

## PENGUKURAN AKTIVITAS OTOT DENGAN PERBEDAAN JENIS KELAMIN PADA POSTUR KERJA BAGIAN KAKI MENGGUNAKAN SURFACE ELECTROMYOGRAPHY

**Indah Pratiwi<sup>1,2)</sup>, Purnomo<sup>3)</sup>, Rini Dharmastiti<sup>3)</sup>, Lientje Setyowati<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Doktor Teknik Mesin – Universitas Gadjah Mada – Yogyakarta

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Industri – Universitas Muhammadiyah Surakarta

<sup>3)</sup>Staf Pengajar Program Doktor Teknik Mesin – Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta

Email : [Indah.Pratiwi@ums.ac.id](mailto:Indah.Pratiwi@ums.ac.id)

### Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengukur aktivitas otot pada tubuh bagian bawah yaitu postur kerja bagian kaki. Pengukuran dilakukan pada saat pekerja melakukan aktivitas pembuatan gerabah pada posisi duduk. Pengukuran menggunakan surface electromyography dan membedakan jenis kelamin antara laki-laki dan perempuan. Langkah penelitian adalah (1) hasil capture pekerja terdapat lima postur duduk, (2) penentuan otot yang berpengaruh, yaitu: vastus lateralis, vastus medialis, tibialis anterior, gastrocnemius medial part, soleus, biceps femoris (3) mengukur aktivitas otot dengan postur duduk diam selama 5 detik, (4) dilakukan pengukuran aktivitas otot menggunakan sEMG, (5) menghitung menggunakan root mean square. Hasil sinyal sEMG menggambarkan kekuatan masing-masing otot kemudian dihitung root mean square (RMS). Pengukuran dengan membandingkan otot laki-laki dengan otot perempuan dengan sikap duduk yang sama.*

**Kata Kunci:** Postur Kerja Bagian Kaki, sEMG, Jenis Kelamin, Root Mean Square

## 1. PENDAHULUAN

Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) semakin meningkat jumlahnya di negara berkembang termasuk Indonesia. Hal ini dapat meningkatkan biaya kompensasi kesehatan, mengurangi produktivitas, dan menurunkan kualitas hidup. Beberapa tahun terakhir, penelitian dilakukan untuk memberikan dasar bagi penilaian risiko pengembangan WMSDs dengan multi faktor. Proses pembuatan gerabah membutuhkan waktu yang lama, beban kerja yang berat, postur kerja salah, pekerjaan berulang (repetitive), postur tidak ergonomis, duduk statis dan membungkuk, membutuhkan tenaga yang cukup besar, serta adanya getaran terhadap keseluruhan tubuh. Faktor-faktor yang dapat menimbulkan adanya gangguan pada tubuh manusia jika pekerjaan berat dilakukan secara terus menerus akan berakibat buruk pada kondisi kesehatan pekerja untuk jangka waktu lama (Suma'mur, 1995), dan menimbulkan kecelakaan dalam industri, yang disebut over exertion lifting and carrying yaitu kerusakan jaringan tubuh yang disebabkan oleh beban angkat yang berlebihan (Nurmianto, 1996).

Proses pembuatan gerabah melalui 5 tahapan, salah satunya adalah tahapan pembentukan yang merupakan kegiatan yang utama dan harus dilakukan karena membentuk dari tanah liat menjadi gerabah basah. Postur pekerja pada tahapan ini berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung pada jenis dan desain gerabah yang dibuat. Untuk gerabah dengan tinggi maksimal 80 cm, pekerja pada posisi duduk di kursi (jw: dingklik) dengan ketinggian 5cm-30cm, bahkan ada yang duduk di lantai (Pratiwi, et al., 2015). Desain gerabah yang dibuat akan berpengaruh terhadap posisi berdiri dan duduk pekerja, sehingga terdapat beberapa variasi postur kaki. Sekitar 60% pekerjaan yang mengerahkan tenaga manusia adalah proses pembentukan, sehingga postur kerja ini yang dipilih sebagai obyek penelitian. Hampir 70% proses pembuatan gerabah menggunakan posisi duduk bahkan duduk dalam waktu yang lama, dan mengerjakan pekerjaan berulang yang akan berpengaruh terhadap otot tulang belakang.

## 2. PERUMUSAN MASALAH

Mengukur aktivitas otot 5 sikap duduk pada pekerja gerabah antara laki-laki dan perempuan dengan cara menghitung nilai RMS hasil dari sEMG pada otot tubuh bagian bawah yang berpengaruh pada postur kerja bagian kaki

### 3. TEORI

Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja terutama pada bagian musculoskeletal adalah dengan cara mengurangi dan menghilangkan pekerjaan yang berisiko terhadap keselamatan kerja, yaitu dengan cara: (1) perencanaan ulang pekerjaan, (2) mekanisasi, (3) rotasi pekerjaan, (4) perbanyak dan pengayaan kerja, (5) kelompok kerja, (6) perancangan tempat kerja. Postur kerja merupakan pengaturan sikap tubuh saat bekerja. Sikap kerja yang berbeda akan menghasilkan kekuatan yang berbeda pula. Pada saat bekerja sebaiknya postur dilakukan secara alamiah sehingga dapat meminimalisasi timbulnya cedera musculoskeletal. Kenyamanan tercipta bila pekerja telah melakukan postur kerja yang baik dan aman.

Elektromiografi 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.

### 4. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada industri pembuatan Gerabah di Desa Kasongan, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, DIY. Responden yaitu 16 orang laki-laki dan 10 orang perempuan untuk EMG.

#### Langkah-langkah penelitian :

- 1) Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah
- 2) Menentukan tujuan penelitian
- 3) Pengumpulan Data, yaitu :
  - a. Pengambilan Gambar Postur Kerja
  - b. Pengukuran Kekuatan Otot menggunakan EMG
    - Penentuan otot yang berpengaruh
    - Pemasangan elektroda
    - Menghitung nilai RMS (root mean square), dengan rumus:

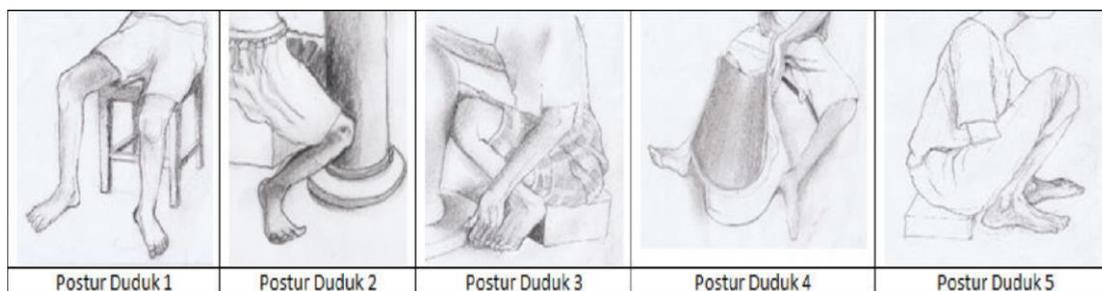
$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2}{n}}$$

**5. HASIL PENELITIAN**

Data yang dikumpulkan yaitu:

1) Pengambilan Gambar Postur Kerja

Hasil capture kemudian dilakukan pemilihan postur sikap kerja bagian kaki yang melibatkan otot tubuh bagian bawah, diperoleh 5 variasi sikap duduk pekerja yang memang berbeda (Gambar 1).



**Gambar 1. Kondisi Postur Kerja Bagian Duduk**

2) Pengukuran Kekuatan Otot menggunakan sEMG

a. 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. Pada posisi duduk melibatkan otot bagian bawah tubuh. Otot yang berpengaruh adalah (Tabel 1).

**Tabel 1. Otot tubuh bagian bawah yang berpengaruh terhadap sikap duduk (Criswell, 2011)**

No	Nama Otot	Gerakan	Gambar
1	Vastus Lateralis	Lutut extensor	
2	Vastus Medialis	Lutut medial tracking	
3	Tibialis Anterior	Telapak kaki dorsiflexors	
4	Gastrocnemiusmedial part	Telapak kaki plantar flexor dan kaki flexion	

5	Soleus	Telapak kaki plantar flexor dan inverter	
6	Biceps Femoris	Kaki extensor dan pinggul flexor	

Duduk dalam waktu lama dapat meningkatkan pembengkakan pada tubuh bagian bawah dan menyebabkan ketidaknyamanan. Menurut (Chester, Rys, & Konz, 2002) kaki bagian bawah bengkak lebih besar ketika duduk daripada ketika berdiri, karena otot kaki tidak diperlukan untuk mempertahankan posisi duduk, tingkat aktivitasnya berkurang dari ketika berdiri. Penyesuaian postur ini untuk menjaga koordinasi yang tepat antara tubuh dan lingkungannya sehingga memungkinkan untuk dapat penyelesaian tugas dengan baik (Kim, Yi, Yoo, & Choi, 2011).

**5.1. Kondisi Postur Kerja Bagian Kaki**

**5.1.1. Postur duduk dengan kondisi lutut flexion**

Postur duduk untuk postur 1 sampai postur 5 kondisi kaki adalah tertopang karena kedua kaki berada menyentuh lantai dan dapat menopang seluruh tubuh. Berat beban badan dapat tersebar merata diseluruh tubuh karena posisi kaki yang dapat menopang tubuh. Postur duduk adalah stabil karena kondisi duduk dengan kedua kaki menyentuh lantai. Sudut yang dibentuk oleh lutut berbeda-beda tergantung pada kondisi duduknya. Postur 1 yaitu duduk netral diatas kursi, sudut lutut yang dibentuk adalah flexion 90°, dimana antara paha dan betis berada pada sudut 90° flexion. Postur 2 pekerja duduk di kursi tetapi lutut ditekuk dengan sudut fleksi 120° diantara paha dan betis. Hal ini disebabkan karena tempat duduk yang digunakan lebih rendah dari tinggi popliteal sehingga lutut kaki ditekuk. Postur 3 adalah pekerja duduk dilantai karena benda kerjanya rendah, sudut yang dibentuk oleh lutut adalah flexion 45°. Postur 4 adalah duduk diatas dingklik dengan ketinggian dingklik 20 cm karena benda kerjanya tidak terlalu tinggi dan juga menggunakan alat putar dimana tangan yang digunakan untuk memutarnya. Sudut yang dibentuk oleh lutut adalah sudut flexion 155°. Pada postur 5 yaitu duduk jongkok dimana pekerja duduk tanpa alas duduk dan sudut yang dibentuk lutut antara paha dan betis berhimpit membentuk sudut flexion 165°.

**5.1.2. Postur duduk dengan kondisi kaki abduction**

Posisi kaki ada dua bagian gerakan yaitu: gerakan netral/medial rotation/lateral rotation dan gerakan abduction/adduction.

- a. Gerakan netral adalah posisi kaki lurus kedepan sejajar antara paha dan betis dan tidak ada gerakan memutar. Gerakan medial rotation adalah gerakan memutar kedalam mulai dari bagian paha sampai pada bagian betis sedangkan gerakan lateral rotation adalah gerakan memutar keluar dimulai dari bagian paha sampai pada bagian betis.
- b. Gerakan abduction adalah gerakan kaki dimulai dari berhimpitnya kaki kemudian bergerak mulai dari paha dan betis ke posisi keluar dari tubuh, sedangkan gerakan adduction dimulai dari berhimpitnya kaki kemudian bergerak kearah dalam sehingga bertumpuk. Postur 1, postur 2, postur 3, dan postur 5 posisi kaki adalah netral, sedangkan postur 4 posisinya adalah medial rotation. Sedangkan kelima postur tersebut posisinya adalah abduction.

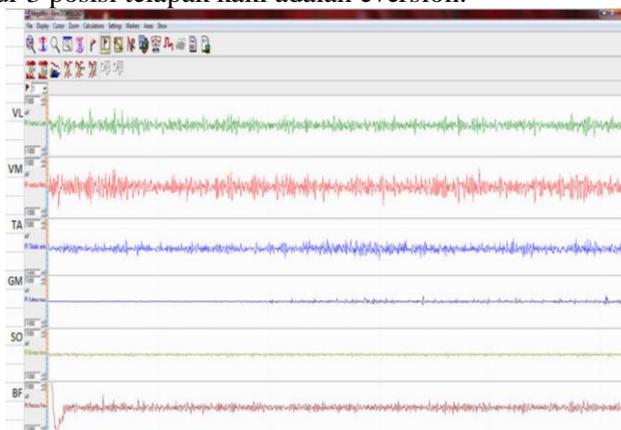
**5.1.3. Postur duduk dengan kondisi tumit**

Dorsiflexion adalah gerakan tumit menekuk kearah atas dimana telapak kaki mendekati kaki, sedangkan gerakan plantar flexion dimana gerakan tumit menekuk kearah bawah sehingga telapak kaki menjauhi kaki. Pada postur 1 posisi tumit adalah netral, postur

2, postur 3, dan postur 5 posisi tumit dorsiflexion, sedangkan postur 4 posisi tumit plantar flexion.

**5.1.4. Postur duduk dengan kondisi telapak kaki**

Posisi telapak kaki ada tiga, yaitu netral dimana telapak kaki lurus kedepan, eversion posisi telapak kaki menekuk kearah dalam, dan posisi inverter dimana posisi telapak kaki menekuk kearah luar. Pada postur 1, postur 2, postur 3, dan postur 5 posisi telapak kaki adalah netral, postur 3 posisi telapak kaki adalah eversion.



**Gambar 2. Sinyal sEMG untuk Postur Duduk**

Hasil dari pengukuran aktivitas otot menggunakan sEMG diperoleh sinyal EMG (Gambar 2) dimana sinyal tersebut menunjukkan aktivitas otot yang dipengaruhi oleh postur kerja. Pengambilan data menggunakan gerakan diam, responden diukur aktivitas ototnya selama 5 detik. Masing-masing otot menunjukkan sinyalnya, sinyal ini kemudian dikonversi dalam angka pada microsoft excel yang selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata RMS.

**Tabel 2. Nilai RMS untuk Postur Duduk (µV)**

		Postur				
		1	2	3	4	5
Vastus Lateralis	Laki-laki	27,59*	78,62*	90,65*	87,42	53,51
	Perempuan	24,76	75,18		51,17	94,91
Vastus Medialis	Laki-laki	22,72	36,69	61,31	124,88*	84,31
	Perempuan	23,87	26,91	52,29	116,50	74,50
Tibialis Anterior	Laki-laki	26,15	55,67	47,99	46,28	129,69*
	Perempuan	23,66	49,46*	44,55*	39,83	103,57*
Gastrocnemius Medial part	Laki-laki	23,66	25,42	32,42	84,74	34,51
	Perempuan	15,99*	24,42	31,75	77,62	33,57
Soleus	Laki-laki	7,88	10,47	23,06	30,01	24,86
	Perempuan	6,36	13,50	20,03	28,86	23,42
Biceps Femoris	Laki-laki	17,07	13,45	21,56	22,23	34,42
	Perempuan		14,83	17,26	19,90	21,79

Keterangan:

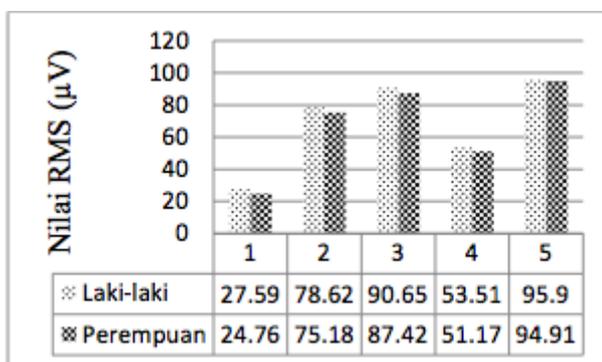
\* Nilai RMS tertinggi untuk laki-laki dan perempuan

**5.1.5.Kondisi Otot Tubuh Bagian Bawah**

Otot yang diukur aktivitasnya adalah enam otot bagian bawah tubuh yang berpengaruh terhadap kelima postur duduk. Otot tersebut adalah:

a. Otot *Vastus Lateralis*

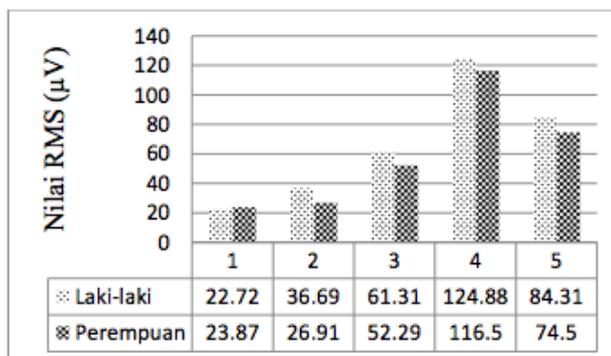
Hasil sinyal EMG pada aktivitas otot *Vastus Lateralis* dipengaruhi gerakan pada lutut flexion dan lutut extension, dimana pada postur 1 mengalami flexion 90°, postur 2 flexion 120°, postur 3 flexion 155°, dan postur 5 flexion 165°, sudut yang dibentuk pada gerakan flexion mengalami kenaikan. Gambar 3 menunjukkan bahwa aktivitas otot pada laki-laki dan perempuan mengalami kecenderungan kenaikan yang signifikan. Pada postur netral otot *Vastus Lateralis* paling rendah aktivitas ototnya, tetapi pada postur 3 dan postur 5 mengalami kenaikan 300% lebih besar daripada postur netralnya. Postur 2 mengalami kenaikan 200% lebih besar daripada postur netralnya, sedangkan postur 4 hanya sedikit mengalami kenaikan. Otot VL nilai RMS lebih besar laki-laki dibanding perempuan, dengan prosentase tertinggi pada postur 1 yaitu 10,26%, postur 2 sebesar 4,38%, postur 4 yaitu 4,37%, postur 3 sebesar 3,56% dan postur 5 yaitu 0,99%.



**Gambar 3. Otot Vastus Lateralis pada Postur Duduk Laki-laki dan Perempuan**

b. Otot *Vastus Medialis*

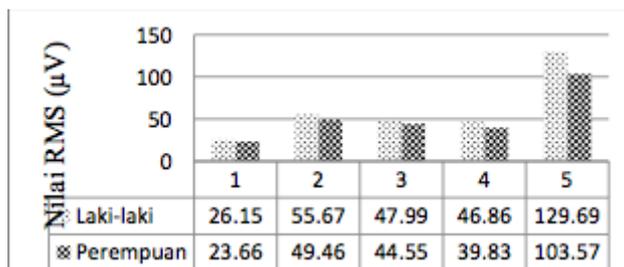
Gambar 4 menunjukkan bahwa postur netral adalah aktivitas otot yang paling rendah, kemudian mengalami kenaikan hingga 400% pada postur 4 disebabkan karena mengalami medial rotation yang berpengaruh pada otot *Vastus Medialis*. Kenaikan cukup signifikan sebesar 200% terjadi pada postur 3 dan postur 5 sedangkan sedikit kenaikan pada postur 2. Otot VM untuk nilai RMS perbedaan tertinggi postur laki-laki dibanding perempuan pada postur 2 sebesar 26,66% diikuti postur 3 sebesar 14,71% selanjutnya postur 5 yaitu 11,64% berikutnya postur 4 yaitu 6,71%, sedangkan postur 1 lebih besar perempuan sebesar 5,6%.



**Gambar 4. Otot Vastus Medialis pada Tubuh Bagian Bawah Postur Duduk Laki-laki dan Perempuan**

c. Otot *Tibialis Anterior*

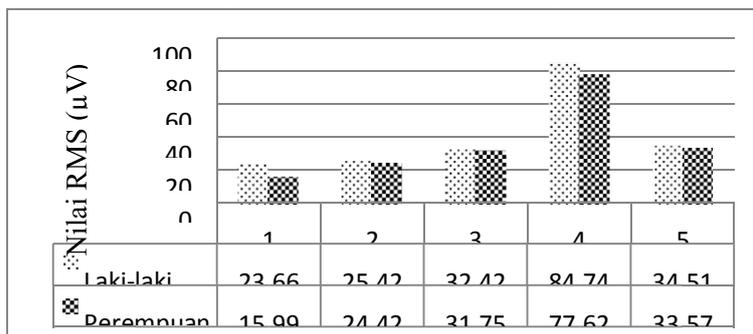
Hasil sinyal EMG pada aktivitas otot TA dipengaruhi oleh gerakan dorsiflexion dan plantar flexion pada telapak kaki. Gambar 5 terlihat bahwa kenaikan aktivitas otot untuk masing-masing otot mengalami kenaikan yang signifikan. Postur netral adalah paling rendah aktivitas ototnya baik untuk laki-laki maupun perempuan. Kenaikan mencapai 400% lebih pada postur 5 disebabkan mengalami gerakan dorsiflexion yang sangat berpengaruh terhadap otot Tibialis Anterior. Postur 2, postur 3 dan postur 4 dan postur kenaikan berkisar 200% karena postur tersebut mengalami plantar flexion yang sedikit berpengaruh pada otot Tibialis Anterior. Pada postur 4 kenaikan hanya 100% sehingga nilai RMS termasuk dalam nilai tinggi dibandingkan gerakan plantar flexion. Otot TA untuk laki-laki nilai RMS nya lebih tinggi daripada untuk perempuan, tertinggi pada postur 5 sebesar 20,14%, postur 4 sebesar 15,00%, selanjutnya postur 2 yaitu 11,16%, postur 1 yaitu 9,52%, dan postur 3 yaitu 7,17%.



**Gambar 5. Otot Tibialis Anterior pada Tubuh Bagian Bawah Postur Duduk Laki-laki dan Perempuan**

d. Otot Gastrocnemius Medial part

Hasil sinyal EMG pada aktivitas otot TA dipengaruhi oleh gerakan plantar flexion untuk telapak kaki dan gerakan flexion untuk betis. Gambar 6 menunjukkan bahwa kenaikan aktivitas otot secara signifikan terjadi pada postur 4 yaitu sebesar lebih dari 300% dibanding postur netral karena pada postur 4 mengalami gerakan plantar flexion. Pada postur 2, postur 3, dan postur 5 mengalami kenaikan yang sedikit berkisar 50% disebabkan pada ketiga postur tersebut berada pada kondisi netral. Otot GM nilai RMS kelima postur lebih tinggi laki-laki daripada perempuan, berurutan mulai dari postur 1 sebesar 32,42%, postur 4 yaitu 8,40%, postur 2 yaitu 3,93%, selanjutnya postur 5 sebesar 2,72% dan postur 2 sebesar 3,93%.

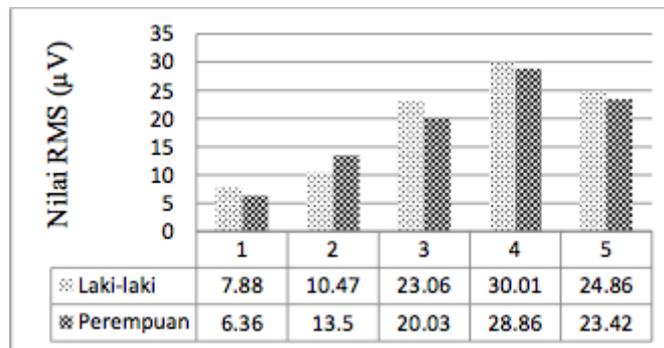


**Gambar 6. Otot Gastrocnemius Medial part pada Postur Duduk Laki-laki dan Perempuan**

e. Otot Soleus

Hasil sinyal EMG pada aktivitas otot TA dipengaruhi oleh gerakan plantar flexion dan inverter pada telapak kaki. Gambar 7 menunjukkan otot Soleus berpengaruh signifikan pada postur 4 yang mengalami kenaikan aktivitas otot sebesar 300% lebih karena postur 4 mengalami gerakan plantar flexion dan eversion,

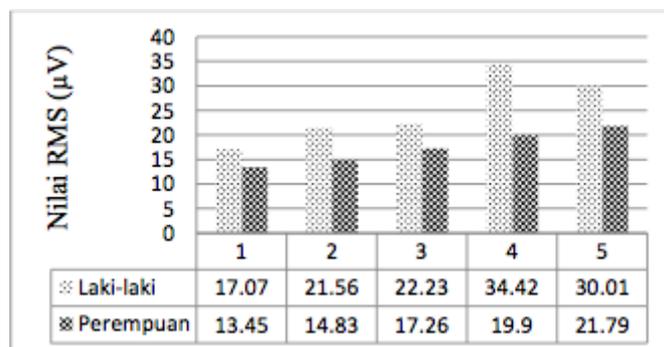
berikutnya postur 5 mengalami kenaikan tidak sampai 300% diikuti dengan postur 3 dan postur 2. Otot Soleus nilai RMS antara laki-laki dan perempuan lebih tinggi laki-laki pada postur 1 sebesar 19,29%, postur 3 yaitu 13,14%, selanjutnya postur 5 yaitu 5,79% dan postur 4 yaitu 3,83%, sedangkan postur 2 lebih besar perempuan 28,94% dibanding laki-laki.



Gambar 7. Otot Soleus pada Postur Duduk Laki-laki dan Perempuan

f. Otot Biceps Femoris

Hasil sinyal EMG pada aktivitas otot BF dipengaruhi oleh gerakan pinggul flexion dan kaki flexion. Pada Gambar 8 terlihat bahwa aktivitas otot BF tidak berpengaruh signifikan pada kelima postur yang ada, hanya mengalami kenaikan maksimal 200% dari postur netralnya. Otot Biceps Femoris pada kelima postur duduk nilai RMS lebih besar laki-laki dibanding perempuan berurutan adalah postur 4 sebesar 42,18%, postur 2 yaitu 31,22%, selanjutnya postur 5 sebesar 27,39%, postur 3 yaitu 22,36% dan terakhir postur 1 sebesar 21,21%.



Gambar 8. Otot Biceps Femoris pada Postur Duduk Laki-laki dan Perempuan

5.1.6. Uji Beda Kruskal Wallis Tubuh Bagian Bawah Postur Duduk

Analisis statistik yang digunakan adalah uji independen dengan lebih dari dua variabel, menggunakan uji Kruskal Wallis dengan analisa hipotesisnya adalah:

Ho = aktivitas lima postur duduk tidak berbeda secara signifikan

Hi = aktivitas lima postur duduk berbeda secara signifikan

Dasar pengambilan keputusan menggunakan perbandingan statistik hitung dengan statistik tabel, adalah:

- a) Jika statistik hitung < statistik tabel, maka Ho diterima
- b) Jika statistik hitung > statistik tabel, maka Ho ditolak

Hasil statistik hitung, dari tabel output terlihat bahwa statistik hitung kruskal wallis (sama dengan perhitungan chi-square) adalah 18,470. Hasil dari statistik tabel, untuk df=k1=5-1=4 dan tingkat signifikan = 0,05, maka didapat nilai statistik tabel = 9,488.

Keputusan, karena statistik hitung > statistik tabel ( $18,470 > 9,488$ ) maka  $H_0$  ditolak, yaitu aktivitas lima postur duduk tersebut berbeda secara signifikan.

**Tabel 3. Uji Beda Kruskal Wallis untuk Postur Duduk**  
Test Statistics<sup>a,b</sup>

	EMG
Chi-Square	18.470
df	4
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Postur

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Otot yang berpengaruh pada postur kerja bagian kaki adalah: vastus lateralis, vastus medialis, tibialis anterior, gastrocnemius medial part, soleus, biceps femoris.

Perbedaan signifikan antara laki-laki dan perempuan terletak pada otot biceps femoris, sedangkan otot-otot yang lainnya cenderung hampir sama.

## 7. REFERENSI

- Chester, M. R., Rys, M. J., & Konz, S. A. (2002). Leg swelling, comfort and fatigue when sitting, standing, and sit/standing. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29(5), 289–296. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(01\)00069-5](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(01)00069-5).
- Criswell, E. (2011). *Cram's Introduction to Surface Electromyography*. Training. <http://doi.org/10.1002/car.1158>.
- Kim, M. H., Yi, C. H., Yoo, W. G., & Choi, B. R. (2011). EMG and kinematics analysis of the trunk and lower extremity during the sit-to-stand task while wearing shoes with different heel heights in healthy young women. *Human Movement Science*, 30(3), 596–605. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2010.09.003>.
- Nurmianto, 1996, *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Guna Widya, Jakarta.