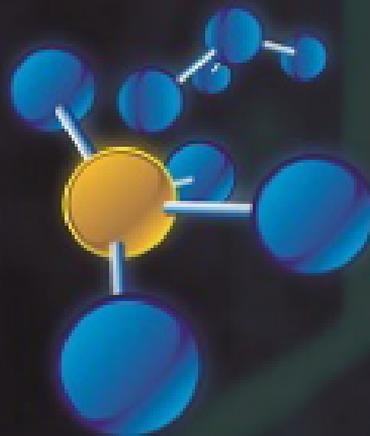




FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROSIDING

ISSN : 978-602-14272-1-7



"Peningkatan Daya Saing
Industri Nasional Berkelanjutan Berbasis Riset"

SEMINAR NASIONAL
TEKNOIN 2014

Yogyakarta, 22 November 2014

Teknik Industri

TEKNOIN



PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNOIN 2014
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus: Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274) 895287, 895007 Facs (0274) 895007 Ext 148; Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta
<http://www.uii.ac.id> atau <http://www.fti-uui.org> email fti@uui.ac.id

Surat Keterangan

Nomor: 024/Sek-Pan/Teknoin/10/II/2015

Assalamu'alaikum Wr. Wb.,

Dengan menyatakan bahwa panitia memberikan ijin pengalihan hak Publikasi dari Panitia Seminar Nasional Teknoin 2014 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia ke Lembaga Penerbitan dan Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta, untuk makalah-makalah sebagai berikut:

- 1. Letak Elektroda Elektromiografi pada Upper Extremity Muscle**
Penulis: Indah Pratiwi
- 2. Evaluasi Beban Kerja Mental dengan Subjective Worload Assessment Technique (SWAT) di PT. Air Mancur**
Penulis: Etika Muslimah
- 3. Identifikasi Model Kerusakan dengan Failure Model Effect Analysis dan Logic Tree Analysis untuk Peningkatan Kulalitas**
Penulis: Mila Faila Sufa
- 4. Perancangan Ulang Alat bantu Pencekam (Ragum) dengan Metode Design for Assembly (DFA)-Bothroyd/Dewhurst**
Penulis: Ida Nursanti

Demikian surat keterangan ini kami buat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.,

Yogyakarta, 19 Rabbiul Akhir 1436 H
09 Februari 2015 M

SEMINAR NASIONAL
TEKNOIN 2014
FTI - UII
Sekretariat,

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.
NIP. 875210101

Letak Elektroda Elektromiografi pada Upper Extremity Muscle

Indah Pratiwi
Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Mahasiswa Program Doktor Teknik Mesin
Universitas Gadjah Mada Jogjakarta
Email : Indah.Pratiwi@ums.ac.id

Purnomo, Rini Dharmastiti, Lientje Setyowati
Staf Pengajar Program Doktor Teknik Mesin
Universitas Gadjah Mada Jogjakarta

Abstrak—Elektromiografi adalah suatu alat yang digunakan untuk merekam aktivitas elektrik dari otot untuk menentukan apakah otot sedang melakukan kontraksi atau tidak. EMG berfungsi mencatat bioelektrik untuk mengetahui sinyal yang disebabkan oleh aktivitas gerak otot tersebut. EMG pada umumnya direkam dengan menggunakan elektroda yang dipasangkan pada permukaan kulit atau lebih sering jarum elektroda yang dimasukkan secara langsung ke dalam otot. Elektroda permukaan digunakan sekali pakai karena perekatnya mudah lepas. Elektroda ini mengambil tegangan yang dihasilkan oleh kontraksi serat otot. Sinyal yang terdeteksi pada permukaan kulit sangat rendah yaitu dalam range miliVolt, sehingga perlu dikuatkan beberapa kali. Karakteristik sinyal EMG mempunyai range frekuensi antara 20Hz – 500Hz dan range tegangan antara 0,4mV sampai 5mV. Sebuah sinyal EMG berasal dari beberapa unit motor dan didefinisikan sebagai jumlah dari semua MUAP ditambah *noise* dan *artefact*. Ada beberapa tipe elektroda yang digunakan untuk mengukur sinyal EMG, yaitu *needle electrodes*, *fine-wire electrodes*, dan *surface electrodes*. Untuk keperluan aplikasi ergonomi maka elektroda yang sering digunakan adalah *surface electrodes*, karena mudah pemasangannya juga tidak terlalu mengganggu aktivitas dari orang yang diteliti. Pada paper ini, akan dibahas tentang peletakkan elektroda pada otot bagian atas tubuh, karena letak elektroda harus tepat agar sinyal listrik dapat terbaca oleh EMG.

Keywords—*Elektroda; Electromyography; Upper Extrimity Muscle*

I. PENDAHULUAN

Elektromiografi adalah sebuah metode untuk pengukuran, menampilkan, dan penganalisaan setiap signal listrik (*electrical signals*) dengan menggunakan bermacam-macam elektroda. Kontraksi serabut otot (*muscle fibre contraction*) selalu diikuti dengan aktivitas listrik (*electrical activity*). Sebuah sinyal EMG berasal dari sinyal serabut otot pada jarak tertentu dari elektroda (Luttman, 1996). Analisa sinyal EMG menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk bermacam-macam aplikasi, antara lain: mendiagnosa penyakit saraf maupun diaplikasikan dalam ergonomi,

misalnya mengetahui kekuatan otot ketika melakukan aktivitas kerja dengan postur kerja tertentu.

Sejak lama penelitian tentang EMG sudah dilakukan, tetapi masih banyak yang perlu dipecahkan. Penggunaan EMG diawali dengan mengumpulkan beberapa postur kerja yang akan dijadikan obyek penelitian, kemudian diidentifikasi otot-otot mana yang berpengaruh terhadap sendi gerak tersebut untuk menempatkan elektroda. Paper ini membahas tentang mengidentifikasi letak elektroda EMG pada bagian *upper extremities muscle*.

A. Electromyography

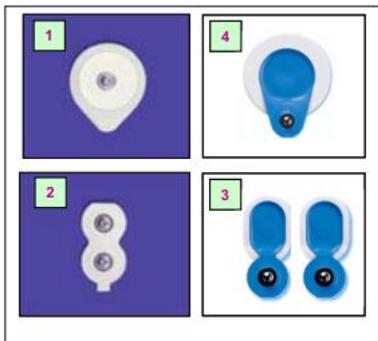
Elektromiografi adalah suatu alat yang digunakan untuk merekam aktivitas elektrik dari otot untuk menentukan apakah otot sedang melakukan kontraksi atau tidak. EMG berfungsi mencatat bioelektrik untuk mengetahui sinyal yang disebabkan oleh aktivitas gerak otot tersebut. EMG pada umumnya direkam dengan menggunakan elektroda yang dipasangkan pada permukaan kulit atau lebih sering jarum elektroda yang dimasukkan secara langsung ke dalam otot. Elektroda permukaan digunakan sekali pakai karena perekatnya mudah lepas. Elektroda ini mengambil tegangan yang dihasilkan oleh kontraksi serat otot.

Amplitudo dari sinyal EMG tergantung pada berbagai faktor, misalnya penempatan dan jenis elektroda yang digunakan dan tingkat derajat dari penggunaan otot. Suatu sinyal khas EMG terbentang dari 0,1 sampai 0,5 mV. Sinyal-sinyal ini berisi komponen frekuensi yang diperbesar sampai pada 10 kHz.

Sinyal yang terdeteksi pada permukaan kulit sangat rendah yaitu dalam range miliVolt, sehingga perlu dikuatkan beberapa kali. Karakteristik sinyal EMG mempunyai range frekuensi antara 20Hz – 500Hz dan range tegangan antara 0,4mV sampai 5mV. Instrumentasi pencatat bioelektrik untuk mengetahui sinyal yang disebabkan oleh aktifitas otot gerak. Otot gerak merupakan organ tubuh manusia yang berfungsi menggerakkan rangka. Otot gerak merupakan jenis otot lurik, dimana memiliki sifat sadar, tidak sadar, tidak teratur karena aktifitasnya bergantung pada kehendak

pelaku. Pada otot gerak tidak memiliki sifat otomatisitas, rangsangan berasal dari otak dan disalurkan melalui syaraf.

Untuk mengetahui sinyal EMG diletakkan elektroda sebagai media interaksinya. Peletakan elektroda biasanya diletakkan langsung pada otot yang akan diamati dengan cara menempelkan pada permukaan kulit sebagai pendeteksi sinyal dari pergerakan otot. Sinyal yang ditangkap meliputi daerah yang diberikan elektroda, akibatnya sinyal yang diperoleh merupakan penjumlahan seluruh sinyal yang ada. Karena proses kontraksi dan relaksasi tiap-tiap otot gerak pada daerah tersebut tidak bersamaan, maka sinyal yang didapat terkesan seperti sinyal acak.



Gambar 1. Jenis elektroda (Konrad, 2005)

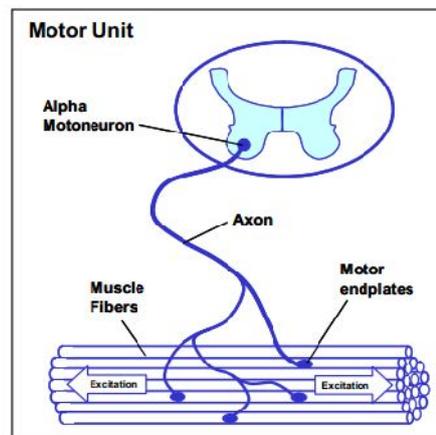
Elektroda juga berfungsi sebagai *grounding* yang ditempelkan pada daerah yang memiliki resistansi tubuh yang kecil, contohnya pada kaki atau telinga. Karakteristik dari sinyal otot EMG yang umumnya dianalisa mempunyai range frekuensi antara 20Hz sampai 500Hz dan range tegangan antara 0,4mV sampai 5mV, terdapat amplitudo yang tinggi lagi apabila terjadi kontraksi.

B. Sensor Biopotensial

Sistem saraf tubuh manusia menggunakan perbedaan kadar ion untuk berkomunikasi. Transportasi ion di dalam dan di sepanjang serabut saraf dapat diukur pada permukaan kulit menggunakan jenis sensor elektrokimia tertentu yang sering disebut sebagai *surface recording electrode* (kadang hanya disebut elektroda). Fungsi dari elektroda adalah sebagai transduser antara transportasi ionik saraf dan aliran elektron dalam kawat tembaga. Transduser adalah persimpangan antara elektroda dan elektrolit yang memungkinkan seperti transduksi untuk mengambil tempat. Aliran ion dalam elektrolit menimbulkan aliran elektron (sesaat) di elektroda karena adanya reaksi oksidasi atau reduksi (tergantung pada arah aliran arus) yang terjadi pada antarmuka. Anion dalam elektrolit akan mengalir ke batas antar muka, kation dalam elektrolit akan mengalir jauh dari batas antar muka. Elektron pada elektroda akan mengalir menjauh dari batas antar muka menciptakan arus di elektroda, proses ini disebut oksidasi dari logam C.

C. Otot dan Sistem Syaraf

Otot manusia dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu otot skeletal atau *striated* yang berhubungan dengan gaya luar, otot jantung, dan otot polos. Otot skeletal yang bekerja dibawah kontrol sistem saraf badan, sehingga dinamakan otot sadar (*a voluntary muscle*). Otot jantung dan otot polos dioperasikan oleh sistem saraf otomatis.

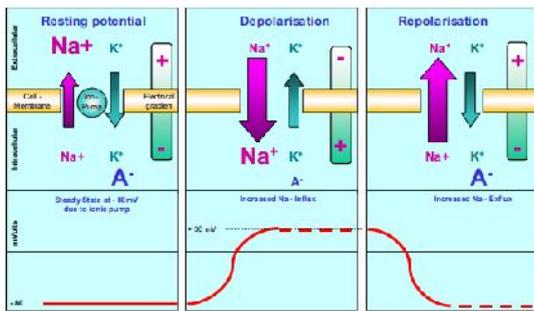


Gambar 2. Sistem motor unit (Konrad, 2005)

Untuk kontraksi otot sadar diperlukan stimulan dari sistem saraf. Sistem saraf pusat terdiri dari otak (*brain*) dan *spinal cord*. *Spinal cord* menghubungkan otak dengan tubuh. Sistem saraf tepi (*peripheral nervous system*) terdiri dari serabut syaraf (*axon*) yang membawa impuls dari dan ke sistem syaraf. Unit penggerak (*motor unit*) adalah unit fungsional terkecil dari sistem otot saraf (*neuromuscular system*), terlihat pada gambar 2

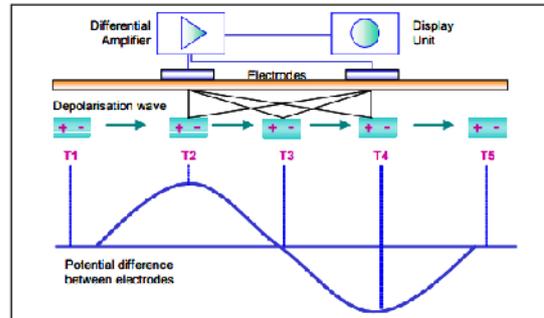
D. Kontraksi Otot

Otot sadar memerlukan potensial aksi (*action potentials*) dari serabut saraf untuk dapat berkontraksi. Ketika potensial aksi timbul, maka akan dilepaskan *neurotransmitter acetylholine*. Kemudian akan terjadi pengurangan polarisasi (*depolarizes*) antara penerima stimulan *acetylholine* di dalam membran sel dari serabut otot dan membran serabut otot. Hasil akhir dari proses ini adalah sebuah kontraksi serabut otot. Unit-unit motor akan aktif secara berulang-ulang. Untuk menaikkan kecepatan penembakan (*firing rates*) dan menunda unit-unit motor aktif menjadi aktif. Kecepatan penembakan tergantung dari bermacam-macam faktor seperti tingkatan kontraksi, ukuran otot, *axonal damage*. Besar frekuensi penembakan dari unit-unit motor adalah diantara 5-50 Hz.



Gambar 3. Skema siklus polarisasi/repolarisasi membran (Konrad, 2005)
 Sinyal EMG timbul melalui beberapa proses, yaitu: *resting membrane potential, muscle fibre, action potential, potensial aksi unit motor, dan pengukuran sinyal EMG.*

ditambah *noise* dan *artefact*. Ada beberapa tipe elektroda yang digunakan untuk mengukur sinyal EMG, yaitu *needle electrodes, fine-wire electrodes, dan surface electrodes*. Untuk keperluan aplikasi ergonomi maka elektroda yang sering digunakan adalah *surface electrodes*, karena mudah pemasangannya juga tidak terlalu mengganggu aktivitas dari orang yang diteliti.



Gambar 4: Model dua kutub pada membran serabut otot (Konrad, 2005)

E. Muscle Fiber Action Potential

Ketika potensial aksi menjalar disepanjang *axon* dari semua serabut otot, maka pada sambungan *neuromuscular* dan dikeluarkan *neuro transmitter acetylcholine. Transmitter* ini yang menyebabkan potensial aksi pada serabut otot. Hal ini akan mengubah perbedaan potensial antara dalam dan luar serabut otot dari sekitar -90mV menjadi sekitar 20-50mV, sehingga terjadi kontraksi serabut otot. Potensial aksi ini akan menjalar dan diikuti menjalarnya depolarisasi pada membran serabut otot. Sinyal yang dihasilkan akan dapat diukur jika sebuah serabut otot adalah aktif dalam suatu waktu, hal ini disebut *a muscle fibre action potential (MFAP)*.

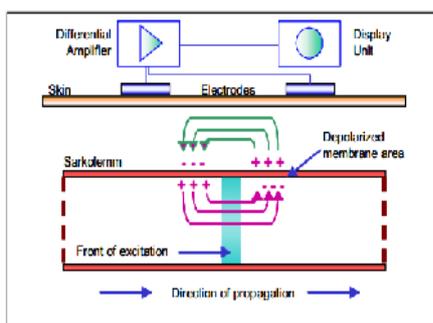
F. Potensial Aksi Motor Unit

Sejak aktivitas dari sebuah *neuron motor alpha (an alpha motor neuron)* menyebabkan kontraksi serabut otot, sejumlah sinyal, sebagai kontribusi dari potensial aksi serabut otot yang biasanya diukur. Aktivitas listrik ini disebut potensial aksi unit motor (MUAP). Jadi MUAP adalah gelombang yang diukur ketika sebuah unit motor diaktivasi pada suatu saat.

H. Postur Tubuh

Postur tubuh adalah adalah posisi relatif ketika melakukan pekerjaan. Postur tubuh ditentukan oleh ukuran tubuh dan ukuran peralatan atau benda yang digunakan. Pada saat bekerja perlu diperhatikan postur tubuh dalam keadaan seimbang agar dapat bekerja dengan nyaman dan tahan lama. Keseimbangan tubuh sangat dipengaruhi oleh luas dasar penyangga atas lantai dan tinggi dari titik gaya berat. Untuk mempertahankan postur tubuh tertentu, seseorang harus melakukan kontraksi otot yang melibatkan sistem muskuloskeletal (Pheasant, 1986).

Secara fisiologis, aktivitas otot akan menghasilkan postur dinamis yang dilakukan pada kondisi postur tubuh yang tidak stabil dan postur statis yang dilakukan pada kondisi tubuh yang stabil. Postur tubuh yang tidak seimbang dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan stres pada bagian tubuh tertentu (*postural stress*), misalnya tekanan pada otot bagian leher, bagian lumbal, bagian bahu dan bagian lain yang diakibatkan postur tubuh yang tidak sesuai. Efek-efek yang ditimbulkan biasanya akan dapat dihilangkan dengan istirahat agar terjadi pemulihan.



Gambar 4. Susunan instrumen EMG dengan *surface electrodes* dan prinsip perekaman potensial aksi ekstraseluler (Konrad, 2005)

G. Pengukuran Sinyal EMG

Sebuah sinyal EMG berasal dari beberapa unit motor dan didefinisikan sebagai jumlah dari semua MUAP

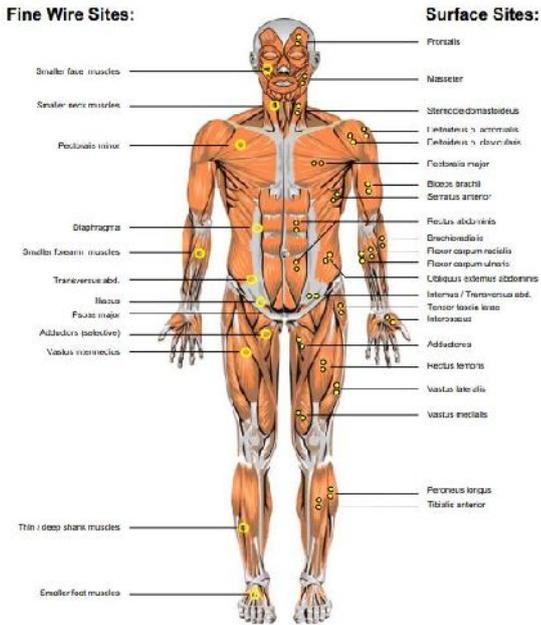
I. Upper Extremity Symtoms

Dimensi tubuh dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian atas (*upper extremity*) dan bagian bawah (*lower extremity*). Otot-otot *upper extremity* termasuk otot yang menempel pada *skapula* ke dada dan berpengaruh terhadap Bergeraknya lengan bawah, pergelangan tangan, dan tangan.

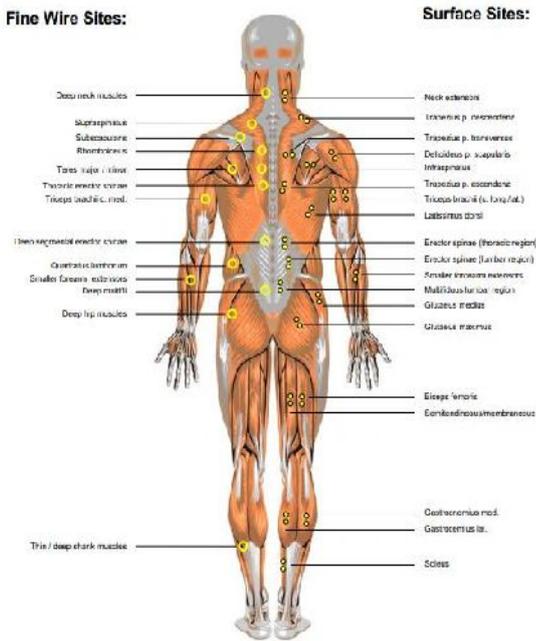
Bagian tubuh yang termasuk *upper extremity*, adalah: kepala, tangan, lengan atas, lengan bawah, bahu, aksilla, regio pectoral, skapula.

Otot yang menggerakkan bahu dan lengan termasuk *trapezius dan serratus anterior, pectoralis major, latissimus dorsi, deltoid dan rotator cuff* otot terhubung ke *humerus*. Otot yang menggerakkan lengan bawah terletak disepanjang

humerus, meliputi: *brachii triceps*, *brachii biceps*, *brakialis*, dan *brakioradialis*. Terdapat lebih dari 20 otot yang menyebabkan sebagian besar pergelangan, tangan, dan gerakan jari terletak disepanjang lengan bawah.



Gambar 6: Anatomi tubuh tampak depan, pemilihan letak elektroda (Konrad, 2005)



Gambar 7. Anatomi tubuh tampak belakang, pemilihan letak elektroda (Konrad, 2005)

J. Postur pada Tangan

1). Postur Normal pada Tangan

Secara garis besar, postur normal atau postur netral yaitu postur dalam proses kerja yang sesuai dengan anatomi

tubuh, sehingga tidak terjadi pergeseran atau penekanan pada bagian penting tubuh, seperti organ tubuh, saraf, tendon, otot, dan tulang. Sehingga dalam keadaan rileks tidak menyebabkan keluhan sistem muskuloskeletal dan sistem tubuh lainnya. Adapun posisi tangan yang netral dalam melakukan pekerjaan, dimana posisi sumbu lengan bawah terletak satu garis lurus dengan jari tengah, tidak miring ataupun fleksi atau ekstensi. Untuk penggunaan *keyboard* tidak adanya penekanan pada pergelangan tangan (Petersen N, Neilsen J, 1995). Posisi kerja yang netral dianjurkan memenuhi prinsip 90-90-90 yang berarti 90° sudut siku, 90° sudut lutut, 90° sudut pinggang, dan 90° sudut pergelangan kaki (ANSI, 1988).

2). Postur Janggal pada Tangan

Posisi tangan yang tidak netral sering menimbulkan keluhan sakit dan inflamasi, jika posisi tangan adduksi (*radial deviation*) postur tangan yang miring ke arah ibu jari dengan durasi terus menerus selama ≥ 10 detik dan frekuensi yang dilakukan lebih dari 30 kali secara berulang dalam 60 detik. Ini sering terjadi pada operator komputer karena tinggi *keyboard* yang menyebabkan gerakan pada sebelah luar siku (*abduction* pada bahu) dan pergelangan tangan mengalami *deviation*.

Menurut Kroemer, K. H. E., (1991), posisi horisontal pada telapak tangan pada *keyboard* yang biasa digunakan merupakan hal yang tidak menyenangkan, yaitu jika operator tetap dalam posisi ini dan mempertahankan lengan atas tetap tergantung secara vertikal menurun dari bahu, terlalu *pronation* pada lengan. Posisi seperti ini menyebabkan kelelahan pada bahu yang *abduction*. Pemecahan masalah ini harus berdasarkan prinsip biomekanika pada kedua tangan.

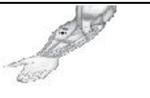
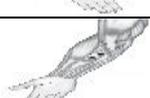


Gambar 8. Lokasi elektroda pada *biceps brachii* (Criswell, 2011)

Ulnar deviation dapat mempengaruhi desain pada peralatan tangan dimana sumbu pada lingkaran genggam pergelangan tangan dengan siku harus 100°-110° dengan sumbu pada lengan dan ketika pergelangan tangan dalam posisi netral (Barter et al, 1957). Ada beberapa postur janggal pada tangan yang perlu diperhatikan pada saat menggunakan komputer yang dapat menimbulkan keluhan, yaitu: jepit jari, tekanan jari, *ulnar deviation*, *radial deviation*, fleksi pergelangan tangan $\geq 45^\circ$, ekstensi pergelangan tangan $\geq 45^\circ$.

K. Letak Elektroda pada Upper Extimity

Tabel 1. Letak elektroda pada upper extremity (Criswell, 2011)

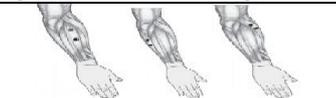
No	Type of Placement	Behavior Test	Picture
1	Wrist to Wrist (wide) Placement . <i>General.</i>	forearm flexors, extensors, biceps, shoulder elevation, shoulder retraction	
2	Forearm flexor/extensor (wide) Placement. <i>General.</i>	Flexion, extension, pronation, and supination of the wrist and hand	
3	Forearm Extensor Bundle (wide) Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Extension of the wrist.	
4	Forearm Flexor Bundle (wide) Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Flexion on the wrist.	
5	Biceps Brachium Placement. <i>Specific.</i>	Flex the forearm, resisted flexion augments the signal.	
6	Triceps Placement. <i>Specific.</i>	Extension of the forearm (resistance of this movement augments the SEMG signal).	
7	Brachioradialis Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Flex the forearm.	
8	Ventram Forearm (pronator teres) Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Pronate the arm.	
9	Extensor Carpi Ulnaris. <i>Quasi-specific.</i>	Ulnar deviation of the wrist.	
10	Extensor Carpi Radialis (Longus and Brevis) Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Wrist extension and radial deviation.	
11	Extensor Digitorum Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Finger extension.	
12	Flexor Carpi Radialis and Palmaris Longus Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Wrist flexion.	
13	Flexor Carpi Ulnaris Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Adduction and flexion of the wrist.	

14	Flexor Digitorum Superficialis Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Finger flexion, while avoiding wrist flexion.	
15	Abductor Pollicis Longus and Extensor Pollicis Brevis Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Abduction of the thumb (thumb up).	
16	First Dorsal Interosseus Placement. <i>Specific.</i>	Pincher grasp of the index finger opposing the thumb.	
17	Flexor Pollicis Brevis Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Pincher grasp, thumb opposed to index finger	
18	Abductor Pollicis Brevis Placement. <i>Quasi-specific.</i>	Abduct the thumb, lay the hand palm up, move the thumb from the side of the index finger, out away from the fingers.	

Pemasangan elektroda EMG permukaan, pada otot *biceps brachii* dilakukan dengan cara:

1. Subyek diminta memfleksikan lengan bawah pada posisi supinasi,
2. Pemasang melakukan palpasi pada bagian dorsal lengan atas yang membesar,
3. Memposisikan dua elektroda aktif pada posisi paralel terhadap serabut otot dan ditengah-tengah massa otot,
4. Kedua elektroda diposisikan sejauh 2 cm

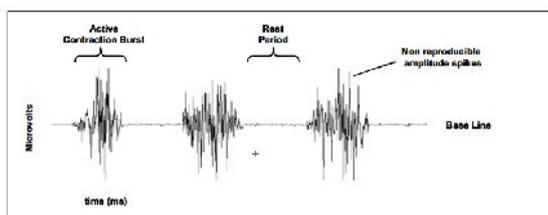
Tabel 2. Penentuan *muscle* untuk gerakan pada upper Extremity (Criswell, 2011)

No	Gerakan	Letak Elektroda
1	Supination (2,5,8)	
2	Pronation (2,5,8)	
3	Radial Deviation (9,10,12)	
4	Ulnar Deviation (9,10,12)	
5	Flexion (4,12,13)	
6	Extension (q) (3,9,10)	
7	Finger Flexion and Extension (11,14,17)	
8	Finger abduction and adduction (10,15,16)	

Tampilan visual EMG permukaan, berupa gambaran osiloskop dari sinyal yang telah diamplifikasi dan disaring. Gambaran ini menunjukkan pergerakan kearah positif dan negatif yang berbeda ketebalannya. Ketebalan dari gambaran tersebut menunjukkan amplitudo atau kekuatan dari kontraksi otot. Satuan pengukuran dari tampilan klasik berupa ketebalan dari puncak positif menuju ke puncak negatif dalam satuan mikroVolt

Tampilan klasik dapat diproses menjadi tampilan yang lebih mudah dipahami, dibaca, dan diinterpretasikan dengan bantuan komponen elektronik yang dipasang kedalam EMG maupun secara digital dengan bantuan *software computer*. Beberapa tahapan yang terjadi dalam memproses sinyal EMG klasik, yaitu: Sinyal negatif yang berada dibawah garis 0 dipindahkan keatas sinyal positif,

Pada setiap 6 detik sinyal yang diperoleh akan digantikan oleh sebuah titik sinyal yang merupakan perhitungan rata-rata dari pengukuran tersebut. (Criswell, 2011)



Gambar 5. Hasil EMG dari muscle *biceps brachii*

L. Aplikasi EMG dalam Ergonomi

Dasar kerja dari EMG adalah adanya signal listrik yang berasal dari aktivitas otot, yang mungkin disebabkan oleh faktor psikis, fisik, maupun lingkungan. Maka aplikasi EMG biasanya berhubungan dengan kerja otot, antara lain: perancangan produk dan peralatan, perancangan tempat

kerja, perancangan metode kerja dan biomekanika. Metode yang sering digunakan adalah *surface electrodes*.

Pengembangan riset dalam pengaplikasian EMG khususnya dalam bidang ergonomi, adalah: konfigurasi elektroda dan dimensinya, penempatan elektroda dan orientasinya terutama pada otot-otot kecil, pemrosesan signal EMG untuk analisa spektrum dan amplitudo, menghitung keterlambatan (*delay*) antara gaya dan signal EMG, prosedur menghitung MVC, prosedur menetapkan kemampuan pengulangan dari EMG (Lariviere, 2004). Selain itu pengembangan algoritma untuk meningkatkan unjuk kerja dalam menganalisis dan memodifikasi hasil pemrosesan signal kemungkinan menggunakan MATLAB, LabView, sistem berbasis fuzzy atau tool yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ANSI/HFS, 1988, *American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstations. Standard No. 100-1988*, Human Factors Society, Santa Monica, CA Barter et al, 1957
- [2]. Criswell, 2011, *CRAM's Introduction to Surface Electromyography*, Second Edition, Jones and Bartlett Publishers Grive, Pheasant, 1986).
- [3]. Konrad, 2005, *The ABC of EMG: A practical Introduction to Kinesiological Electromyography*, Noraxon Inc. USA
- [4]. Kroemer, K. H. E., 1991, *Sitting at work: Recording and assessing body postures, designing furniture for computer workstations*. In A. Mital & W. Karwowski (Eds.), *Work space, equipment and tool design* (pp. 93-109). Amsterdam: Elsevier.
- [5]. Lariviere, 2004, *Biomechanical assessment of gloves. A study of the sensitivity and reliability of electromyographic parameters used to measure the activation and fatigue of different forearm muscles*, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34, 101-116
- [6]. Luttman, 1996, *Physiological basis and concepts of electromyography in: Electromyography in ergonomics*, edited by Shrawan Kumar and Anil Mital, Institut fur Arbeitsphysiologie an der Universitat Dortmund, Dortmund, Taylor&Francis Publishers
- [7]. Pheasant, S, 1986, *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and design*, London: Taylor & Francis
- [8]. Petersen N, Neilsen J, 1995, *Evidence favouring different descending pathways to soleus motoneurons activated by magnetic brain stimulation in man*, *Journal of Physiology*.1995;486:779-788