

## USULAN PERBAIKAN KONDISI KERJA YANG ERGONOMIS GUNA MENURUNKAN KELELAHAN OPERATOR PADA PEMBUATAN GUCI (STUDI KASUS: MUGEN CRAFT)

Titin Isna Oesman<sup>1</sup>, Stevanus Haryo Damar Witjaksono<sup>2</sup>, Winarni<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Jl. Kalisahak 28 Yogyakarta  
Email: ti\_oesman@yahoo.com

### ABSTRAK

Mugen Craft bergerak di industri kerajinan pembuatan gerabah, berlokasi di Desa Kasongan, Bantul, Yogyakarta, salah satu hasil produksi adalah guci. Pekerjaan dilakukan secara manual oleh operator sehingga mengalami kelelahan dan keluhan pada bagian tubuh dari dampak beban kerja yang ditimbulkan. Hal ini diketahui dengan dilakukan pendahuluan dengan menggunakan kuesioner 30 item kelelahan subjektif (dari IFRC). Penelitian ini difokuskan pada tingkat kelelahan operator dari dampak proses kerja bagian pembuatan guci. Penelitian menentukan pengaruh beban kerja terhadap tingkat kelelahan subjektif operator dengan menggunakan denyut nadi, %HR Reserve, %CVL, dan NORDIC, serta kondisi lingkungan kerja. Hasil pengukuran dan pengolahan data digunakan untuk merencanakan usulan alternatif mengurangi tingkat kelelahan operator. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata denyut nadi kerja pada rentangan umur 25-43 tahun adalah 108,12 dpm (beban kerja berat) dan didapatkan rata-rata %CVL operator adalah 32,54% (diperlukan perbaikan). Pengukuran kelelahan kerja subjektif dari IFRC didapatkan kelelahan 62%. Pengukuran NORDIC diperoleh keluhan nyeri paling sering muncul selama 12 bulan terakhir adalah 87,5% bagian leher, 75% pergelangan tangan kanan, 100% punggung atas, 75% pinggang, 100% lutut, dan 87,5% pergelangan kaki. Pengukuran NORDIC diperoleh keluhan nyeri hingga tidak dapat bekerja secara normal selama 12 bulan terakhir paling sering muncul adalah 25% bagian leher, 25% bahu kanan, 25% pergelangan tangan kanan, 50% punggung atas, 37,5% lutut, dan 37,5% pergelangan kaki. Pengukuran NORDIC diperoleh keluhan nyeri paling sering muncul selama 7 (tujuh) hari terakhir adalah 62,5% leher, 50% pergelangan tangan kanan, 75% punggung atas, 62,5% pinggang, 75% lutut, dan 87,5% pergelangan kaki. Pengukuran lingkungan kerja terhadap intensitas cahaya sebesar 207 Lux (aktivitas kerja kurang teliti), sedangkan pengukuran suhu udara didapatkan 30,3°C-33,4°C (suhu udara panas), dari dampak lingkungan kerja memberikan beban tambahan pada tingkat kelelahan operator. Diperlukan alternatif perancangan kondisi kerja yang sesuai dengan prinsip ergonomi yaitu suatu kondisi kerja yang meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja.

**Kata Kunci:** beban kerja, lingkungan kerja, kelelahan kerja, nordic

### PENDAHULUAN

Pembangunan di Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan bagian integral dari pembangunan nasional. Pembangunan di sektor industri akhir-akhir ini terus meningkat, baik dari industri besar, menengah, maupun kecil hingga *home industry* atau industri rumah tangga. Di Daerah Istimewa Yogyakarta berbagai macam industri berkembang dengan baik, antara lain industri gerabah. Sentra industri gerabah di Daerah Istimewa Yogyakarta terletak di desa Kasongan daerah kabupaten Bantul. Pengerjaan pembuatan guci dilakukan secara tradisional. Aktivitas dalam proses pembuatan guci sangat didominasi dengan tenaga manusia. Mugen Craft membuat guci berdasarkan pesanan/permintaan. Mugen Craft memiliki 8 (delapan) operator yang berkerja memproduksi guci dan setiap hari. Guci dibuat oleh operator dilakukan dengan posisi duduk dan pengerjaan dilakukan secara monoton (berulang-ulang) disertai dengan kondisi kerja yang belum ergonomis. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner 30 *Items Of Rating Scale* dari IFRC untuk mengukur kelelahan secara umum, dengan persentase di atas 50% dan diperoleh angka yang signifikan yaitu: 100% merasa lelah pada seluruh badan; 100% merasa sering menguap; 75% merasa mengantuk, 87,5% perasaan ingin berbaring; 87,5% memiliki kecenderungan untuk lupa; 87,5% merasa kaku di bagian bahu; 100% merasa nyeri di bagian punggung; 87,5% merasa haus. Hal ini menyebabkan para operator merasakan kelelahan, kejenuhan dan keluhan pada tubuh. Dampak kelelahan dapat dilihat dengan sering kalinya para operator melakukan istirahat curian, secara fisiologis (melakukan peregangan dengan memijat/mengurut dan mengerak-gerakan bagian tubuh tertentu) dan secara psikologis (merokok). Penyebab cepat timbulnya kelelahan selain faktor di atas antara lain adalah faktor umur, jenis kelamin, kesegaran jasmani, sosial, mental, beban kerja dan lingkungan kerja. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan diperlukan alternatif perancangan kondisi kerja yang sesuai dengan prinsip ergonomi yaitu suatu kondisi kerja yang meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja.

## TINJAUAN PUSTAKA

Torik Husein dan Ari Sarsono, (2009), dengan penelitian yang berjudul “Perancangan Sistem Kerja Yang Ergonomis Untuk Mengurangi Tingkat Kelelahan”, pada artikel yang dipublikasikan di Jurnal *Online* Universitas Bina Nusantara, Vol: 10, membahas permasalahan tingkat kelelahan dengan menciptakan sistem kerja yang ergonomis.

Joko Susetyo, Titin Isna Oesman, dan Suyasning Hastiko Indonesiani, (2008), dengan penelitian yang berjudul “Prevalensi Keluhan Subyektif Atau Kelelahan Karena Sikap Kerja Yang Tidak Ergonomis Pada Pengrajin Perak”, pada artikel yang dipublikasikan di Jurnal *Online* e-jurnal.com, membahas sikap kerja operator wanita berdasarkan keluhan dan kelelahan kerja.

Anthony Irawan Sugiharto, Dian Trihastuti dan Lusya Permata Sari Hartati, (2013), dengan penelitian yang berjudul “Analisis Perbaikan Postur dan Metode Kerja untuk Mengurangi Kelelahan Muskuloskeletal di PT. XYZ Surabaya”, pada artikel yang di publikasikan di Jurnal *Online* e-jurnal.com, membahas sikap kerja dan postur tubuh pada karyawan PT. XYZ bagian assembling terhadap kelelahan muskuloskeletal.

Dian Rahmawati, Kartika R Pertiwi, dan Siti Mariyam, (2015), dengan penelitian yang berjudul “Tingkat Stres Dan Kelelahan Kerja Kaitannya Dengan Parameter Tanda Vital Karyawan Universitas Negeri Yogyakarta”, pada artikel yang di publikasikan di Jurnal *Online* e-jurnal.com, membahas tingkat stres dan kelelahan pada karyawan UNY bagian fakultas dan lembaga pusat yang aktif bekerja pada tahun 2014 dengan responden sebanyak 60 orang karyawan.

### Ergonomi

Ergonomi berasal dari kata Yunani *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam), secara keseluruhan *ergonomic* berarti aturan yang berkaitan dengan kerja. Menurut Suma'mur, (1989) ergonomi ilmu yang dalam penerapan berusaha untuk menyerasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan dapat tercapai produktifitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan faktor manusia secara optimal.

### Sikap Kerja

Sikap kerja yang baik adalah sikap kerja yang memungkinkan melaksanakan operatoran dengan efektif dan dengan usaha otot yang sedikit. Menurut Pheasant (1991) dalam Eko Nurmianto (1998) terdapat prinsip dasar dalam mengatasi sikap tubuh selama bekerja adalah sebagai berikut:

1. Cegah inklinasi ke depan pada leher dan kepala.
2. Cegah inklinasi ke depan pada tubuh.
3. Cegah penggunaan anggota gerak bagian atas dalam keadaan terangkat.
4. Cegah pemutaran badan dalam sikap asimetris (terpilin).
5. Persendian diharapkan dalam rentangan sepertiga dari gerakan maksimum.
6. Jika menggunakan tenaga otot, diharapkan berada dalam posisi yang mengakibatkan kekuatan maksimal.

### Indeks Masa Tubuh

Indeks masa tubuh (IMT) merupakan cara sederhana untuk memantau status gizi seseorang, terkhusus berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. IMT merupakan salah satu ukuran yang membantu dalam menentukan seseorang beresiko terkena penyakit yang berhubungan dengan berat badan.

Tabel 12. Indeks Masa Tubuh (IMT)

IMT	Status Gizi	Kategori
<17,0	Gizi Kurang	Sangat Kurus
17,0 – 18,5	Gizi Kurang	Kurus
18,5 – 25,0	Gizi Baik	Normal
25,0 – 27,0	Gizi Lebih	Gemuk
>27,0	Gizi Lebih	Sangat Gemuk

(Sumber: Departemen Kesehatan RI)

Apabila terdapat kelebihan atau kekurangan berat badan dapat mempengaruhi kinerja operator dan dapat mempercepat timbul kelelahan.

### Beban Kerja

Aktivitas kerja yang dilakukan berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuh. Dengan kata lain bahwa setiap tugas operator merupakan beban bagi yang bersangkutan. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun beban mental. Menurut Christensen (1991) dan Grandjean (1993) dalam Eko Nurmianto (2003) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui berat atau ringan beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Pengukuran denyut jantung selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai *Cardiovascular Strain*. Salah satu peralatan yang digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan ransangan *Electro Cardio Graphi* (ECG). Apabila peralatan tersebut tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai *stopwatch* dengan menggunakan metode 10 denyut (Kilbon, 1992; dalam Tarwaka 2010).

Tabel 13. NadiKerja MenurutTingkat Beban Kerja Orang Indonesia

Beban Kerja	Nadi Kerja (Per Menit)
Ringan	≤ 90
Sedang	90 – 100
Berat	100 – 120
Sangat Berat	120 – 140
Ekstrem Berat	140 – 160

(Sumber: Hardianto I; dan Yassierli, 2014, p:115)

Peningkatan denyut nadi berperan penting dalam peningkatan *Cardic Output* dari istirahat sampai kerja maksimum didefinisikan sebagai *Heart Rate Reserve (HR Reserve)* (Rodhal, 1989; dalam Tarwaka, 2010). Menurut Munuaba dan Vanwongerghem (1996) dalam Tarwaka (2010), menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*Cardiovasculair Load = % CVL*).

Tabel 14. Perbandingan Klasifikasi % CVL

Klasifikasi % CVL	Keterangan
<30%	Tidak Terjadi Kelelahan
30 – <60%	Diperlukan Perbaikan
60 – <80%	Kerja Dalam Waktu Singkat
80 – <100%	Diperlukan Tindakan Segera
>100%	Tidak Diperbolehkan Beraktivitas

(Sumber: Tarwaka, 2010)

Pengaruh yang bersifat fisik dan psikologis tercermin dalam nadi saat kerja. Nadi kerja merupakan nadi rata-rata selama kerja. Nadi sebelum kerja adalah perbedaan nadi saat kerja dan nadi saat istirahat.

*NORDIC*. Salah satu kuesioner yang sering digunakan untuk prevalensi keluhan di industri adalah kuesioner *NORDIC* (Kurorinka dkk. 1987 dalam Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014), dan kemudian dapat dimodifikasi. Kuesioner *NORDIC* menggambarkan bagian-bagian tubuh yang mungkin dikeluhkan oleh para operator mulai dari leher hingga pergelangan kaki, yang dibagi atas 9 (sembilan) area, yaitu leher, bahu, punggung atas, punggung bawah/pinggang, siku, tangan/pergelangan tangan, paha, lutut dan telapak kaki/pergelangan kaki.

#### Kelelahan Kerja

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Menurut Byrd & Moore (1986) dalam Hardianto dan Yassierli (2014) bahwa penurunan produktivitas kerja pada operator terutama oleh dampak kelelahan kerja. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot (perasaan nyeri pada otot). Sedang kelelahan umum biasa ditandai dengan berkurang kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton; intensitas dan lama kerja fisik; keadaan lingkungan; sebab-sebab mental; status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993 dalam Hardianto dan Yassierli, 2014).

Kelelahan otot adalah suatu gejala kesakitan yang dirasakan pada otot yang muncul akibat otot terlalu tegang. Kelelahan otot mengakibatkan kehilangan kemampuan koordinasi gerakan alat-alat tubuh, serta meningkatkan kecenderungan kesalahan dan kecelakaan yang menyertai kelelahan otot. Kelelahan umum adalah muncul suatu perasaan letih. Suatu perasaan kelelahan dapat teratasi jika diadakan istirahat. Menurut Tarwaka (2004) pengukuran perasaan kelelahan secara subjektif dapat dilakukan dengan menggunakan metode *IFRC (Industrial Fatigue Research Committee)* dari Jepang, merupakan salah satu metode pengukuran kelelahan subjektif dengan menggunakan kuesioner, yang dapat mengidentifikasi tingkat kelelahan subjektif.

#### Pencahayaan (Intensitas Cahaya)

Peranan mata dalam pekerjaan sangat disadari begitu besar, karena pengelihan sangat penting sebagai aspek pokok seseorang dalam melakukan tugas pekerjaan. Pencahayaan merupakan aspek terpenting untuk mata dapat bekerja dengan baik, dengan pencahayaan yang baik maka mata dapat melihat dengan kefokuskan, kepekaan dan ketajaman yang baik bahkan kecepatan dalam menangkap objek. Pengukuran pencahayaan dilakukan menggunakan alat *Lux Meter*. Pencahayaan yang tidak tercukupi dengan baik bahkan berlebihan sesuai kebutuhan mata dapat meningkatkan beban kerja sehingga berdampak pada kelelahan kerja.

**Tabel 15.** Pedoman Intensitas Cahaya

Pekerjaan	Contoh-contoh	Tingkat Penerangan Yang Perlu ( <i>Lux</i> )
Tidak Teliti	Penimbunan Barang	80 – 170
Agak Teliti	Pemasangan (Tidak Teliti)	170 – 350
Teliti	Membaca, Menggambar	350 – 700
Sangat Teliti	Pemasangan	700 – 10.000

(Sumber: *Suma'mur*, 1989)

### Temperatur (Suhu Udara)

Manusia secara umum dapat beradaptasi dan melakukan pekerjaan di tengah temperatur lingkungan yang cenderung ekstrem. Lingkungan dalam zona yang dianggap nyaman telah diteliti di Amerika Serikat dengan memanfaatkan data psikofisik yang diperoleh dari ribuan responden dengan hasil keadaan temperatur udara berkisar antara 23°C sampai dengan 27°C. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa bekerja di tempat panas berakibat pada peningkatan denyut jantung dan temperatur tubuh, kelelahan, bahkan dampak buruk pada keselamatan kerja. Lingkungan kerja dipercaya mampu mempengaruhi kerja mental dan proses pengambilan keputusan. Kerja motorik secara umum terganggu pada temperatur di atas 30°C–33°C. Menurut Hardianto dan Yassierli (2014) terdapat saat-saat ketika manusia terkena paparan terhadap temperatur lingkungan dapat berdampak buruk, baik terhadap kesehatan maupun kualitas kerja, terlebih lagi pada saat beban kerja fisik relatif cukup tinggi.

### BAHAN DAN METODE

Objek penelitian ini adalah tingkat kelelahan operator dan subjek penelitian adalah operator yang bekerja pada bagian pembuatan guci dengan metode yang digunakan adalah pengukuran kelelahan subjektif dari *IFRC*, pengukuran beban kerja, *NORDIC*, pengukuran pencahayaan dan temperatur udara di lingkungan kerja pada pembuatan guci.

#### Alat dan Bahan

Alat-alat ukur/instrumen yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Alat tulis kantor untuk pencatatan/pendataan.
2. Kamera.
3. Alat pengukur denyut nadi (*tensimeter/stopwatch*).
4. Alat pengukur berat badan/kg (timbangan).
5. Alat pengukur panjang,tinggi dan lebar/cm (meteran).
6. Alat pengukur suhu udara/°C (*termometer* udara).
7. Alat pengukur pencahayaan (*Luxmeter*).
8. Clipboard (papan landasan untuk tulis menulis).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Kertas/buku tulis.
2. Lembar biodata operator.
3. Lembar kuesioner 30 *Items Of Rating Scale* dari *IFRC(Industrial Fatigue Research Committee)* dalam Tarwaka (2004) untuk mendata kelelahan operator.
4. Lembar kuesioner *NORDIC* (diadaptasi dari Kuronrinka dkk., 1987 dalam Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014), yang dimodifikasi.

#### Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data dilakukan pengumpulan dan pengukuran terhadap data karakteristik operator, kelelahan subjektif operator, beban kerja operator, *NORDIC*, dan kondisi lingkungan kerja operator (pencahayaan dan temperatur).

1. Pendataan karakteristik operator.  
Pendataan dengan pengukuran umur, berat badan, tinggi badan, lama bekerja, jenis kelamin.
2. Pendataan kelelahan subjektif  
Pendataan dilakukan dengan menggunakan kuesioner (30 *items of rating scale* dari *Industrial Fatigue Research Committee* dalam Tarwaka, 2004) untuk mengukur kelelahan subjektif.
3. Pendataan beban kerja.  
Pendataan dilakukan dengan mengukur denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja dengan menggunakan *tensimeter/stopwatch*.

4. *NORDIC*  
Pendataan dilakukan dengan menggunakan kuesioner *NORDIC* yang dimodifikasi (diadaptasi dari Kurorinka dkk., 1987 dalam Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014).
5. Pendataan kondisi lingkungan kerja operator  
Pendataan dilakukan dengan mengukur temperatur udara dan pencahayaan di lingkungan kerja.

#### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada pagi hari, dimulai dari pukul 07.00 – 17.00 WIB. Pengumpulan data dilakukan secara langsung oleh peneliti dengan melakukan pengisian lembar karakteristik operator, pengisian lembar kuesioner kelelahan subjektif operator, pengisian data beban kerja dengan pengukuran denyut nadi menggunakan *tensimeter*, pengisian lembar kuesioner *NORDIC* untuk kelelahan/keluhan otot rangka, pengisian data kondisi lingkungan kerja dengan mengukur temperatur udara menggunakan termometer udara/ ruangan dan mengukur intensitas pencahayaan dengan menggunakan *Luxmeter*. Penelitian ini berfokus pada bagian pembuatan guci dengan 8 (delapan) orang operator antara lain 7 (tujuh) orang pria dan 1 (satu) orang wanita.

#### Karakteristik Operator

Pengukuran karakteristik operator yang dapat memberikan beban tambahan bagi operator pembuatan guci, dari karakteristik operator dapat menghasilkan indeks masa tubuh operator (IMT) yang berpengaruh terhadap beban kerja tambahan operator. Berikut rumus dari IMT:

$$IMT = \text{Berat Badan} \div ((\text{Tinggi Badan} \div 100)^2)$$

Pendataan dan pengukuran karakteristik operator sebagai berikut:

**Tabel 16.** Hasil Karakteristik dan IMT Operator

Subjek/ Operator	Jenis Kelamin	Umur	BB (kg)	TB (cm)	Lama Bekerja	IMT
1	Pria	43	66	175	21	21,55
2	Pria	25	48	168	3	17,01
3	Pria	30	64	170	5	22,14
4	Pria	26	47	167	5	16,85
5	Pria	26	54	168	4	19,13
6	Pria	28	57	177	7	18,19
7	Pria	39	54	165	15	19,83
8	Wanita	38	55	161	20	21,22

(Sumber: Data diolah sendiri)

#### Beban Kerja

Penilaian beban kerja berdasarkan denyut nadi dengan melakukan pengukuran menggunakan *tensimeter* atau *stopwatch*. Perhitungan denyut nadi pada tabel 2 dilakukan secara manual dengan *stopwatch* kemudian menggunakan metode 10 denyut nadi. Rumus 10 denyut nadi sebagai berikut:

$$10 \text{ denyut nadi} \left( \frac{\text{nadi}}{\text{menit}} \right) = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60$$

Untuk melakukan perhitungan DNK Mak dan NK digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DNK Mak} &= \text{Denyut Nadi Maksimum}, 220 - \text{Umur (Pria)}; 200 - \text{Umur (Wanita)} \\ \text{NK} &= \text{Nadi Kerja (DNK - DNI)} \end{aligned}$$

Perhitungan *Heart Rate Reverse (%HR Reverse)*, *Cardiovascular strain (%CVL)* sebagai berikut:

1. Perhitungan *Heart Rate Reverse (%HR Reverse)* adalah peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum.

$$\% \text{HR Reverse} = \frac{\text{DNK} - \text{DNI}}{\text{DNmak} - \text{DNI}} \times 100$$

2. Perhitungan *Cardiovascular strain (%CVL)*  
*Cardiovascular strain (%CVL)* adalah suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum.

$$\% CVL = \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DN_{mak} - DNI}$$

### Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja merupakan sebuah kondisi yang sangat bervariasi dialami manusia dengan dampak penurunan kapasitas dan ketahanan kerja. Pengukuran kelelahan subjektif menggunakan kuesioner 30 *Items Of Rating Scale* dari *IFRC (Industrial Fatigue Research Committee)* dalam Tarwaka (2004).

Tabel 17. Daftar 30 Item Pengukuran Kelelahan Secara Subjektif

10 Pertanyaan tentang pelemahan kegiatan	10 Pertanyaan tentang pelemahan motivasi	10 Pertanyaan tentang gambaran kelelahan fisik
1) Perasaan berat di kepala	1) Susah berfikir	1) Sakit di kepala
2) Lelah seluruh badan	2) Lelah untuk berbicara	2) Kaku di bahu
3) Berat di kaki	3) Gugup	3) Nyeri di punggung
4) Menguap	4) Tidak terkonsentrasi	4) Sesak nafas
5) Pikiran kacau	5) Sulit memusatkan perhatian	5) Haus
6) Mengantuk	6) Mudah lupa	6) Serak
7) Ada beban pada mata	7) Kepercayaan diri berkurang	7) Merasa pening
8) Gerakan kaku dan canggung	8) Merasa cemas	8) Kelopak mata kejang/kaku
9) Berdiri tidak stabil/semboyongan	9) Sulit mengontrol sikap	9) Badan bergetar
10) Ingin berbaring	10) Tidak tekun dalam pekerjaan	10) Merasa kurang sehat

(Sumber: Tarwaka, 2004)

### Lingkungan Kerja

Penelitian pada lingkungan kerja menggunakan pengukuran dengan *Luxmeter* untuk intensitas pencahayaan dan *termometer* ruangan untuk mengukur temperatur udara di lingkungan kerja pada pembuatan guci di Mugen *Craft*.

Tabel 18. Kondisi Lingkungan Kerja Pembuatan Guci di Mugen *Craft*

No	Lingkungan Kerja	Kondisi	Keterangan
1	Temperatur	30,3 – 33,4 °C	
2	Intensitas Cahaya	207 Lux	(0-1999) x1 Lux

(Sumber: Data diolah sendiri)

### NORDIC

Salah satu kuesioner yang sering digunakan untuk prevalensi keluhan di industri adalah kuesioner *NORDIC* (Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014). Penelitian ini menggunakan kuesioner *NORDIC* yang telah dimodifikasi (diadaptasi dari Kurorinka dkk., 1987 dalam Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014).

Tabel 19. Kuesioner *NORDIC* (Diadaptasi dari Kurorinka dkk., 1987 dalam Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014)

Apakah Anda mempunyai keluhan nyeri selama 12 bulan terakhir pada anggota tubuh berikut?		Hanya dijawab jika jawaban pada kolom 1 ya	
		Apakah dalam 12 bulan terakhir, masalah tersebut mengakibatkan Anda tidak dapat bekerja secara normal?	Apakah Anda mempunyai masalah yang sama dalam 7 hari terakhir?
Leher	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya
Bahu	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya, sebelah kanan <input type="checkbox"/> ya, sebelah kiri <input type="checkbox"/> ya, keduanya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak <input type="checkbox"/> ya

Siku	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya, sebelah kanan <input type="checkbox"/> ya, sebelah kiri <input type="checkbox"/> ya, keduanya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya
Pergelangan tangan	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya, sebelah kanan <input type="checkbox"/> ya, sebelah kiri <input type="checkbox"/> ya, keduanya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya
Punggung Atas	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya
PunggungBawah/Pinggang	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya
Paha (salah satu atau keduanya)	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya
Lutut (salah satu atau keduanya)	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya
Pergelangan kaki (salah satu atau keduanya)	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya	<input type="checkbox"/> tidak	<input type="checkbox"/> ya

(Sumber: Hardianto Iridiastadi dan Yassierli, 2014)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Karakteristik Operator

Indeks Masa Tubuh (IMT) merupakan metode sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, terkhusus berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Hasil IMT operator disajikan pada tabel 9 (sembilan), berikut:

**Tabel 20.** Rekapitulasi IMT Operator Pembuatan Guci di Mugen Craft

Subjek/ Operator	Jenis Kelamin	Umur	BB (kg)	TB (cm)	Lama Bekerja	IMT	Kategori IMT
1	Pria	43	66	175	21	21,55	Normal
2	Pria	25	48	168	3	17,01	Kurus
3	Pria	30	64	170	5	22,14	Normal
4	Pria	26	47	167	5	16,85	Sangat Kurus
5	Pria	26	54	168	4	19,13	Normal
6	Pria	28	57	177	7	18,19	Normal
7	Pria	39	54	165	15	19,83	Normal
8	Wanita	38	55	161	20	21,22	Normal
Rerata± SB						19,49±2,05	Rata-rata IMT Normal

(Sumber: Data diolah sendiri)

### Hasil Lingkungan Kerja

Pengukuran kondisi lingkungan kerja operator pembuatan guci meliputi intensitas pencahayaan dan temperatur udara di lingkungan kerja. Kondisi lingkungan kerja dapat mempengaruhi tingkat kelelahan sehingga memberikan dampak tambahan pada beban kerja operator, disajikan pada tabel 10, berikut:

**Tabel 21.** Kondisi Lingkungan Kerja Pembuatan Guci di Mugen *Craft*

No	Lingkungan Kerja	Kondisi	Keterangan
1	Temperatur	30,3 – 33,4 °C	
2	Intensitas Cahaya	207 Lux	(0-1999) x1 Lux

(Sumber: Data diolah sendiri)

### Hasil Beban Kerja

Penilaian beban kerja berdasarkan denyut nadi dengan melakukan pengukuran menggunakan *tensimeter* atau *stopwatch*. Pengukuran DNK dan DNI diperoleh dari operator pembuatan guci di Mugen *Craft*. Pengolahan denyut nadi operator menghasilkan DNK, DNI, DN Mak, NK disajikan pada tabel 11.

Tabel 22. Hasil Pengukuran Denyut Nadi Operator Pembuatan Guci

Subjek/ Operator	Jenis Kelamin	Denyut Nadi Istirahat (DNI)/menit	Denyut Nadi Kerja (DNK)/menit	DN Maksimum	Nadi Kerja
1	Pria	73	112	177	39
2	Pria	68	108	195	40
3	Pria	71	110	190	39
4	Pria	69	106	194	37
5	Pria	68	110	194	42
6	Pria	69	109	192	40
7	Pria	72	112	181	40
8	Wanita	75	98	162	23
Jumlah		565	865	1485	300
Rerata ± SB		70,62 ± 2,56	108,12 ± 4,55	185,62 ± 11,60	37,5 ± 6,02

Keterangan: DNK Maks = Denyut Nadi Maksimum, 220 – Umur (Pria); 200 – Umur (Wanita)

(Sumber: Data diolah sendiri)

Hasil %HR Reverse dan %CVL disajikan pada tabel 12, berikut:

Tabel 23. Hasil Pengukuran %HR Reverse dan %CVL

Subjek/ Operator	Denyut Nadi Istirahat	Denyut Nadi Kerja	DN Maksimum	% HR Reserve	% CVL	Keteranga Hasil % CVL
1	73	112	177	37,5	37,5	Diperlukan Perbaikan
2	68	108	195	31,50	31,50	Diperlukan Perbaikan
3	71	110	190	32,77	32,77	Diperlukan Perbaikan
4	69	106	194	29,6	29,6	Tidak Terjadi Kelelahan
5	68	110	194	33,33	33,33	Diperlukan Perbaikan
6	69	109	192	32,52	32,52	Diperlukan Perbaikan
7	72	112	181	36,70	36,70	Diperlukan Perbaikan
8	75	98	162	26,44	26,44	Tidak Terjadi Kelelahan
Jumlah				260,36	260,36	Rata-rata %CVL
Rerata ± SB				32,54 ± 3,58	32,54 ± 3,58	Diperlukan Perbaikan

(Sumber: Data diolah sendiri)

Hasil Rekapitulasi Metode 10 Denyut Operator disajikan pada tabel 13, berikut:

Tabel 24. Rekapitulasi Penilaian Metode 10 Denyut Operator

No	Keterangan		Rata-Rata
1	Denyut Nadi Istirahat	(denyut/menit)	70,62
2	Denyut Nadi Kerja	(denyut/menit)	108,12
3	DNK Maksimal	(denyut/menit)	185,62
4	NK	(denyut/menit)	37,5
5	HR Reserve	(%)	32,54
6	CVL	(%)	32,54

(Sumber: Data diolah sendiri)

### Hasil Kelelahan Kerja

Pengukuran kelelahan kerja dilakukan pada operator pembuatan guci di Mugen Craft. Hasil Pengukuran kelelahan subjektif disajikan pada tabel 14 dengan subjek operator sebanyak 8 orang.

Tabel 25. Rekapitulasi Kelelahan Subjektif Operator Pembuatan Guci di Mugen Craft

No.	Subjek/ Pertanyaan	Tingkat Kelelahan				Lelah % (B,C,D)	Tidak Lelah % (A)
		A	B	C	D		
1	Pelemahan Kegiatan	38	28	8	6	52,5	47,5
2	Pelemahan Motivasi	55	18	5	2	31,25	68,75
3	Kelelahan Fisik	53	14	10	3	33,75	66,25
	Jumlah	146	60	23	11		
	Pembobotan	146	120	69	44		
	Persentase (%)	38%	32%	18%	12%		

(Sumber: Data diolah sendiri)

### Hasil NORDIC

Kuesioner NORDIC menggambarkan bagian-bagian tubuh yang mungkin dikeluhkan oleh para operator. Hasil penyebaran kuesioner NORDIC disajikan pada tabel 15, sebagai berikut:

Tabel 26. Keluhan Dirasakan Operator

No.	Bagian Tubuh	Selama 12 Bulan Terakhir		Selama 12 Bulan Terakhir Hingga Tidak Dapat Bekerja Secara Normal		Selama 7 (Tujuh) Hari Terakhir	
		Jumlah Keluhan	Jumlah Keluhan (%)	Jumlah Keluhan	Jumlah Keluhan (%)	Jumlah Keluhan	Jumlah Keluhan (%)
		1	Leher	7	87,5	2	25
2	Bahu Kanan	5	62,5	2	25	3	37,5
3	Bahu Kiri	4	50	1	12,5	2	25
4	Siku Kanan	5	62,5	0	0	3	37,5
5	Siku Kiri	4	50	0	0	1	12,5
6	Pergelangan Tangan Kanan	6	75	2	25	4	50
7	Pergelangan Tangan Kiri	4	50	0	0	2	25
8	Punggung Atas	8	100	4	50	6	75
9	Punggung Bawah/Pinggang	6	75	1	12,5	5	62,5
10	Paha	1	12,5	1	12,5	1	12,5
11	Lutut	8	100	3	37,5	6	75
12	Pergelangan Kaki	7	87,5	3	37,5	7	87,5

(Sumber: Data diolah sendiri)

### Pembahasan

Hasil dari analisis umur operator didapatkan rentangan umur operator antara 25 – 43 tahun, dengan rata-rata 31,87 tahun. Pada rentangan umur tersebut, merupakan usia produktif untuk bekerja, menurut Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 Bab I Pasal 1 Ayat 2 tentang batas usia berlaku di Indonesia adalah berumur dari 15 tahun sampai 64 tahun. Berdasarkan kriteria dari hasil denyut nadi istirahat, minimum adalah 68 dpm dan maksimum adalah 75 dpm, dengan standar deviasi 70,62 dpm. Penelitian menunjukkan kriteria berat badan antara 47 – 66kg, dengan rata-rata 55,62 kg. Tinggi badan operator antara 161 – 177cm, rata-rata dari tinggi operator adalah 168,87 cm. IMT operator

termasuk dalam kategori normal dengan rata-rata 19,49 kg dari rentangan antara 16,85 - 22,14 kg (menunjukkan status gizi operator baik dan dapat bekerja secara optimal).

Pengukuran beban kerja berdasarkan denyut nadi, menunjukkan bahwa denyut nadi istirahat operator rata-rata adalah 70,62 dpm (kategori ringan). Denyut nadi kerja operator dengan rata-rata 108,12 dpm (kategori berat). Selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja operator adalah 37,5 dpm. Rata-rata denyut nadi maksimal operator adalah 139,21 dpm. Hasil analisis beban kerja fisik menunjukkan bahwa kondisi denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja memiliki perbedaan denyut nadi secara nyata, sehingga terdapat peningkatan dan perubahan kelelahan yang terjadi antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja. Menurut Kurniawan (1995) dalam Tarwaka (2010) kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan. Hasil % CVL adalah 32,54 % yang termasuk dalam klasifikasi diperlukan ada perbaikan operator.

Kelelahan merupakan suatu perasaan yang timbul dari dalam kondisi tubuh seseorang. Kelelahan berasal dari berbagai macam keadaan yang disertai dengan penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja. Pengukuran dari tingkat kelelahan subjektif dari *IFRC* didapatkan 146 (jawaban A), 60 (jawaban B), 23 (jawaban C) dan 11 (jawaban D). Sedangkan hasil pembobotan didapatkan 146 (jawaban A), 120 (jawaban B), 69 (jawaban C) dan 44 (jawaban D). Hasil pembobotan digunakan untuk mencari presentase dari jawaban A, B, C, D. Hasil presentase didapatkan 38% (jawaban A), 32% (jawaban B), 18% (jawaban C), 12% (jawaban D), sehingga didapatkan presentase total kelelahan dari jawaban B,C,D sebesar 62%. Pengukuran tingkat kelelahan subjektif operator pembuatan guci dengan menggunakan kuesioner dari *IFRC* didapatkan tingkat kelelahan paling sering muncul adalah 100% merasa lelah pada seluruh badan, 100% merasakan sering menguap, 75% merasa mengantuk, 87,5% perasaan ingin berbaring, 87,5% kecenderungan untuk lupa, 75% perasaan cemas terhadap sesuatu, 87,5% merasa kaku di bagian bahu, 100% merasa nyeri di bagian punggung, 87,5% merasa haus.

Persentase keluhan yang dialami operator pembuatan guci terdapat beberapa keluhan yang paling sering terjadi dari hasil kuesioner *NORDIC*. Hasil keluhan nyeri sering terjadi pada anggota tubuh operator selama 12 bulan terakhir adalah 87,5% (leher), 75% (pergelangan tangan kanan), 100% (punggung atas), 75% (punggung bawah/pinggang), 100% (lutut), 87,5% (pergelangan kaki). Hasil keluhan hingga tidak dapat bekerja secara normal yang dirasakan selama 12 bulan terakhir paling sering muncul adalah 25% (leher), 25% (bahu kanan), 12,5% (bahu kiri), 25% (pergelangan tangan kanan), 50% (punggung atas), 12,5% (punggung pinggang), 12,5% (paha), 37,5% (lutut), 37,5% (pergelangan kaki). Hasil keluhan selama 7 (tujuh) hari terakhir yang sering terjadi adalah 62,5% (leher), 50% (pergelangan tangan kanan), 75% (punggung atas), 62,5% (pinggang), 75% (lutut), 87,5% (pergelangan kaki). Keluhan nyeri yang paling sering muncul adalah pada bagian leher dikarenakan posisi duduk yang tidak sesuai dengan ketinggian meja atau objek yang sedang dikerjakan (guci), bagian pergelangan tangan kanan dikarenakan kecenderungan bekerja dengan menggunakan pergelangan tangan kanan secara berulang-ulang dalam kurun waktu yang lama, bagian punggung atas dikarenakan karena kecenderungan membungkuk ketika bekerja dalam waktu cukup lama, bagian punggung bawah atau pinggang dikarenakan kecenderungan membungkuk ketika bekerja dalam waktu cukup lama, bagian lutut dikarenakan kecenderungan duduk ketika bekerja dalam posisi kaki menekuk akibat posisi duduk yang tidak sesuai dengan ketinggian meja atau objek (guci) dalam waktu cukup lama, dan bagian pergelangan kaki dikarenakan kecenderungan bekerja dengan menggunakan pergelangan kaki untuk memutar gundi secara berulang-ulang dalam waktu cukup lama.

Penelitian pada lingkungan kerja berdasarkan kondisi suhu udara menghasilkan temperatur 30,3°C – 33,4 °C (ada rasa panas), berdampak pada beban kerja dengan peningkatan denyut nadi serta menjadi penyebab timbul kelelahan. Pencahayaan di lingkungan kerja menghasilkan intensitas cahaya sebesar 207 *Lux* dengan satuan skala ukur 0-1999 x1 *Lux*, termasuk dalam kategori kerja yang agak teliti dikarenakan intensitas cahaya yang tidak memenuhi kriteria pencahayaan yang baik untuk bekerja, sehingga berdampak pada beban kerja dengan menurunkan daya konsentrasi untuk memfokuskan pengelihatn pada objek serta menjadi penyebab menimbulkan kelelahan.

#### **KESIMPULAN**

IMT operator termasuk dalam kategori normal yaitu dengan rata-rata 19,49 kg dengan rentangan antara 16,85 kg sampai dengan 22,14 kg. Beban kerja operator pada pembuatan guci di Mugen *Craft* rata-rata berumur antara 25 tahun sampai 43 tahun dengan 7 (tujuh) orang laki-laki dan 1 (satu) orang wanita, termasuk dalam kategori beban kerja berat dengan rata-rata denyut nadi kerja sebesar 108,12 dpm. Rata-rata *Cardiovascular Level (%CVL)* didapatkan nilai sebesar 32,54% (diperlukan ada perbaikan).

Tingkat kelelahan subjektif pada operator pembuatan guci adalah 100% merasa lelah pada seluruh badan, 100% merasakan sering menguap, 75% merasa mengantuk, 87,5% perasaan ingin berbaring, 87,5% kecenderungan untuk lupa, 75% perasaan cemas terhadap sesuatu, 87,5% merasa kaku di bagian bahu, 100% merasa nyeri di bagian punggung, 87,5% merasa haus. Kuesioner *NORDIC* menghasilkan keluhan nyeri yang dirasakan operator selama 12 bulan terakhir adalah 87,5% bagian leher, 75% pergelangan tangan, 100% punggung atas, 75% pinggang, 100% lutut, dan 87,5% pergelangan kaki. Keluhan nyeri yang mengakibatkan hingga tidak dapat bekerja secara normal selama 12 bulan terakhir adalah 25% bagian leher, 25% bahu kanan, 25% pergelangan tangan kanan, 50% punggung atas, 37,5% lutut, dan 37,5% pergelangan kaki. Keluhan nyeri yang dirasakan operator selama 7 (tujuh) hari terakhir adalah 62,5%

bagian leher, 50% pergelangan tangan kanan, 75% punggung atas, 62,5% pinggang, 75% lutut, dan 87,5% pergelangan kaki.

Pengukuran suhu udara di lingkungan pembuatan guci menghasilkan temperatur 30,3°C – 33,4°C (ada rasa panas di lingkungan kerja). Pengukuran pada intensitas cahaya menghasilkan 207 Lux, kondisi tersebut termasuk dalam keadaan cahaya yang redup sehingga berpengaruh terhadap aktivitas kerja menjadi kurang teliti (agak teliti). Lingkungan kerja yang tidak tertata rapi membuat pekerjaan menjadi tidak efektif dan efisien sehingga mempengaruhi kondisi beban kerja dan kelelahan operator. Menurut Tarwaka (2010) berat atau ringan beban kerja sangat dipengaruhi oleh jenis aktivitas (sebagai sumber beban utama) dan lingkungan kerja (sebagai sumber beban tambahan). Peningkatan denyut nadi mempunyai peran sangat penting dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum.

#### Usulan

Usulan alternatif pemecahan masalah dalam upaya mengurangi beban kerja, kondisi lingkungan kerja, dan kelelahan kerja adalah sebagai berikut:

1. Memberikan asupan nutrisi/gizi tambahan saat istirahat pendek berlangsung seperti kudapan, makanan ringan, susu, telur dan lain-lain, dengan ada asupan nutrisi/gizi yang tercukupi berdampak pada kebugaran operator sehingga dapat turut mengurangi potensi kelelahan kerja pada operator.
2. Perbaiki waktu istirahat dengan memberlakukan sistem istirahat pendek (white collar) selama 15 menit sebelum istirahat utama pukul 09.45 WIB dan 15 menit sebelum waktu kerja selesai pukul 15.00 WIB guna mengurangi dampak dari beban kerja yang ditandai dari denyut nadi yang meningkat dan mengurangi dampak dari kelelahan kerja operator.
3. Memasang sensor lampu otomatis, ketika sensor menangkap intensitas cahaya tidak sesuai standar, lampu langsung menyala untuk menerangi pekerjaan operator, dengan didapatkan kebutuhan cahaya yang tercukupi membuat operator dapat meningkatkan ketelitian dan konsentrasi sehingga dapat turut mengurangi tingkat kelelahan kerja.
4. Menurunkan temperatur suhu udara dengan memberi kipas angin di area lingkungan kerja operator, dengan kondisi suhu nyaman untuk bekerja dapat menurunkan tingkat beban kerja sehingga turut mengurangi tingkat kelelahan operator.

#### Saran

Berdasarkan kesimpulan terdapat beberapa hal yang dapat disarankan sebagai usulan perbaikan kondisi kerja bagi perusahaan dan para peneliti, yaitu sebagai berikut:

1. Diharapkan operator dilengkapi alat pelindung diri (APD), sehingga operator dapat lebih nyaman dalam bekerja.
2. Diharapkan disediakan tempat penyimpanan khusus bahan baku (tanah liat) sehingga bahan baku tidak mudah mengeras sebelum dibentuk.
3. Diharapkan di sediakan tempat untuk membuang sampah, antara lain puntung rokok sehingga lingkungan kerja tetap nyaman dan material bahan baku tidak tercampur dengan material lain selain yang digunakan membuat guci.
4. Perbaiki beban kerja yang termasuk dalam kategori berisiko sedang untuk mencegah terjadi beban kerja berkategori tinggi, dengan mengadakan pelatihan.
5. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan penelitian pada aspek yang lain, sebagai contoh perbaikan sikap kerja; perbaikan desain pada stasiun kerja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, & Badriyah, C. (2012). Analisis Beban Kerja Operator Mesin Potong Batu Besar (SIRKEL 160cm) dengan Menggunakan Metode 10 Denyut Nadi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 11 No. 2 ISSN 1412-6869 Desember 2012, Hal. 136-142.
- Asih, E. W., & Oesman, T. I. (2011). Usulan Perancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis Guna Meningkatkan Kinerja Pekerja Industri Kecil Mozaik. *National Conference of Indonesian Ergonomics Society*. ISSN: 2088-9488, hal. 146-154. Workplace Safety and Health.
- Hardianto, I., & Yassierli. (2014). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Husein, T., & Sarsono, A. (2009). Perancangan Sistem Kerja Ergonomis untuk Mengurangi Tingkat Kelelahan. *Jurnal FTI Universitas Mercu Buana*, Vol. 10, Hal 1-18.
- Kuswana, W. S. (2014). *Ergonomi dan K3 Kesehatan Keselamatan Kerja*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Nurmianto, E. (1996). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Rahmawati, D., Pertiwi, K. R., & Mariyam, S. (2015). Tingkat Stress dan Kelelahan Kerja Kaitannya dengan Parameter Tanda Vital Karyawan Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, Hal. 1-12.
- Sugihato, A. I., Trihastuti, D., & Hartanti, L. P. (2013). Analisis Perbaikan Postur dan Metode Kerja untuk Mengurangi Kelelahan Muskuloskeletal di PT. XYZ. *Gema Aktualita*, Vol. 2 No. 2 Desember 2013, Hal. 98-106.
- Suma'mur, P. (1989). *Ergonomi untuk Produktifitas Kerja*. Jakarta: Yayasan Masagung.

- Susetyo, J., Oesman, T. I., & Indonesiani, S. H. (2008). Prevalensi Keluhan Subyektif atau Kelelahan Karena Sikap Kerja Yang Tidak Ergonomis pada Pengrajin Perak. *Jurnal Teknologi, Vol. 1 No.2 Desember 2008*, Hal. 141-149.
- Tarwaka, Bakri, S. H., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.
- Tarwaka, Bakri, S. H., & Sudiajeng, L. (2010). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas* (Revisi 1 ed.). Surakarta: UNIBA Press.
- Wignjosoebroto, S. (2006). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.