(amp[j]*sin(2*pi*j*i/fs));
  end;

  freq[i]:=sqrt(sqrt(re)+sqrt(im))/(Ndata/2);
end;
```

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Program yang dihasilkan memiliki tampilan seperti gambar berikut:



Gambar 2. Tampilan utama program pengolahan sinyal EMG

Bagian menu File berisi bagian sub menu Open untuk membuka file sinyal EMG berformat .txt yang terusun atas dua kolom, yaitu kolom data waktu sampling dan kolom data amplitudo sinyal. Sub menu Save As... digunakan untuk menyimpan gambar bentuk sinyal dengan format .bmp. Dan sub menu Close untuk menutup aplikasi. Bagian A adalah sebuah chart untuk menampilkan data sinyal EMG, di mana sumbu x adalah data waktu sampling, dan sumbu y adalah

data nilai amplitudo sinyal. Bagian B menampilkan informasi file data sinyal EMG, diantaranya nilai amplitudo minimum dan maksimum dalam satuan mV; frekuensi sampling dari sinyal; dan menampilkan jumlah keseluruhan data sinyal.

Menu Analisis memiliki sub menu DFT yang berfungsi untuk menampilkan komponen frekuensi yang terdapat di dalam sinyal melalui sebuah *window* baru. Sumbu x pada grafik DFT merupakan komponen frekuensi sinyal dalam satuan Hz dan sumbu y merupakan nilai magnitudo-nya.

Basis data MIT menyediakan tiga buah file data sinyal EMG, diantaranya adalah data sinyal subjek normal, subjek *neuropathy*, dan subjek *myopathy*. *Neuropathy* dan *myopathy* merupakan penyakit otot yang berpengaruh pada struktur, metabolisme, atau fungsi kanal otot [5]. Data sinyal EMG subjek normal diambil dari seorang pria berusia 44 tahun yang tidak memiliki sejarah penyakit saraf otot. Ke dua, subjek *neuropathy* diambil dari seorang pria usia lanjut 62 tahun yang menderita sakit punggung bagian bawah yaitu pada bagian *L5 radiculopathy*, yang berhubungan dengan kelainan pada kaki bagian bawah (*botis*), *angkle*, dan bagian kaki (*feet*). Terakhir subjek *myopathy* yang diambil dari seorang pria usia lanjut 57 tahun dengan sejarah *polymyositis*. Hasil plotting data sinyal EMG untuk ketiga subjek tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan ketiga bentuk sinyal tersebut, secara grafis dapat dibandingkan dan diperoleh perbandingan nilai amplitudo sinyal EMG antar subjek. Dari ketiga data sinyal EMG, amplitudo sinyal subjek yang menderita *myopathy* cenderung memiliki rentang nilai amplitudo yang rendah, sedangkan amplitudo sinyal subjek *neuropathy* memiliki rentang nilai amplitudo yang lebih tinggi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penderita *myopathy* akan menghasilkan sinyal otot yang lebih lemah dibandingkan dengan manusia dengan otot normal. Sedangkan bagi penderita *neuropathy* akan menghasilkan sinyal otot yang lebih kuat dibandingkan dengan manusia dengan otot normal, namun mengalami ketidakaturan amplitudo sinyal yang meningkat drastis pada suatu waktu.



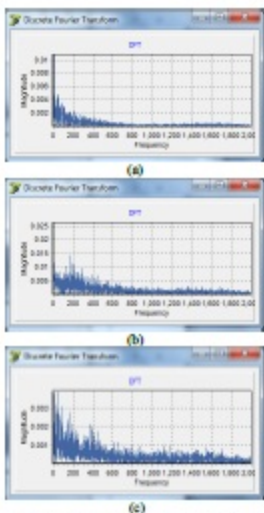
Gambar 3. Hasil plotting data sinyal EMG (a) Subjek Normal, (b) Subjek *Neuropathy*, (c) Subjek *Myopathy*.

Ditinjau dari domain frekuensi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, perbedaan rentang frekuensi yang mendominasi suatu sinyal akan menentukan kualitas otot seseorang. Berdasarkan data grafik komponen frekuensi, rentang frekuensi subjek normal berada pada kisaran 0 Hz hingga 100 Hz. Rentang frekuensi yang mendominasi subjek *myopathy* adalah 0 Hz hingga 400 Hz. Sedangkan rentang frekuensi yang mendominasi subjek *neuropathy* berkisar antara 100 Hz hingga 300 Hz. Perbedaan karakteristik sinyal EMG untuk ketiga subjek tersebut dirangkai pada Tabel 1 berikut:

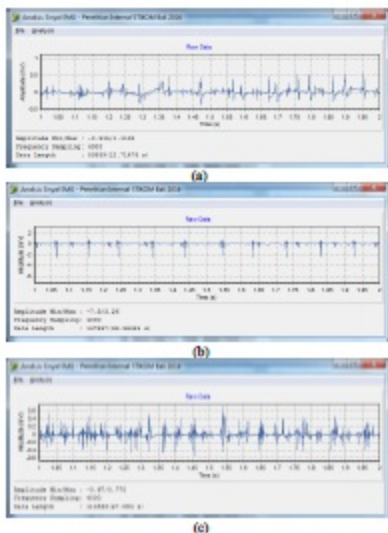
Tabel 1. Perbandingan karakteristik sinyal emg untuk ketiga subjek

Parameter	Subjek 1 Normal	Subjek 2 <i>Neuropathy</i>	Subjek 3 <i>Myopathy</i>
Amplitudo Min	-0,51 mV	-7,30 mV	-0,67 mV
Amplitudo Max	1,13 mV	3,26 mV	0,77 mV
Dominasi Frekuensi	0 – 100 Hz	100 – 300 Hz	0 – 400 Hz

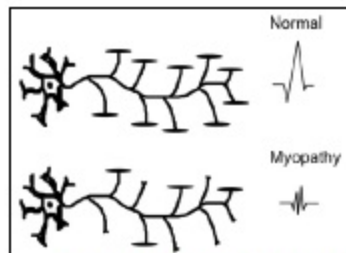
Sinyal yang di-plot dalam grafik dua dimensi pada aplikasi program penganalisis sinyal EMG ini dapat diperbesar untuk menampilkan data sinyal EMG yang lebih terperinci. Hal ini dapat dilakukan untuk membandingkan perubahan nilai amplitudo dalam domain waktu. Bentuk sinyal EMG yang diperbesar dalam rentang 1 detik yang dimulai dari detik ke 1 hingga detik ke 2 ditunjukkan seperti pada Gambar 6.



Gambar 4. Hasil plotting DFT (a) Subjek Normal, (b) Subjek Neuropathy, (c) Subjek Myopathy.



Gambar 6. Perbandingan sinyal EMG antar subjek dalam rentang waktu 1 detik (a) Subjek Normal, (b) Neuropathy, (c) Myopathy.



Gambar 5. Model fisiologi dari unit motorik pada myopathy [2]

Berdasarkan teori dan penelitian tentang *myopathy*, amplitudo sinyal EMG yang dihasilkan oleh subjek *myopathy* lebih rendah dibandingkan dengan subjek normal. Hal ini ditunjukkan seperti pada Gambar 5. Pada bagian *myopathy*, terdapat beberapa serat otot yang tidak berfungsi sehingga menyebabkan ketidaknormalan gerakan otot. Hal ini dapat dideteksi melalui perbandingan nilai amplitudo sinyal EMG yang dihasilkan antara subjek normal dengan subjek *myopathy*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan ketiga data subjek, dapat disimpulkan bahwa subjek normal memiliki nilai amplitudo dengan rentang $-0,51$ mV hingga $1,13$ mV dan dengan rentang frekuensi 0 Hz hingga 100 Hz. Untuk subjek *neuropathy* terjadi ketidakaturan amplitudo sinyal pada satu waktu dengan perubahan nilai amplitudo yang signifikan, dan memiliki rentang frekuensi antara 100 Hz hingga 300 Hz. Sedangkan untuk subjek *myopathy* memiliki nilai rentang amplitudo yang menyerupai subjek normal, namun memiliki rentang yang lebih pendek dan dengan rentang frekuensi antara 0 Hz hingga 400 Hz.

Aplikasi program penganalisis sinyal EMG ini dapat dikembangkan untuk mendeteksi kelainan otot pada subjek melalui data nilai amplitudo dan dominasi komponen frekuensi sinyal. Dengan demikian maka pendeteksian penyakit atau kelainan saraf otot dapat ditangani lebih awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ibrahim, F, Chao, J.H, Arifin, N, Zarnari, N.M, & Cho, J, "EMG Analysis of facial muscles exercise using oral cavity rehabilitative device," TENCON 2006. IEEE Region 10 Conference 2006.
- [2] Pagnoni, S, Amato, A, "Electrodiagnostic Evaluation of Myopathies," *Phys Med Rehabil Clin N Am* 24 193-207. Elsevier Inc (2013).
- [3] Moriani, T, Sangeman, D, Marletti, R, "Basic Physiology and Biophysics of EMG Signal Generation," Institute for Electrical and Electronics Engineers, Inc. ISBN 0-471-67580-6 2004.
- [4] Proakis, J, G, Manolakis, D, G, "Digital Signal Processing – Principle, Algorithms, and Applications," Prentice-Hall International, Inc. 1996.
- [5] Jackson, C. E, "A Clinical Approach to Muscle Diseases," *Semin Neurol* 28:228-240, Thieme Medical Publishers, Inc. 2008.