

**ELECTROMYOGRAPHY IN ERGONOMICS****Indah Pratiwi<sup>1</sup>, Purnomo<sup>2</sup>, Rini Dharmastiti<sup>3</sup>, Lientje Setyowati<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktor Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta<sup>2,3,4</sup>Staf Pengajar Program Doktor Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta

Email : Indah.Pratiwi@ums.ac.id

**Abstrak**

*Electromyography applications in the field of ergonomics has been used since a long time and developed on an ongoing basis until now. This application generally relates to the utilization of skeletal muscle activity to design products and equipment, workplace design, and the design of work methods and biomechanics even psychological effects. This is mainly to prevent injury muskuloskeletal. Movement flexors dynamic muscle flexion of the wrist has the largest RMS value is 134.56 flexors carpi ulnaris muscle of 69.77 and 68.87 carpi radialis. In the static flexion movements of the wrist muscles flexors has the largest RMS value is 130.35 flexors carpi ulnaris muscle of 53.78 and 30.98 carpi radialis. Movement of dynamic extension of the wrist extensors muscle has the largest RMS value is 219.70, while the extensor carpi ulnaris muscle of 178.99, and extensors carpi radialis 96.56. In the static extension movements of the wrist extensors muscle has the largest RMS value is 92.22 while the extensor carpi ulnaris muscle of 88.76 and 48.12 extensors carpi radialis.*

**Keywords:** *Electromyography, ergonomics, biomechanics*

**1. PENDAHULUAN**

Elektromiografi (EMG) adalah teknik untuk mengevaluasi dan rekaman aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot rangka. EMG dilakukan menggunakan alat yang disebut Electromyograph, untuk menghasilkan rekaman yang disebut Elektromiogram. Sebuah EMG mendeteksi potensial listrik yang dihasilkan oleh sel-sel otot ketika sel-sel ini elektrik atau neurologis diaktifkan. Sinyal dapat dianalisis untuk mendeteksi kelainan medis, tingkat aktivasi, perintah rekrutmen atau untuk menganalisis biomekanik kondisi manusia atau hewan. Begitu banyak manfaat yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang sehingga dipilih EMG sebagai objek penelitian ini.

Otot adalah bagian tubuh manusia yang berfungsi dalam sistem gerak. EMG berfungsi untuk mendeteksi adanya potensial listrik yang dihasilkan pada saat otot kontraksi dan relaksasi. Sinyal listrik otot dapat diperoleh melalui pemasangan elektroda EMG yang diletakkan di permukaan kulit pada otot yang akan diambil data sinyalnya. Elektroda EMG yang ditempelkan ini menyimpan data beragam kondisi sesuai dengan peletakkan elektrodanya. Sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan suatu sistem. Elektroda tersebut akan mengenali kondisi dengan memonitor sinyal otot yang sesuai dengan yang ada pada data yang tersimpan.

Hasil perekaman sinyal EMG juga telah banyak digunakan sebagai sinyal kendali untuk berbagai macam sistem diantaranya komputer, robot dan perangkat lainnya. Perangkat antarmuka berbasis pada EMG juga dapat digunakan untuk mengendalikan objek bergerak, seperti *robot mobile* atau kursi roda listrik. Hal ini sangat membantu individu yang tidak bisa mengoperasikan kursi roda yang dikendalikan *joystick*. Sistem yang dihasilkan dari EMG mampu mempelajari sinyal otot dari permukaan kulit saat seseorang melakukan kondisi tertentu.

Ada banyak aplikasi untuk penggunaan EMG. Penelitian tentang EMG yang merupakan bagian dari *biomedical engineering* telah berkembang pesat, sebagai contoh yaitu penelitian aplikasi *biosignal* pada manusia untuk kontrol buatan pada manusia maupun untuk mendeteksi adanya kelainan aktivitas pada otot, gangguan gerak, kontrol postural, dan terapi fisik. Sinyal EMG juga digunakan dalam aplikasi klinis dan biomedis. EMG digunakan sebagai 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.

Berdasarkan penjelasan di depan maka peneliti ingin melakukan penelitian tentang ekstraksi ciri sinyal electromyograph domain frekuensi dan domain frekuensi untuk diskriminasi kondisi gerakan *flexion* dan *extension* tangan. Kondisi tangan yang akan diakuisisi sinyalnya adalah *flexion* yang bergerak menjauhi posisi netral sampai pada hitungan kelima disebut *dynamic flexion*. Selanjutnya masih pada gerakan *flexion*, posisi tangan diam dan tidak bergerak sampai pada hitungan kelima disebut *static flexion*. Pada gerakan *extension*, kondisi tangan yang akan diakuisisi sinyalnya adalah *extension* yang bergerak menjauhi posisi netral sampai pada hitungan kelima disebut *dynamic extension*. Selanjutnya masih pada gerakan *extension*, posisi tangan diam dan tidak bergerak sampai pada hitungan kelima disebut *static extension*. Dari hasil penelitian ini dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya untuk diaplikasikan pada suatu sistem kendali dan penerapannya dalam ergonomi.

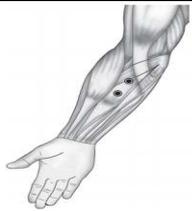
Tujuan penelitian ini adalah, bagaimana mengukur aktivitas otot pada kondisi lengan tangan untuk gerakan *dynamic flexion*, *static flexion* dan *dynamic extension*, *static extension*.

**2. METODE**

**2.1 Penentuan otot yang berpengaruh**

Tubuh manusia ketika melakukan gerakan, maka ada beberapa otot yang ikut berkontraksi. Pemilihan otot yang berkontraksi bergantung pada gerakan yang akan dilakukan. Untuk gerakan *flexion*, otot yang berpengaruh adalah: *flexors of the wrist*, *flexor carpi radialis*, *flexor carpi ulnaris*, lebih jelasnya pada Tabel 1.

**Tabel 1. Otot yang berpengaruh terhadap gerakan *flexion* (Criswell, 2004)**

No	Name	Purpose	Clinical Uses	Behavioral Test	Location
1	Forearm Flexor Bundle (wide) Placement. <i>Quasi-specific.</i>	To monitor the muscles associated with wrist flexion.	To assess and treat arm pain and repetitive strain injury, used in medicine and ergonomics.	Flexion on the wrist.	
2	Flexor Carpi Radialis and Palmaris Longus Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Wrist flexion and radial deviation.	Hand rehabilitation.	Wrist flexion.	
3	Flexor Carpi Ulnaris Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Flexion and adduction of the wrist.	Hand rehabilitation.	Adduction and flexion of the wrist.	

Sedangkan untuk gerakan *extensor*, otot yang kontraksi adalah otot: *extensors of the wrist*, *extensor carpi ulnaris*, *extensor carpi radialis*, lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Otot yang berpengaruh terhadap gerakan *extension* (Criswell, 2004)**

No	Name	Purpose	Clinical Uses	Behavioral Test	Location
1	Forearm Extensor Bundle (wide Placement). <i>Quasi-specific</i>	To measure the muscle bundle associated with wrist extension (primarily extensor digitorum).	Rehabilitation of the wrist and hand, assessment and treatment of repetitive strain injury, industrial medicine, ergonomics.	Extension of the wrist.	
2	Extensor Carpi Ulnaris. <i>Quasi-specific</i>	Wrist extension, ulnar deviation.	Hand rehabilitation, industrial ergonomics.	Ulnar deviation of the wrist.	
3	Extensor Carpi Radialis (Longus and Brevis). <i>Quasi-specific</i>	Wrist extension, abduction, radial deviation.	Hand rehabilitation, industrial ergonomics.	Wrist extension and radial deviation.	

**2.2 Pemasangan Elektroda**

Elektroda yang digunakan adalah bipolar 2 elektroda yang aktif diletakkan secara berdekatan di otot yang akan diukur dan dibandingkan dengan kondisi *ground*. Elektroda diletakkan pada permukaan kulit tepat diatas otot yang mengalami kontraksi sesuai dengan gerakan yang dilakukan. Untuk gerakan *flexion*, letak elektroda tepat di atas otot *flexors of the wrist, flexor carpi radialis, flexor carpi ulnaris*. Sedangkan untuk gerakan *extension*, letak elektroda tepat diatas otot *extensors of the wrist, extensor carpi ulnaris, extensor carpi radialis*.



**Gambar 1. Pemasangan elektroda bipolar**

**2.3 Proses Pengukuran**

Responden dilatih gerakan yang akan dilakukan sebelum percobaan dilakukan. Selama pengujian, responden duduk dengan tungkai atas menggantung ke bawah. Ekstremitas atas kanan diamati dengan melihat sinyal EMG, pengukuran pertama dilakukan dengan menggerakkan tangan kearah *flexion/extension* diselama 5 hitungan, pengukuran kedua yaitu tangan pada posisi diam *flexion/extension* selama hitungan 5 detik.

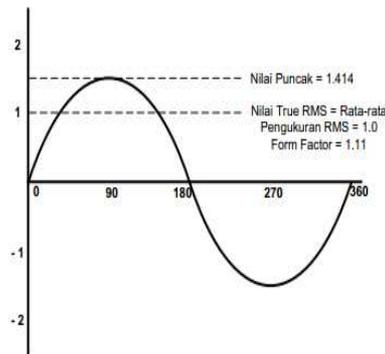
**2.4 Nilai RMS (root mean square)**

Nilai RMS dikenal sebagai rata-rata kuadrat (*quadratic mean*) merupakan pengukuran besarnya kuantitas yang bervariasi. Hal ini berguna untuk suatu variabel memiliki harga positif dan negatif misalnya sinusoidal. Harga RMS digunakan dalam berbagai bidang termasuk teknik listrik, umumnya alat ukur pada teknik listrik dikalibrasi untuk membaca harga RMS. Harga RMS dapat dihitung untuk serangkaian nilai nilai diskrit ataupun untuk berbagai fungsi kontinu.

$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 \dots + X_n^2}{n}}$$

.... (1)

Nilai RMS dari seperangkat nilai (fungsi kontinu) akar kuadrat dan aritmatika *mean* (rata-rata) dari kuadrat nilai asli (atau kuadrat dari fungsi yang mendefinisikan bentuk gelombang kontinu). Dengan alasan inilah harga efektif disebut *Root Mean Square* (RMS). Ini merupakan akar pangkat dua dari rata-rata harga sesaat. Dengan mengkuadratkan besarnya harga sesaat kemudian merata-ratakannya dan mengambil akar dari harga rata-rata ini, dapat ditentukan harga efektifnya setiap gelombang bolak-balik seperti gelombang sinusoidal

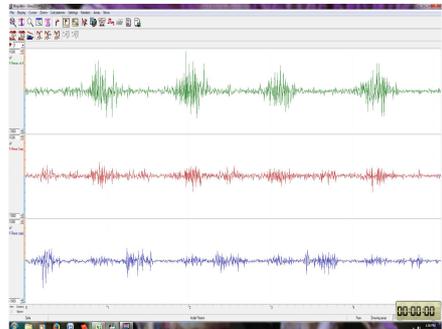


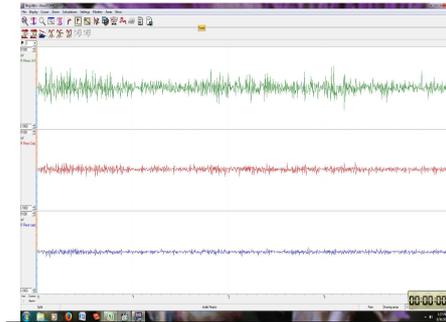
**Gambar 2. Gelombang sinusidal murni**

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah responden melakukan gerakan, maka sinyal yang dihasilkan untuk setiap gerakan dapat dilihat Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 3. Hasil sinyal gerakan *flexion***

Gerakan	Hasil EMG	Nilai RMS		
		<i>flexors of the wrist</i>	<i>flexor carpi radialis</i>	<i>flexor carpi ulnaris</i>
		134,56	68,87	69,77



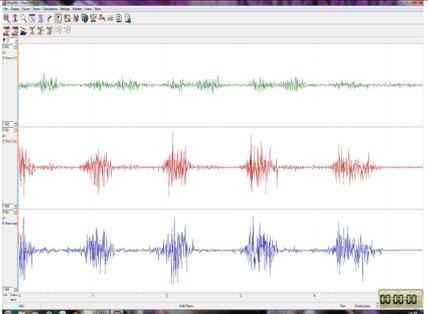
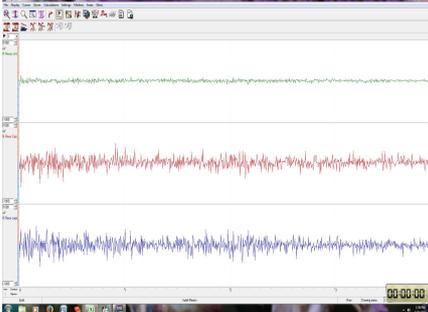
130,35

53,78

30,98

Untuk *flexion*, gerakan *dynamic flexion* maka sinyal yang dihasilkan mengalami fluktuasi gerakan sesuai dengan otot yang berpengaruh mengalami kontraksi. Dari tiga otot yang ada, otot *flexors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 134,56, sedangkan otot *flexors carpi ulnaris* sebesar 69,77, dan *flexors carpi radialis* 68,87. Sedangkan *flexion*, gerakan *static flexion* maka sinyal yang dihasilkan mengalami fluktuasi gerakan sesuai dengan otot yang berpengaruh mengalami kontraksi. Dari tiga otot yang ada, otot *flexors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 130,35 otot *flexors carpi ulnaris* sebesar 53,78 dan *flexors carpi radialis* 30,98.

**Tabel 4. Hasil sinyal gerakan *extension***

Gerakan	Hasil EMG	Nilai RMS		
		<i>extensors of the wrist</i>	<i>extensor carpi ulnaris</i>	<i>extensor carpi radialis</i>
		219,70	178,99	96,56
			92,22	88,76

Untuk *extension*, gerakan *dynamic extension* maka sinyal yang dihasilkan mengalami fluktuasi gerakan sesuai dengan otot yang berpengaruh mengalami kontraksi. Dari tiga otot yang ada, otot *extensors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 219,70, sedangkan otot *extensor carpi ulnaris* sebesar 178,99, dan *extensors carpi radialis* 96,56. Sedangkan *extension*, gerakan *static extension* maka sinyal yang dihasilkan mengalami fluktuasi gerakan sesuai dengan otot yang berpengaruh mengalami kontraksi. Dari tiga otot yang ada, otot *extensors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 92,22 sedangkan otot *extensor carpi ulnaris* sebesar 88,76 dan *extensors carpi radialis* 48,12.

Hasil lengkap pengukuran gerakan *flexion* (pada Tabel 6) jumlah data pada *dynamic flaxion* adalah 1271 data, dengan data tertinggi adalah 944,00 pada otot *flexors of the wrist* sedangkan data

paling rendah yaitu -374,65 pada otot *flexor carpi radialis*. Standar deviasi berurutan dari otot *flexors of the wrist* 134,57 otot *flexor carpi radialis* 68,85 dan otot *flexor carpi ulnaris* 69,72. Pada *static flexion*, jumlah data pada adalah 1090 data, dengan data tertinggi adalah 533,95 pada otot *flexors of the wrist* sedangkan data paling rendah yaitu -179,95 pada otot *flexor carpi radialis*. Standar deviasi berurutan dari otot *flexors of the wrist* 134,62 otot *flexor carpi radialis* 58,46 dan otot *flexor carpi ulnaris* 72,91.

**Tabel 6. Uraian hasil dari *flexion***

	Uraian	<i>flexors of the wrist</i>	<i>flexor carpi radialis</i>	<i>flexor carpi ulnaris</i>
<i>dynamic flexion</i>	Jumlah	4336,50	3206,65	4085,75
	Rata-rata	3,41	2,52	3,21
	Jumlah Data	1271,00	1271,00	1271,00
	Data Terbesar	944,00	348,10	300,90
	Data Terkecil	-631,30	-374,65	-637,20
	Standar Deviasi	134,57	68,85	69,72
<i>static flexion</i>	Jumlah	1112,15	758,15	2183
	Rata-rata	1,02	0,69	2,00
	Jumlah Data	1090,00	1090,00	1090,00
	Data Terbesar	533,95	188,80	112,10
	Data Terkecil	-536,90	-179,95	-132,75
	Standar Deviasi	134,62	58,46	72,91

Hasil lengkap pengukuran gerakan *extension* (pada Tabel 7) jumlah data pada *dynamic extension* adalah 1259 data, dengan data tertinggi adalah 749,30 pada otot *extensor carpi radialis* sedangkan data paling rendah yaitu -949,90 pada otot *extensors of the wrist*. Standar deviasi berurutan dari otot *extensors of the wrist* 219,71 otot *extensor carpi radialis* 179,00 dan otot *extensor carpi ulnaris* 96,58. Pada *static extension*, jumlah data pada adalah 1315 data, dengan data tertinggi adalah 687,35 pada otot *extensor carpi radialis* sedangkan data paling rendah yaitu -1011,85 pada otot *extensors of the wrist*. Standar deviasi berurutan dari otot *flexors of the wrist* 92,24 otot *flexor carpi radialis* 88,77 dan otot *flexor carpi ulnaris* 48,12.

**Tabel 7. Uraian hasil dari *extension***

	Uraian	<i>extensor of the wrist</i>	<i>extensor carpi radialis</i>	<i>extensor carpi ulnaris</i>
<i>dynamic extension</i>	Jumlah	7015,10	5879,35	2194,80
	Rata-rata	5,57	4,66	1,74
	Jumlah Data	1259,00	1259,00	1259,00
	Data Terbesar	725,70	749,30	342,20
	Data Terkecil	-949,90	-710,95	-430,70
	Standar Deviasi	219,71	179,00	96,58
<i>static extension</i>	Jumlah	2044,35	1796,55	1675,60
	Rata-rata	1,55	1,36	1,27
	Jumlah Data	1315,00	1315,00	1315,00
	Data Terbesar	660,80	687,35	256,65
	Data Terkecil	-1011,85	-436,60	-265,50

---

Standar Deviasi	92,24	88,77	48,12
-----------------	-------	-------	-------

---

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dan diskusi yang diperoleh, adalah:

1. Gerakan *dynamic flexion* otot *flexors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 134,56 otot *flexors carpi ulnaris* sebesar 69,77 dan *flexors carpi radialis* 68,87. Pada gerakan *static flexion* otot *flexors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 130,35 otot *flexors carpi ulnaris* sebesar 53,78 dan *flexors carpi radialis* 30,98.
2. Gerakan *dynamic extension* otot *extensors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 219,70, sedangkan otot *extensor carpi ulnaris* sebesar 178,99, dan *extensors carpi radialis* 96,56. Pada gerakan *static extension* otot *extensors of the wrist* mempunyai nilai RMS yang terbesar yaitu 92,22 sedangkan otot *extensor carpi ulnaris* sebesar 88,76 dan *extensors carpi radialis* 48,12.

#### DAFTAR PUSTAKA

Criswell, 2004, *Introduction to Surface Electromyography*, Second Edition, James and Bartlett Publishers

Liu, 2013, *The influence of wrist posture on the time and frequency EMG signal measures of forearm muscles*, *Gait & Posture* 37 (2013) 340-344

Qin, 2014, *Upper Extremity kinematic and kinetic adaptations during a fatiguing repetitive task*, *Journal of Electromyography and Kinesiology* 24 (2014) 404-411