

## Ekstraksi Fitur EMG Menggunakan Metode MPF Sebagai Alat Uji Keergonomisan Desain Tas Punggung

Hendra Ari Winarno\*, Triwiyanto

### Abstrak

Tas punggung dengan muatan yang terlampau banyak secara otomatis akan menambah beban tas menjadi semakin berat dan jika dipakai dalam posisi yang tidak tepat akan menyebabkan otot-otot punggung tegang sehingga punggung mengalami rasa sakit dan nyeri. Selain menyebabkan sakit punggung, hal lain yang tampak mata adalah postur tubuh anak pun menjadi tidak bagus karena posisi punggung harus melengkung untuk mengimbangi beban tas punggung yang disandang. Dengan adanya permasalahan tersebut dibuatlah alat uji keergonomisan tas sebagai solusi dari masalah tersebut. Tingkat keergonomisan tas dapat diketahui dengan metode MPF. Mean Power Frekuensi (MPF) merupakan metode untuk mengetahui tingkat kelelahan otot. Semakin lelah otot tersebut nilai MPF semakin turun. Baik tidaknya ergonomi tas dapat dilihat dari hasil MPF pengguna tas yang diuji. Penurunan nilai MPF sebelum dan sesudah menggunakan tas mempengaruhi nilai ergonomi dari tas itu sendiri. Semakin nilai ergonomi tas bagus akan mengurangi tingkat kelelahan dari pengguna tas dan diharapkan dapat menghilangkan nyeri punggung dan kelainan tulang punggung.

**Kata-kata kunci:** Electromyogram, Mean Power Frekuensi, Ergonomi

### Pendahuluan

Sinyal EMG (*Electromyogram*) digunakan dalam aplikasi klinis dan biomedis, dan alat diagnostik untuk mengidentifikasi penyakit neuromuskuler, menilai nyeri punggung bawah, kinesiologi, dan gangguan kontrol motor. Sinyal EMG juga digunakan sebagai sinyal kontrol untuk perangkat palsu seperti tangan buatan, lengan, dan tungkai bawah. Sinyal EMG dapat juga digunakan untuk mengetahui tingkat kelelahan berdasarkan sinyal yang direkam menggunakan ekstraksi ciri tertentu.

Metode MPF (*Mean Power Frekuensi*) biasanya digunakan untuk proses pendahuluan (*preprocessing*) pada ekstraksi ciri (*feature extraction*). Metode ini diperlukan untuk mendapatkan parameter ciri sinyal elektromyograph berdasarkan Frekuensi domain. Dengan memanfaatkan metode ini dalam ekstraksi sinyal EMG tingkat kelelahan otot dapat diketahui.

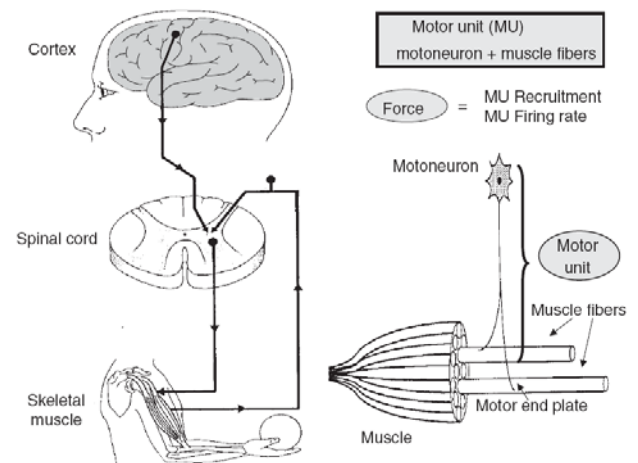
Tujuan penelitian ini adalah sinyal EMG dari otot punggung yang diteliti akan diproses menggunakan metode MPF untuk mengetahui tingkat kelelahan dari tas yang diuji. Dari tingkat kelelahan tersebut akan diketahui tentang keergonomisan dari tas yang diuji.

### Teori

#### EMG (*Electromyogram*)

Pada jaringan otot manusia, terdapat jaringan saraf yang secara skematik ditunjukkan pada

gambar 1. Nampak pada gambar bahwa sebuah Gaya (Force) gerakan yang dilakukan otot adalah hasil dari koordinasi sebuah Motor Unit (terdiri dari motoneuron dan muscle fiber)

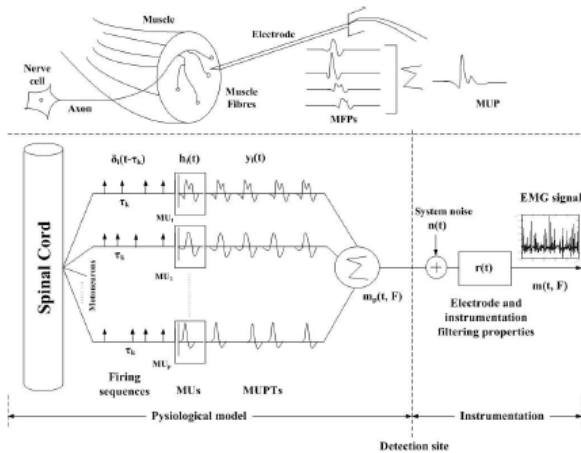


Gambar 1. Skematik Mekanisme Kontrol Motor Dasar dan Motor Unit beserta komponennya [1]

*Electromyogram* adalah teknik untuk mengevaluasi dan merekam aktifitas sinyal otot, yang merupakan jumlah dari beberapa sinyal Potensial muscle fiber (MFP) menjadi sebuah Motor Unit Potensial (MUP), dan dari sebuah MUP akan mengeluarkan Motor Unit Potensial

Trains (MUPT) seperti ditunjukkan pada gambar 2.

Pada pengukuran yang dilakukan dengan surface elektrode akan didapatkan sinyal Elektromyograph yang merupakan gabungan MUPTs dan memungkinkan juga masuknya sinyal noise.



Gambar 2. Electromyograph yang dihasilkan dari beberapa sinyal Motor Unit Potential Trains (MUPTs)[2]

### Mean Power Frekuensi

Proses pendahuluan (pre processing) menggunakan metode ekstraksi ciri (feature extraction) diperlukan untuk mendapatkan parameter ciri sinyal elektromyograph. Beberapa metode ekstraksi ciri sinyal elektromyograph dikelompokkan dalam 3 tipe, yaitu: a) Kawasan waktu (time domain), b) Kawasan frekuensi (frequency domain), dan c) Kawasan waktu-frekuensi (time-frequency domain). [3]

### Kawasan waktu (Time domain)

Ekstraksi ciri dalam kawasan waktu yang digunakan pada pemrosesan sinyal EMG, seperti:

1. Integrated EMG (IEMG)

$$IEMG = \sum_{i=1}^N |x_i|$$

2. Mean Absolute Value (MAV)

$$MAV_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i|$$

3. Modified Mean Absolute Value (MMAV)

$$MMAV_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i |x_i|$$

$$w(i) = \begin{cases} 1, & 0.25N \leq i \leq 0.75N \\ 0.5, & \text{otherwise} \end{cases}$$

4. Root Mean Square(RMS)

$$RMS_k = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

5. Variance (VAR)

$$VAR_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

6. Zero Crossing(ZC)

$$\{x_i > 0 \text{ and } x_{i+1} < 0\} \text{ and } |x_i - x_{i+1}| \geq \epsilon$$

7. Willison Amplitude (WAMP)

$$WAMP_k = \sum_{i=1}^{N-1} (f |x_i - x_{i+1}|)$$

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x > \epsilon \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

8. Linear Envelope (LE)

$$LE[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i+j]$$

Dimana M adalah orde yang digunakan.

9. Zero Lag

$$ZLag[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i-j]$$

Dimana M adalah orde yang digunakan.

### Kawasan frekuensi (Frequency Domain)

1. Discrete Fourier Transform (DFT)

Salah satu metoda ekstraksi ciri domain frekuensi adalah DFT, sinyal terlebih dahulu harus ditransformasi menggunakan Transformasi Fourier. Transformasi Fourier (TF) direpresentasikan kedalam persamaan matematis seperti pada Persamaan berikut :

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt$$

dimana  $X(f)$  adalah magnitude dari sinyal  $x(t)$  dan  $f$  adalah frekuensi.

2. Auto Regressive (AR)

$$x_k = - \sum_{i=1}^N a_i x_{k-i} + e_k$$

3. Frequency Mean (FM)

$$F_{MD} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M PSD_i$$

4. Frequency Median (FMD)

$$F_{MN} = \frac{\sum_{i=1}^M f_i PSD_i}{\sum_{i=1}^M PSD_i}$$

5. Modified Median Frequency (MMDF)

$$MMDF = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M A_j$$

6. Mean Power Frequency (MMNF/MPF)

$$MMNF = \frac{\sum_{j=1}^M f_j A_j}{\sum_{j=1}^M A_j}$$

### Kawasan waktu-frekuensi (Time-Frequency Domain)

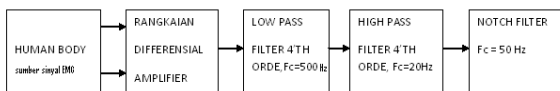
1. Short Time Fourier Transform (STFT)

$$STFT_x(t, \omega) = \int W^*(\tau - t) x(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau$$

2. Wavelet Transform (WT)

$$W_x(a, b) = \int x(t) \frac{1}{\sqrt{a}} \psi^* \left( \frac{t-b}{a} \right) dt$$

### Hasil dan diskusi



Gambar 3. Blok Diagram Instrumentasi EMG

Pada penelitian ini sebelum mengambil data EMG, maka dibuatlah instrumentasi EMG yang ditunjukkan pada gambar 3. Instrumentasi EMG yang terdiri dari *differensial amplifier* yang mempunyai penguatan 240x. Hal tersebut dilakukan karena sinyal EMG begitu kecil, dan membutuhkan penguatan yang besar. Output dari *differensial amplifier* akan dimasukkan ke *low pass filter* orde 4 yang mempunyai frekuensi *cut off* sebesar 500 Hz, hal ini bertujuan untuk melewati frekuensi dibawah 500 Hz. Output dari *low pass filter* tersebut kemudian

dimasukkan ke *high pass filter* dengan orde 4 yang mempunyai frekuensi *cut off* 20 Hz yang bertujuan melewati frekuensi diatas 20 Hz. Dari penggabungan *low pass filter* dan *high pass filter* tersebut dapatkan *bandpass filter* yang melewati frekuensi diatas 20 Hz dan dibawah 500 Hz. Untuk menghindari frekuensi 50 Hz yang dihasilkan dari tegangan jala-jala listrik maka dibuatlah *notch filter* sebelum dimasukkan ke adc. Hasil instrumentasi EMG yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.

Untuk data akuisisi digunakan mikrokontroler xmega 128 yang mempunyai kelebihan adc yang simultan dan frekuensi sampai 32Mhz. Kemudian hasil tersebut diuji pada osiloscope.

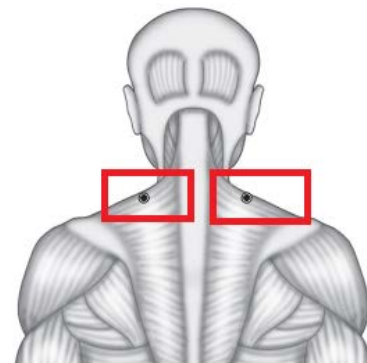


Gambar 4. Instrumentasi EMG yang telah dibuat



Gambar 5. Blok diagram sistem yang dibuat

Pada gambar 5, diperlihatkan elektrode emg yang dipasang pada otot *upper trapezeus* untuk mengetahui sinyal EMG otot punggung. Dari percobaan tersebut didapatkan sinyal EMG yang kemudian dianalisa menggunakan metode MPF untuk mengetahui berapa rata frekuensi otot pada otot *trapezeus*. Penulis menggunakan program delphi sebagai pemrosesan data.



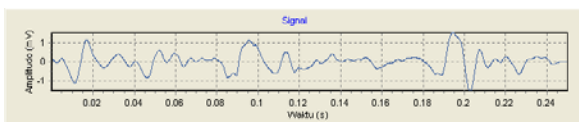
Gambar 6. Peletakan elektrode EMG [2]



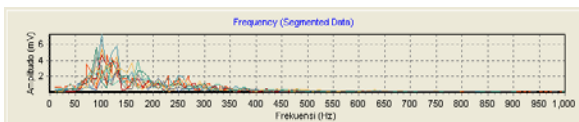
Gambar 7. Pengambilan data sinyal EMG pada objek menggunakan tas

Pada gambar 6 ditunjukkan titik elektrode yang ditempelkan otot pada *trapezeus*. Pada gambar 7 ditunjukkan cara pengambilan data menggunakan tas. Adapun metodenya yaitu subjek sebelum diberi tas diambil datanya dahulu dan kemudian disimpan menjadi MPF awal. Kemudian subjek disuruh menggunakan beban 5 Kg selama 1 jam. Kemudian nilai MPF dari subjek disimpan menjadi MPF akhir.

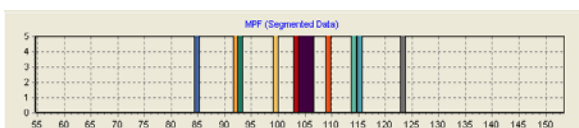
Sinyal EMG yang dihasilkan dari data akusisi yang telah dibuat kemudian ditampilkan dan kemudian di filter dengan *nocth filter* secara software agar frekuensi 50 Hz hilang seperti ditunjukkan pada gambar 8. Kemudian diproses dengan menggunakan metode MPF dan kemudian sinyal tersebut disegmentasi menjadi beberapa frekuensi. Hasil data segmentasi tersebut diambil nilai rata-ratanya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 9. Data dari segmentasi frekuensi tersebut kemudian dirata dan nilainya dapat dilihat seperti pada gambar 10, yaitu nilai MPF= 105.



Gambar 8. Sinyal EMG yang sudah di *nocth filter*



Gambar 9. Hasil Sinyal EMG telah di proses dengan segmentasi frekuensi.



Gambar 10. Hasil Sinyal EMG yang telah diproses dengan metode MPF

Dari beberapa percobaan menggunakan subjek yang sama dan tipe tas yang berbeda. Dihasilkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Selisih nilai MPF pada hasil pengujian

Model TAS	Sebelum Memakai Tas (MPF)	Sesudah Memakai Tas (MPF)	Selisih MPF
1	140	101	39
2	120	103	17
3	135	123	12
4	127	104	23
5	134	105	29

### Kesimpulan

Kelelahan otot akan mempengaruhi nilai MPF pada ekstraksi otot EMG yang diuji. Dalam penelitian ini didapatkan hubungan dari nilai MPF dengan tingkat keergonomisan tas. Tas akan memiliki nilai keergonomis yang tinggi jika memiliki penurunan nilai MPF terkecil pada saat pengujian keergonomisan tas.

### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Gresik yang telah memberi dana riset internal dosen yang diberikan kepada penulis dalam riset ini. Penulis juga berterima kasih kepada Triwiyanto selaku pembimbing atas bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

### Referensi

- [1] Scanlon, V.C.; Sanders, T., "Essentials of Anatomy and Physiology", Fifth Edition, F. A. Davis Company, 2007.
- [2] Martini, "Fundamentals of Anatomy and Physiology", Fifth Edition, International Edition Prentice Hall, 2001.
- [3] Sarbast Rasheed, "A Multiclassifier Approach to Motor Unit Potential Classification for EMG Signal Decomposition", Tesis Ph.D., University of Waterloo, Ontario, Canada, 2006

Hendra Ari Winarno\*  
Dosen Universitas Muhammadiyah Gresik  
[hendra.ari.winarno@gmail.com](mailto:hendra.ari.winarno@gmail.com)

Triwiyanto  
Dosen Politeknik Kesehatan Kemenkes  
Surabaya