ANALISIS POSTUR KERJA MENGGUNAKAN METODE *NORDIC BODY MAP* DAN *MUSCLE FATIGUE ANALYSIS* (MFA) UNTUK MEMINIMALISIR *MSDs*

(Studi Kasus : UKM Robin Gitar Sukoharjo)

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik

Oleh :

ISNAINIYAH WARDATUL JANNAH

D 600 170 072

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS POSTUR KERJA MENGGUNAKAN METODE *NORDIC BODY MAP* DAN *MUSCLE FATIGUE ANALYSIS* (MFA) UNTUK MEMINIMALISIR *MSDs* (Studi Kasus : UKM Robin Gitar Sukoharjo)

PUBLIKASI ILMIAH

oleh :

ISNAINIYAH WARDATUL JANNAH
D 600 170 072

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen
Pembimbing

Dr. Ir. Indah Pratiwi, S.T., M.T
NIK. 705

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS POSTUR KERJA MENGGUNAKAN METODE *NORDIC BODY MAP* DAN *MUSCLE FATIGUE ANALYSIS* (MFA) UNTUK MEMINIMALISIR *MSDs* (Studi Kasus : UKM Robin Gitar Sukoharjo)

OLEH
ISNAINIYAH WARDATUL JANNAH
D600170072

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 11 Desember 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. **Dr. Ir. Indah Pratiwi, S.T., M.T.** (.....)
   (Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T.** (.....)
   (Anggota I Dewan Penguji)
3. **Hari Prasetyo, S.T., M.T., Ph.D.** (.....)
   (Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK. 892

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 November 2021

Penulis

ISNAINIYAH WARDATUL JANNAH
D600170072

Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode *Nordic Body Map* Dan *Muscle Fatigue Analysis* (MFA) Untuk Meminimalisir *MSDs*

Abstrak

Proses pembuatan produk gitar akustik di Sukoharjo terdapat 4 stasiun kerja dan 17 aktivitas kerja. Selama proses produksi terdapat risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) dikarenakan pekerjaan dilakukan selama 8 jam dengan posisi duduk dengan posisi badan membungkuk, berjongkok, dan melakukan gerakan berulang-ulang atau repetitif terutama tubuh bagian atas seperti leher, bahu, punggung, lengan, dan pergelangan tangan. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisa kondisi postur tubuh menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM) dan *Muscle Fatigue Analysis* (MFA). Metode NBM mencakup keluhan rasa sakit seluruh bagian tubuh pekerja. Metode MFA untuk mengetahui kelelahan otot yang terjadi pada taip bagian tubuh pekerja dengan menentukan tingkat usaha, durasi kerja, dan frekuensi pergerakan kerja. Hasil penelitian menggunakan metode NBM dilakukan pada seluruh pekerja terdapat 2 pekerja berisiko tinggi, 3 pekerja berisiko sedang, dan 7 pekerja berisiko rendah. Upaya meminimalisir risiko MSDs dilakukan redesain menggunakan aplikasi SolidWork dan CATIA. Hasil penelitian menggunakan metode MFA diketahui bahwa terdapat 3 pekerja perioritas sangat tinggi dan tinggi pada bagian tubuh leher, punggung, bahu, lengan kanan, pergelangan tangan dan kaki. Usulan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi tingkat risiko yang dirasakan pekerja yaitu perbaikan fasilitas kerja, perbaikan layout, dan melakukan peregangan otot secara rutin serta olahraga.

Kata kunci: MSDs, NBM, MFA, SolidWork, CATIA

Abstract

The process of making acoustic guitar products in Sukoharjo has 4 work stations and 17 work activities. During the production process there is a risk of musculoskeletal disorders (MSDs) because the work is done for 8 hours with a sitting position with the body position bent, crouched, and perform repetitive or repetitive movements, especially the upper body such as the neck, shoulders, back, arms, and wrists. The aim of the study was to identify and analyze posture conditions using the Nordic Body Map (NBM) and Muscle Fatigue Analysis (MFA) methods. The NBM method includes complaints of pain of all parts of the worker's body. MFA method to determine muscle fatigue that occurs in the taip of the worker's body by determining the level of effort, duration of work, and frequency of work movements. The results of the study using the NBM method were conducted on all workers there were 2 high-risk workers, 3 moderate-risk workers, and 7 low-risk workers. Efforts to minimize the risk of MSDs are redesigned using SolidWork and CATIA applications. The results of the study using the MFA method are known that there are 3 workers perioritas very high and high on the body of the neck, back, shoulders, right arm, wrists and feet. Proposed improvements are given to reduce the level of risk felt by workers,

namely repair of work facilities, layout improvements, and routine muscle stretching and exercise.

Keywords: MSDs, NBM, MFA, SolidWork, CATIA

1. PENDAHULUAN

Risiko kerja bisa disebabkan oleh banyak hal, seperti tempat kerja dan postur pekerja. Risiko kerja muncul karena tempat kerja yang tidak sehat, seperti getaran, tenaga yang berlebihan, dan tekanan (Amir dkk, 2013). Selain itu, postur kerja yang buruk dan gerakan yang berulang-ulang juga dapat menimbulkan risiko kerja (Amir dkk, 2013). Keduanya dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal atau *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (Rahman dkk, 2015). MSDs mengakibatkan hilangnya waktu kerja, cidera tenaga kerja dan peningkatan biaya tenaga kerja (Amir dkk, 2013). MSDs dapat menyebabkan cidera dan gangguan pada otot, tendon, atau lainnya (OHSCO, 2007).

MSDs merupakan salah satu cidera yang sering dialami pekerja dalam melakukan kegiatan *manual material handling* (MMH) yaitu cidera pada otot, urat syaraf, urat daging, tulang, persendian tulang, tulang rawan yang diakibatkan oleh aktivitas kerja (Bridger, 1995). MMH adalah *material* handling yang dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), dan pengawasan (*controlling*) dari material dengan segala bentuknya (Wignjosoebroto, 1996). Aktivitas MMH yang tidak tepat dapat menimbulkan kerugian bahkan kecelakaan pada karyawan (Muslimah, E & Pratiwi, 2006). Untuk mencegah MSDs membutuhkan penghapusan atau setidaknya meminimalisir paparan pekerja terhadap risiko fisik (Jones & Kumar, 2006; Ahmadi dkk, 2016). Untuk menentukan tingkat paparan faktor risiko muskuloskeletal, harus melakukan analisis secara sistematis dan memprioritaskan ergonomis yang diperlukan (Landau, 2018).

UKM Robin Gitar Sukoharjo para pekerja melakukan berbagai macam aktivitas pada proses produksi dengan menggunakan alat bantu dan mesin. Karakteristik aktivitas yang dilakukan oleh pekerja yaitu penggunaan otot tangan yang cukup intensif, pekerjaan yang berulang-ulang, dan postur badan dengan posisi janggal. Selain itu sistem kerja pemenuhan pesanan pelanggan berupa gitar

akustik dan *sparepart* dilakukan pada hari Senin sampai Sabtu mulai pukul 08.00-16.00 WIB dan waktu istirahat yang tak tentu. Kondisi pekerja hingga saat ini belum dilakukan pengukuran fisiologis. Terdapat beberapa kondisi tubuh yang akan mengakibatkan risiko cidera dalam jangka waktu yang panjang, antara lain pekerjaan dilakukan selama 8 jam dengan posisi berdiri, duduk dengan posisi badan membungkuk, jongkok, dan melakukan gerakan berulang-ulang terutama tubuh bagian atas seperti siku, lengan bawah, tangan, punggung, leher serta pergelangan tangan. Sehingga pekerja memiliki keluhan sakit pada bagian punggung, bahu, leher, dan tangan. Oleh karena itu diperlukannya penelitian dan analisis posisi gerakan kerja pekerja pembuatan alat musik gitar di UKM Robin Gitar Sukoharjo yang dapat menyebabkan gangguan *musculoskeletal* menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM) dan metode *Muscle Fatigue Analysis* (MFA) untuk meminimalisir gangguan *musculoskeletal*, meminimalisir kelelahan pada pekerja, serta meningkatkan produktivitas pekerja.

Metode NBM merupakan metode yang dilakukan dengan menganalisis peta tubuh yang diarahkan ke setiap bagian tubuh (Setyanto dkk, 2015). Melalui NBM dapat melihat bagian-bagian otot yang mengalami keluhan mulai dari tingkat rasa tidak nyaman (agak sakit) hingga tingkat sakit yang tinggi (Triyono, 2006). Alat ukur ergonomis sederhana yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sumber penyebab gangguan muskuloskeletal adalah NBM (Prakoso dkk, 2019). Melalui NBM dapat dilihat bagian-bagian otot yang mengalami nyeri dengan tingkat nyeri mulai dari rasa tidak nyaman (agak nyeri) hingga sangat sakit (Corlett, E.N., & Clark, 2003).

Metode MFA merupakan metode penilaian kelelahan otot yang dikenal sebagai teknik penilaian kerja fungsional yang pertama kali dirancang oleh Rodgers sebagai alat untuk menilai jumlah kelelahan yang terakumulasi di otot pada berbagai pola kerja (Stanton dkk, 2004). Metode MFA memverifikasi bahwa postur dan posisi pekerja saat melakukan pekerjaannya sangat menyebabkan kelelahan otot (Damayanti, 2018). Metode MFA memiliki hipotesis yaitu hal ini bila cepat merasa kelelahan sehingga lebih mudah mengalami cidera dan peradangan (Bernard, 2006). Metode ini mengevaluasi semua area tubuh yaitu leher, bahu, punggung, lengan/siku, pergelangan tangan/tangan/jari, lutut, dan

pergelangan kaki/kaki/jari kaki (Golbaghi dkk, 2020). Metode ini menentukan tingkat prioritas tindakan korektif yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi dengan memperhatikan tiga variabel yaitu tingkat upaya, lamanya upaya, dan pengulangan upaya di setiap area tubuh (Stanton dkk, 2004).

Tujuan penelitian ini antara lain mengidentifikasi keluhan MSDs pekerja, menganalisis risiko postur kerja pekerja menggunakan metode NBM dan MFA, memberikan upaya usulan perbaikan dari hasil pengukuran tingkat risiko ergonomi pada pekerja di UKM Robin Gitar Sukoharjo guna mengurangi atau meminimalisir cidera pada pekerja.

2. METODE

2.1 Subjek dan Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah seluruh tenaga kerja pada setiap stasiun kerja di sentra pembuatan gitar yang berada di Dusun I, Mancasan, Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57556 dengan syarat berumur 15 – 64 tahun mengacu pada pengertian angkatan kerja menurut Kementrian Perdagangan Republik Indonesia (2013) memiliki lama kerja minimal 1 tahun. UKM Robin Gitar memiliki 4 stasiun kerja (stasiun *body*, stasiun *neck*, stasiun *fingerboard*, dan stasiun *finishing*) dalam proses pembuatan gitar. Penelitian ini mengamati keseluruan aktivitas kerja pada setiap stasiun kerja pada jam 08.00 – 16.00 WIB.

2.2 Prosedur Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung, wawancara, pengisian kuesioner dan dokumentasi. Dokumentasi dengan cara merekam aktivitas pekerjaan yang dilakukan pekerja dalam bentuk gambar atau video. Data antropometri diperoleh melalui *website* resmi antropometri Indonesia yaitu https://antropometriindonesia.org. Data yang diperlukan untuk pengolahan data menggunakan metode NBM antara lain, identitas pekerja, jenis keluhan pekerja, dan tingkat keluhan pekerja. Sedangkan data yang diperlukan untuk pengolahan data menggunakan metode MFA antara lain, data postur tubuh, tingkat usaha kerja, data upaya kerja, data durasi kerja, serta data frekuensi pergerakan kerja.

Pengolahan data pada metode NBM dilakukan penyebaran kuesioner terlebih dahulu pada operator untuk mengetahui keluhan yang dirasakan operator, kemudian dari hasil kuesioner dilakukan *scoring* terhadap individu dengan skala 1 (tidak sakit), 2 (agak sakit), 3 (sakit), dan 4 (sangat sakit). Hasil *scoring* yang telah dilakukan, didapatkan total skor dari masing-masing pekerja. Kemudian mengkalsifikasi tingkat risiko berdasarkan total skor individu (Tarwaka., Solichul H.A., 2010). Adapun klasifikasi tingkat risiko NBM berdasarkan total skor tingkat keluhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Risiko Metode NBM (Tarwaka., Solichul H.A., 2010)

Total Skor Individu	Tingkat Risiko	Tindakan Perbaikan
28-49	Rendah	Belum diperlukan adanya perbaikan
50-70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
71-90	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
92-122	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Berdasarkan total skor individu NBM dengan tingkat risiko sedang hingga sangat tinggi akan dilakukan pengolahan data dengan metode MFA. Pengolahan data menggunakan metode MFA, (1) Mengidentifikasi masalah dari suatu aktivitas pekerjaan; (2) Memilih tugas pekerjaan untuk dianalisa; (3) Menentukan tingkat usaha yang digunakan untuk setiap bagian tubuh; (4) Menentukan durasi kerja untuk setiap intensitas kerja tiap bagian tubuh; (5) Menentukan frekuensi kerja pada intensitas pekerjaan yang sama untuk setiap bagian tubuh; (6) Menggunakan peringkat tiga nomor yang dihasilkan dari langkah 3 sampai 5 untuk menentukan prioritas perubahan skor; (7) Menentukan prioritas perubahan dari yang paling tinggi supaya lebih rendah; (8) Mengembangkan beberapa strategi untuk mengatasi penyebab utama skor tinggi; (9) Menentukan kembali urutan tugas pada semua anggota tubuh untuk menentukan dampak dari perubahan yang berhubungan dengan kenyamanan dan keluhan kerja (Bernard, 2006). Skor kategori dalam urutan peningkatan kelelahan untuk peringkat tiga angka (Upaya, Durasi Upaya Berkelanjutan, dan Frekuensi) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. MFA *Priority of Change* (Stanton dkk, 2004)

Low (L)	Moderate (M)	High (H)	Very High (VH)
111	123	223	323
112	132	313	331
113	213	321	332
211	222	322	
121	231		4xx
212	232		x4x
311	312		xx4
122			
131			
221			

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Metode NBM

Berdasarkan pengumpulan data kuesioner yang telah dilakukan pekerja, kemudian diberikan skor sesuai skala yang telah ditetapkan, hasil skoring kuesioner dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Skoring Kuesioner NBM

No	Jenis Keluhan / Pekerja	Tingkat Keluhan												Jumlah	Persentase
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	Sakit di leher bagian atas	4	3	2	2	3	4	3	1	1	1	2	2	28	4,46%
1	Sakit/kaku di leher bagian bawah	4	2	2	1	3	4	2	1	1	1	1	1	23	3,66%
2	Sakit di bahu kiri	3	3	3	2	4	2	1	1	1	1	2	3	26	4,14%
3	Sakit di bahu kanan	4	4	1	1	4	2	2	2	2	3	3	3	31	4,94%
4	Sakit pada lengan atas kiri	3	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	2	23	3,66%
5	Sakit di punggung	4	4	4	4	2	4	3	2	2	1	2	2	34	5,41%
6	Sakit pada lengan atas kanan	3	3	1	3	3	2	4	2	2	1	3	2	29	4,62%
7	Sakit pada pinggang	4	4	4	1	2	4	2	2	2	1	2	2	30	4,78%
8	Sakit pada bokong	3	4	1	1	3	4	1	2	1	1	2	1	24	3,82%
9	Sakit pada pantat	2	4	1	1	3	4	1	1	1	1	2	1	22	3,50%
10	Sakit pada siku kiri	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	14	2,23%
11	Sakit pada siku kanan	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	15	2,39%
12	Sakit pada lengan bawah kiri	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	2,07%
13	Sakit pada lengan bawah kanan	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	17	2,71%
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri	3	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	20	3,18%
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	4	3	1	2	2	3	3	1	2	1	1	2	25	3,98%
16	Sakit pada tangan kiri	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	16	2,55%
17	Sakit pada tangan kanan	2	1	1	1	1	3	3	1	2	1	3	2	21	3,34%
18	Sakit pada paha kiri	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	17	2,71%
19	Sakit pada paha kanan	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	17	2,71%
20	Sakit pada lutut kiri	3	4	4	2	3	3	2	1	1	4	1	1	29	4,62%
21	Sakit pada lutut kanan	3	4	4	2	3	3	2	1	1	4	1	1	29	4,62%
22	Sakit pada betis kiri	3	3	4	1	2	2	1	1	1	3	1	1	23	3,66%
23	Sakit pada betis kanan	3	3	3	1	2	2	1	1	1	3	1	1	22	3,50%
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	2	3	3	1	2	2	1	1	1	3	1	1	21	3,34%
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	2	3	3	1	2	2	1	1	1	3	1	1	21	3,34%
26	Sakit pada kaki kiri	1	2	2	1	2	3	1	1	1	2	2	1	19	3,03%
27	Sakit pada kaki kanan	1	2	2	1	2	3	1	1	1	2	2	1	19	3,03%
	Total Skor	71	75	58	43	62	70	49	33	34	48	44	41	628	100%

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Risiko MSDs Berdasarkan Total Skor Individu

No	Nama	Total Skor Individu	Tingkat Risiko MSDs
1	Pekerja 1	71	Tinggi
2	Pekerja 2	75	Tinggi
3	Pekerja 3	58	Sedang
4	Pekerja 4	43	Rendah
5	Pekerja 5	62	Sedang
6	Pekerja 6	70	Sedang
7	Pekerja 7	49	Rendah
8	Pekerja 8	33	Rendah
9	Pekerja 9	34	Rendah
10	Pekerja 10	48	Rendah
11	Pekerja 11	44	Rendah
12	Pekerja 12	41	Rendah

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa 7 pekerja memiliki tingkat risiko otot skeletal kategori “Rendah” yang artinya tidak diperlukan perbaikan, 3 pekerja memiliki tingkat risiko otot skeletal kategori “Sedang” yang artinya mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari, dan 2 pekerja memiliki tingkat risiko otot skeletal kategori “Tinggi” yang artinya diperlukan tindakan segera. Jika melihat jenis keluhan yang paling banyak dialami oleh pekerja terdapat pada punggung dengan frekuesni sebesar 5,41% dari total keseluruhan keluhan.

3.2 Analisis Metode MFA

Metode MFA dikenal sebagai teknik penilaian kerja fungsional yang dirancang oleh Rodgers dan Williams pada tahun 1987 untuk menggambarkan ketidaknyaman pekerja (Golbaghi dkk, 2020). Pengolahan data menggunakan metode MFA dilakukan pemilihan pekerja di stasiun kerja berdasarkan perhitungan dari metode NBM dengan kategori risiko sangat tinggi, tinggi, dan sedang. Rincian mengenai responden dengan hasil skoring NBM tingkat risiko sangat tinggi, tinggi, dan sedang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemilihan Pekerja Untuk Metode MFA

Pekerja	Stasiun Kerja	Aktivitas	Skor Total NBM	Tingkat Risiko
1	Body	1.1 Pemasangan Body Side 1.4 Pemasangan Braces 1.6 Finishing Body	71	Tinggi
2	Body	1.2 Pemasangan Closing 1.5 Pemasangan Top dan Back	75	Tinggi
3	Body	1.1 Pemasangan Body Side 1.3 Pemasangan Linings	58	Sedang

Pekerja	Stasiun Kerja	Aktivitas		Skor Total NBM	Tingkat Risiko
5	Neck	2.2 2.5	Pemotongan Kayu Finishing Neck	62	Sedang
6	Neck	2.1	Menggambar Pola	70	Sedang

Metode MFA menggunakan acuan *worksheet* MFA yang digunakan untuk menentukan penilaian terhadap pergerakan anggota tubuh dari leher hingga pergelangan kaki pada pekerja yang dilakukan dengan kategori berdasarkan tingkat usaha yang dilakukan, durasi usaha yang dilakukan, serta frekuensi usaha yang dilakukan. Kategori tingkat usaha terdiri dari tingkat usaha rendah-1, sedang-2, dan berat-3. Penentuan durasi usaha yang dilakukan pekerja terdapat 4 skor, antara lain skor 1 (< 6 detik), skor 2 (6-20 detik), skor 3 (20-30 detik), dqan skor 4 (> 30 detik). Sedangkan penentuan frekuensi usaha yang dilakukan juga terdapat 4 skor, yaitu skor 1 (< 1/menit), skor 2 (1-5/menit), skor 3 (>5-15/menit), dan skor 4 (>15/menit). Skor kategori dalam urutan peningkatan kelelahan untuk peringkat tiga angka (Upaya, Durasi Upaya Berkelanjutan, dan Frekuensi). Berikut merupakan pengolahan data aktivitas pekerja dengan metode MFA berdasarkan skoring tingkat risiko tinggi dan sedang pada metode NBM.

Tabel 6. Pengolahan Data Metode MFA Pekerja 1

Aktivitas		Pemasangan Body Side				Pemasangan Braces				Finishing Body			
Bagian Tubuh		Upaya	Dur	Frek	P	Upaya	Dur	Frek	P	Upaya	Dur	Frek	P
Leher		2	2	2	M	2	4	3	VH	2	2	2	M
Bahu	R	1	1	1	L	1	3	2	M	2	2	2	M
	L	1	1	1	L	1	2	2	L	2	1	2	L
Punggung		2	1	2	L	2	4	3	VH	1	1	1	L
Lengan/Siku	R	1	1	2	L	1	3	2	M	3	2	2	H
	L	1	1	2	L	1	3	2	M	3	1	2	M
Pergelangan Tangan /Tangan / Jari Tangan	R	1	2	2	L	2	3	2	M	1	4	2	VH
	L	1	2	2	L	1	2	1	L	1	4	2	VH
Kaki/Lutut	R	1	1	1	L	1	1	1	L	1	1	1	L
	L	1	1	1	L	1	1	1	L	1	1	1	L
Angkel/Kaki/ Jari Kaki	R	1	1	1	L	1	1	1	L	1	1	1	L
	L	1	1	1	L	1	1	1	L	1	1	1	L

Tabel 7. Pengolahan Data Metode MFA Pekerja 2

Aktivitas		Pemasangan Closing				Pemasangan Top dan Back			
Bagian Tubuh		Upaya	Dur	Frek	P	Upaya	Dur	Frek	P
Leher		1	2	3	M	1	2	2	L
Bahu	R	1	2	2	L	1	2	2	L
	L	1	2	2	L	1	2	2	L
Punggung		1	3	2	M	2	2	2	M
Lengan/Siku	R	1	2	2	L	1	2	2	L
	L	1	2	2	L	1	2	2	L
Pergelangan Tangan/Tangan/Jari Tangan	R	1	3	2	M	1	2	3	M
	L	1	3	2	M	1	2	3	M

Aktivitas		Pemasangan Closing				Pemasangan Top dan Back			
Bagian Tubuh		Upaya	Dur	Frek	P	Upaya	Dur	Frek	P
Kaki/Lutut	R	2	2	2	M	2	2	2	M
	L	1	1	1	L	2	2	2	M
Angkel/Kaki/Jari Kaki	R	2	2	2	M	2	2	2	M
	L	1	1	1	L	2	2	2	M

Tabel 8. Pengolahan Data Metode MFA Pekerja 3

Aktivitas		Pemasangan Body Side				Pemasangan Linings			
Bagian Tubuh		Upaya	Dur	Frek	P	Upaya	Dur	Frek	P
Leher		1	1	2	L	2	2	2	M
Bahu	R	2	1	2	L	1	1	2	L
	L	1	1	2	L	2	1	2	L
Punggung		3	1	2	M	3	1	2	M
Lengan/Siku	R	2	2	2	M	1	1	2	L
	L	2	2	2	M	2	1	2	L
Pergelangan Tangan / Tangan / Jari Tangan	R	1	2	2	L	1	2	2	L
	L	1	2	2	L	2	2	2	M
Kaki/Lutut	R	3	4	1	VH	3	4	1	VH
	L	3	4	1	VH	3	4	1	VH
Angkel/Kaki/Jari Kaki	R	3	4	1	VH	3	4	1	VH
	L	3	4	1	VH	3	4	1	VH

Tabel 9. Pengolahan Data Metode MFA Pekerja 5

Aktivitas		Pemotongan Kayu				Finishing Neck			
Bagian Tubuh		Upaya	Dur	Frek	P	Upaya	Dur	Frek	P
Leher		2	2	2	M	2	2	3	H
Bahu	R	1	2	2	L	2	2	3	H
	L	1	1	1	L	1	1	1	L
Punggung		3	2	2	H	2	2	3	H
Lengan/Siku	R	1	2	2	L	1	2	3	M
	L	1	1	1	L	1	2	3	M
Pergelangan Tangan / Tangan / Jari Tangan	R	2	4	2	VH	1	2	3	M
	L	2	4	2	VH	1	2	3	M
Kaki/Lutut	R	1	1	1	L	1	1	1	L
	L	1	1	1	L	1	1	1	L
Angkel/Kaki/Jari Kaki	R	1	1	1	L	1	1	1	L
	L	1	1	1	L	1	1	1	L

Tabel 10. Pengolahan Data Metode MFA Pekerja 6

Aktivitas		Menggambar Pola Neck			
Bagian Tubuh		Upaya	Dur	Frek	P
Leher		2	3	2	M
Bahu	R	1	2	3	M
	L	1	2	3	M
Punggung		2	3	2	M
Lengan/Siku	R	1	2	3	M
	L	1	2	3	M
Pergelangan Tangan/Tangan/Jari Tangan	R	1	2	3	M
	L	1	2	3	M
Kaki/Lutut	R	1	1	1	L
	L	1	3	2	M
Angkel/Kaki/Jari Kaki	R	1	1	1	L
	L	1	3	2	M

Berdasarkan pengolahan seluruh aktivitas pekerja menggunakan metode MFA, maka perlu dilakukan strategi untuk mengurangi paparan risiko, perbaikan terbaik akan berpindah dari prioritas tinggi atau sangat tinggi untuk perubahan ke

prioritas lebih rendah. Oleh karena itu, aktivitas tiap proses yang akan di analisa untuk dijadikan prioritas perbaikan adalah aktivitas yang mempunyai hasil akumulasi usaha + durasi + frekuensi = tinggi atau sangat tinggi. Rekapitulasi hasil pengolahan data MFA dapat dilihat dalan Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Hasil Pengolahan Data MFA

Pekerja	Aktivitas	Bagian Tubuh	Akumulasi	Prioritas
1	1.4 Pemasangan Braces	Leher	243	Sangat Tinggi
		Punggung	243	Sangat Tinggi
	1.6 Finishing Body	Pergelangan tangan/ tangan/ jari tangan	141	Sangat Tinggi
		Lengan/ Siku Kanan	322	Tinggi
3	1.1 Pemasangan Body Side	Kaki/Lutut	341	Sangat Tinggi
		Angkel/Kaki/Jari Kaki	341	Sangat Tinggi
	1.3 Pemasangan Linings	Kaki/Lutut	341	Sangat Tinggi
		Angkel/Kaki/Jari Kaki	341	Sangat Tinggi
5	2.2 Pemotongan Kayu	Pergelangan tangan/ tangan/ jari tangan	242	Sangat Tinggi
		Punggung	322	Tinggi
	2.5 Finishing Neck	Leher	223	Tinggi
		Bahu	223	Tinggi
		Punggung	223	Tinggi

3.3 Usulan Perbaikan

Berdasarkan keluhan MSDs pada skor MFA dengan kategori tinggi hingga sangat tinggi, kemudian dilakukan pemberian usulan perbaikan dari setiap aktivitas kerja untuk mengurangi risiko MSDs. Terdapat 3 pekerja yang terdiri dari 6 aktivitas, pekerja 1 aktivitas pemasangan *braces* dan aktivitas *finishing body*, pekerja 3 aktivitas pemasangan *body side* dan pemasangan *linings*, serta pekerja 5 aktivitas pemotongan kayu dan *finishing neck*. Dimensi usulan perbaikan yang diberikan didesain menggunakan aplikasi *SolidWork* dan pengaplikasian *mannequin* menggunakan aplikasi CATIA. Berikut usulan perbaikan yang diberikan sebagai berikut.

1. Usulan Perbaikan Pekerja 1

Aktivitas Pemasangan *Braces*

Berdasarkan hasil penilaian MFA pada pekerja 1 bahwa aktivitas pemasangan *braces* memiliki MSDs sangat tinggi. Hal ini disebabkan postur pekerja dengan posisi duduk dilantai tanpa meja. Sehingga pekerja 1 saat melakukan aktivitas pemasangan *braces* perlu membungkukkan tubuhnya, agar jangkauan mata dan tangan dapat lebih optimal dalam melakukan pekerjaanya dan leher juga menunduk terus menerus untuk menjangkau objek.

Dalam hal ini perbaikan dilakukan yaitu penyediaan meja pada stasiun pemasangan *braces* agar postur tubuh pekerja lebih ergonomis. Pemberian meja yang didesain dengan ukuran panjang 79,88 cm x lebar 48,36 cm x 68,72 cm dengan sudut kemiringan 15^0. Untuk melihat pekerjaan manual dimana tangan-tangan harus digunakan, maka permukaan kerja harus ditempatkan pada sudut 15 derajat, kemiringan yang lebih besar tidak disarankan karena kurangnya dukungan untuk lengan (Setyowati & Fathimahhayati, 2021). Panjang meja luar sebesar 79,88cm berdasarkan ukuran panjang rentang siku, panjang meja dalam sebesar 40 cm berdasarkan ukuran panjang body gitar, lebar meja sebesar 48,36 cm berdasarkan panjang rentang tangan ke depan, dan tinggi meja sebesar 68,72 cm berdasarkan tinggi siku dalam posisi duduk + tinggi popliteal (https://antropometriindonesia.org). Pekerja yang awalnya bekerja dalam posisi duduk di lantai tanpa meja, sehingga diberikan usulan perbaikan berupa usulan meja dengan sudut kemiringan dengan duduk di atas kursi.

(a) (b) (c)

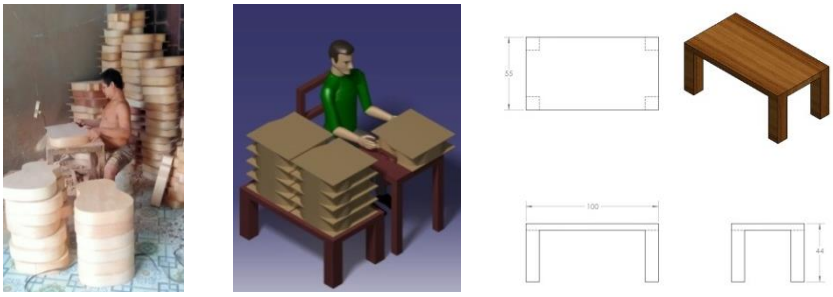
Gambar 1. Aktivitas Pemasangan *Braces* (a) Pemasangan *Braces* Aktual (b) Pemasangan *Braces* Usulan (c) Dimensi Ukuran Usulan Pemasangan *Braces*

Aktivitas *Finishing Body*

Berdasarkan hasil penilaian MFA pada pekerja 1 bahwa aktivitas *finishing body* memiliki MSDs tinggi pada bagian tubuh pergelangan tangan/ tangan/ jari tangan dan bagian tubuh lengan/ siku kanan. Hal ini disebabkan *layout*/penempatan objek yang akan diambil kurang ergonomis, dan aktivitas yang dilakukan membutuhkan durasi yang panjang. Sehingga pekerja 1 saat melakukan aktivitas *finishing body* perlu menggunakan usaha yang tinggi dengan tubuh berputar, mengangkat objek dengan lengan yang diperpanjang, dan pergelangan

tangan melakukan aktivitas dengan durasi yang lama karena proses standard yang tidak dapat dihindari. Dalam hal ini perbaikan dilakukan untuk mengurangi risiko pada lengan/ siku kanan yaitu penyediaan meja dan merubah *layout* pada stasiun *finishing body*.

Upaya usulan perbaikan yaitu dengan pemberian meja yang didesain dengan ukuran panjang 100 cm x lebar 55 cm x tinggi 44 cm. Dimensi panjang meja sebesar 100 cm berdasarkan dua kali ukuran panjang body gitar yang telah dipasang *top* dan *back*, lebar meja sebesar 55 cm berdasarkan ukuran lebar *body* gitar, dan tinggi meja sebesar 44 cm berdasarkan tinggi popliteal atau setara dengan tinggi kursi. Hal ini bertujuan agar dapat mengurangi postur janggal seperti lengan/siku kanan dan pergelangan tangan yang terus menerus menjangkau terlalu jauh pada saat pengambilan objek. Pada awalnya posisi objek berapa di samping belakang pekerja sehingga mengharuskan pekerja berputar untuk menjangkau objek terlalu jauh dan beresiko. Meja tersebut digunakan untuk meletakkan *body* (objek) yang akan diambil untuk proses *finishing* dengan ketentuan maksimal tumpukan yaitu 4 pcs *body*, hal yang menjadi pertimbangan adalah jangkauan rentangan tangan dimana objek tidak boleh melebihi tinggi bahu pekerja dalam posisi duduk. Dimensi tinggi bahu dalam posisi duduk berdasarkan antropometri sebesar 54,89 cm, dan tebal 4pcs *body* sebesar 40 cm, sehingga tumpukan *body* tidak melebihi tinggi bahu dalam posisi duduk. Peletakan meja harus tepat disamping kanan pekerja, sehingga pekerja mudah dalam menjangkaunya. Sesuai dengan jangkauan tangan operator posisi duduk.



(a) (b) (c)

Gambar 2. Aktivitas *Finishing Body* (a) *Finishing Body* Aktual (b) *Finishing Body* Usulan (c) Dimensi Ukuran Usulan *Finishing Body*

2. Usulan Perbaikan Pekerja 3

Berdasarkan hasil penilaian MFA pada pekerja 3 bahwa aktivitas pemasangan *body side* dan pemasangan *linings* memiliki MSDs tinggi pada bagian tubuh kaki dan angkel/jari kaki. Hal ini disebabkan postur kerja pekerja kurang ergonomis, dan aktivitas yang dilakukan membutuhkan durasi yang panjang. Sehingga pekerja 3 saat melakukan aktivitas pemasangan *body side* perlu menggunakan usaha yang tinggi pada bagian tubuh kaki untuk menopang tubuh. Dalam hal ini perbaikan dilakukan untuk mengurangi risiko pada kaki dan angkel/jari kaki yaitu mengubah postur kerja.

Mengubah postur kerja pekerja dengan pemberian meja yang didesain dengan ukuran panjang 79,88 cm x lebar 48,36 cm x 68,72 cm dengan sudut kemiringan 15^0. Untuk melihat pekerjaan manual dimana tangan-tangan harus digunakan, maka permukaan kerja harus ditempatkan pada sudut 15 derajat, kemiringan yang lebih besar tidak disarankan karena kurangnya dukungan untuk lengan (Setyowati & Fathimahhayati, 2021). Panjang meja luar sebesar 79,88 cm berdasarkan ukuran panjang rentang siku, panjang meja dalam sebesar 40 cm berdasarkan ukuran panjang body gitar, lebar meja sebesar 48,36 cm berdasarkan panjang rentang tangan ke depan, dan tinggi meja sebesar 68,72 cm berdasarkan tinggi siku dalam posisi duduk + tinggi popliteal (https://antropometriindonesia.org). Pekerja yang awalnya bekerja dalam posisi berjongkok menopang tubuh dengan beban tubuh di kedua kaki, sehingga diberikan usulan perbaikan berupa usulan meja dengan sudut kemiringan dengan duduk di atas kursi. Hal ini bertujuan agar dapat mengurangi postur janggal seperti kaki dan angkel/jari kaki yang terus menerus menopang tubuh dalam waktu lama.

(a) (b) (c) (d)

Gambar 3. Aktivitas Pemasangan *Body Side* (a) Pemasangan *Body Side* Aktual (b) Pemasangan *Linings* Aktual (c) Pemasangan *Body Side* dan *Linings* Usulan (c) Dimensi Ukuran Usulan Pemasangan *Body Side* dan *Linings*

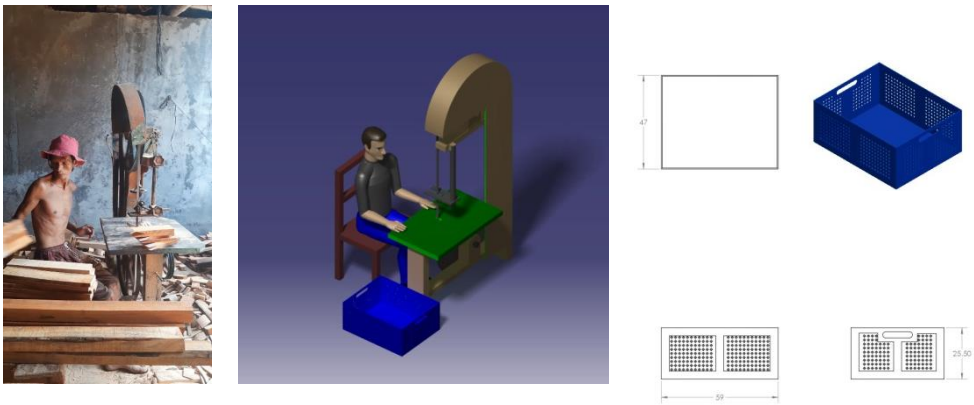
3. Usulan Perbaikan Pekerja 5

Aktivitas Pemotongan Kayu

Berdasarkan hasil penilaian MFA pada pekerja 5 bahwa aktivitas pemotongan kayu memiliki MSDs tinggi pada bagian tubuh pergelangan tangan/ tangan/ jari tangan dan punggung. Hal ini disebabkan *layout*/penempatan objek yang sudah dipotong kurang ergonomis, dan aktivitas yang dilakukan membutuhkan durasi yang panjang. Sehingga pekerja 5 saat melakukan aktivitas pemotongan kayu perlu menggunakan usaha yang tinggi dengan tubuh berputar, melempar objek yang sudah dipotong ke sisi belakang tubuh, dan pergelangan tangan melakukan aktivitas dengan durasi yang lama karena proses standard yang tidak dapat dihindari. Dalam hal ini perbaikan dilakukan untuk mengurangi risiko pada punggung yaitu penyediaan *container box*. Sehingga pekerja 5 saat melakukan aktivitas pemotongan kayu tidak perlu menggunakan usaha yang tinggi pada bagian punggung untuk memutar badan. Dalam hal ini perbaikan dilakukan untuk mengurangi risiko pada punggung yaitu menambahkan *container box* di bawah mesin sisi kanan.

Usulan rancangan perbaikan pada stasiun kerja *neck* aktivitas pemotongan kayu yaitu berupa penambahan *container box*. *Container box* ukuran panjang 59 cm x lebar 47 cm x 25,5 cm. Pemilihan *container box* dengan dimensi tersebut karena ukuran *neck* sebesar 55 cm x 7 cm x 10 cm. Penambahan *container box* pada stasiun kerja *neck* aktivitas pemotongan kayu ditempatkan di bawah mesin sisi kanan. Hal ini bertujuan agar dapat mengurangi postur janggal seperti

punggung yang terus menerus berputar untuk melempar objek yang sudah dipotong. Pekerja yang awalnya meletakkan objek yang sudah dipotong dengan cara memutar badan dan melemparkan objek ke belakang, sehingga diberikan usulan perbaikan berupa *container box* di bawah mesin sisi kanan agar tidak perlu memutar punggung. Selain penambahan *container box*, perlu adanya pencegahan tingkat keluhan nyeri pergelangan tangan pada pekerja dalam melakukan pekerjaan dapat dilakukan melalui rekayasa manajemen yang berupa pendidikan dan pelatihan, pengaturan waktu kerja dan istirahat yang seimbang, pengawasan yang intensif (Susihono, 2009). Pekerja harus beristirahat sejenak ditengah melakukan aktivitas untuk mencegah durasi yang lama (Wibisono dan Triyanti, 2016). Risiko meningkat ketika daerah tubuh yang sama mengulangi gerakan yang sama tanpa istirahat atau kesempatan untuk istirahat (OHSCO, 2007). Istirahat bisa membuat otot rileks dan melepaskan kelelahan (Wibisono and Triyanti, 2016).



(a) (b) (c)

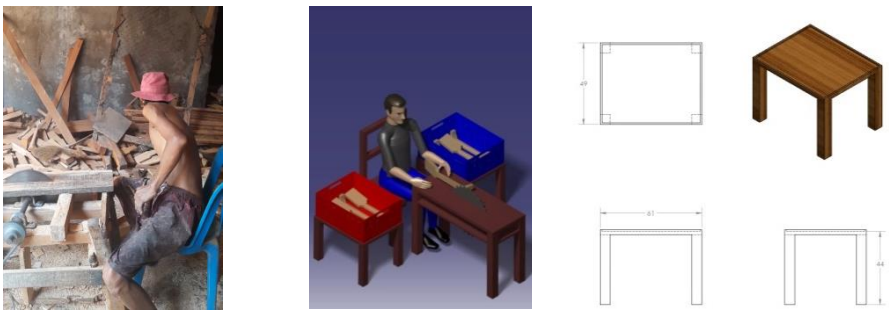
Gambar 5. Aktivitas Pemotongan Kayu (a) Pemotongan Kayu Aktual (b) Pemotongan Kayu Usulan (c) Dimensi Ukuran Usulan Pemotongan Kayu

Aktivitas *Finishing Neck*

Berdasarkan hasil penilaian MFA pada pekerja 5 bahwa aktivitas *finishing neck* memiliki MSDs tinggi pada bagian tubuh leher, bahu, dan punggung. Hal ini disebabkan *layout*/penempatan objek yang sudah dipotong dan belum dipotong kurang ergonomis. Sehingga pekerja 5 saat melakukan aktivitas *finishing neck* perlu membungkukkan punggung untuk mengambil dan meletakkan objek, postur

bahu kanan jauh dari tubuh untuk menjangkau objek, dan postur leher yang harus terus menerus menunduk untuk melihat objek pada saat pengambilan dan peletakkan objek. Dalam hal ini perbaikan dilakukan untuk mengurangi risiko pada bagian tubuh leher, bahu kanan, dan punggung yaitu perbaikan layout/tata letak stasiun kerja *neck* aktivitas *finishing neck* dengan penambahan meja dan *container box* di kedua sisi pekerja. Dalam hal ini perbaikan dilakukan untuk mengurangi risiko pada leher, bahu kanan, dan punggung yaitu menambahkan *container box* di sisi kanan dan kiri pekerja,.

Rancangan usulan perbaikan pada stasiun kerja *neck* aktivitas *finishing neck* yaitu berupa penambahan meja dan *container box*. Meja ukuran panjang 61 cm x lebar 49 cm x tinggi 44 cm. *Container box* ukuran panjang 59 cm x lebar 47 cm x 25,5 cm. Dimensi panjang meja sebesar 61 cm berdasarkan panjang container + 2 cm untuk lebihan meja agar *container box* tidak bergeser, lebar meja sebesar 49 cm berdasarkan ukuran lebar *container box*, dan tinggi meja sebesar 44 cm berdasarkan tinggi popliteal atau setara dengan tinggi kursi. Dengan penempatan meja dan *container box* di sisi kanan dan kiri pekerja. Hal ini bertujuan agar dapat mengurangi postur janggal seperti leher, bahu kanan, dan punggung yang terus menerus menunduk untuk mengambil dan meletakkan objek. Pekerja yang awalnya meletakkan dan mengambil objek dengan cara membungkukkan badan, sehingga diberikan usulan perbaikan berupa meja dan *container box* di sisi kanan untuk objek yang belum di*finishing* dan sisi kiri untuk objek yang sudah di*finishing*, agar tidak perlu membungkukkan leher, bahu kanan, dan punggung.



(a) (b) (c)

Gambar 6. Aktivitas *Finishing Neck* (a) *Finishing Neck* Aktual (b) *Finishing Neck* Usulan (c) Dimensi Ukuran Usulan *Finishing Neck*

Berdasarkan beberapa usulan perbaikan yang diberikan memberikan hasil perubahan dari prioritas sangat tinggi dan tinggi menjadi prioritas yang lebih rendah. Hasil rekapitulasi penilaian sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Simulasi Penilaian Ulang Aktivitas Pada Masing-Masing Pekerja

Pekerja	Aktivitas	Bagian Tubuh	Sebelum	Sesudah	Prioritas
1	Pemasangan Braces	Leher	243	112	Rendah
		Punggung	243	212	Rendah
	Finishing Body	Pergelangan tangan/ tangan/ jari tangan	142	132	Sedang
		Lengan/ Siku Kanan	322	122	Rendah
3	Pemasangan Body Side	Kaki/Lutut	341	111	Rendah
		Angkel/ Kaki/ Jari Kaki	341	111	Rendah
	Pemasangan Linings	Kaki/Lutut	341	111	Rendah
		Angkel/ Kaki/ Jari Kaki	341	111	Rendah
5	Pemotongan Kayu	Pergelangan tangan/ tangan/ jari tangan	242	232	Sedang
		Punggung	322	112	Rendah
	Finishing Neck	Leher	223	123	Sedang
		Bahu	223	123	Sedang
		Punggung	223	123	Sedang

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan menggunakan metode NBM dan MFA, maka memperoleh kesimpulan bahwa proses produksi gitar akustik yang dilaksanakan di UKM Robin Gitar Sukoharjo memiliki 19 aktivitas kerja pada 4 stasiun kerja yang masing-masing aktivitas memiliki risiko tersendiri. Hasil dari penelitian menggunakan metode NBM yang dilakukan pada ke-12 pekerja diketahui bahwa setiap pekerja memiliki risiko cidera yang berbeda. Pada penelitian didapatkan bahwa 5 pekerja memiliki risiko tinggi yang mana aktivitas yang dilakukan ke-5 pekerja tersebut akan dilakukan perhitungan lanjut menggunakan metode MFA. Sedangkan hasil dari penelitian menggunakan metode MFA yang dilakukan pada ke-5 pekerja dengan jumlah aktivitas 10 berdasarkan perhitungan metode NBM yaitu aktivitas pemasangan *body side*, aktivitas pemasangan *linings*, aktivitas pemasangan *braces*, aktivitas pemasangan *closing*, aktivitas pemasangan *top back body*, aktivitas menggambar pola, aktivitas pemotongan kayu, dan aktivitas *finishing neck*. Usulan perbaikan yang diberikan kepada pemilik usaha yaitu memberikan alat bantu berupa meja

dan *container box* pada stasiun kerja, dan merubah *layout*/tata letak pada stasiun kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Adhitama, T. (2019) Evaluasi Postur Kerja Menggunakan Metode Job Strain Index (JSI) dan Muscle Fatigue Assessment (MFA) (Studi Kasus : PRAKTIS, Sepatu Kulit Magetan). Surakarta.

Ahmadi, M. dkk. (2016) 'Identification of the Ergonomic Interventions Goals from the Viewpoint of Ergonomics Experts of Iran using Fuzzy Delphi Method', International Journal of Occupational Hygiene, 8(3), hh. 151–157.

Australia, S. W. (2011) Hazardous Manual Tasks: Code of Practice. Tasmania.

Bernard, T. (2006) Rodgers Muscle Fatigue Analysis. New York.

Bridger, R. . (1995) Introduction to Ergonomics. Singapore: mcGraww Hill, Inc.

Corlett, E.N., & Clark, T. . (2003) The Ergonomics of Workspaces and Machines: a Design Manual. London: CRC Press.

Damayanti, K. A. (2018) 'Fatigue Measurement of Elderly Workers in Small and Medium Enterprises', Review of Integrative Business and Economics Research, 7(2), hh. 144–151.

Golbaghi, A., Nematpour, L. dan Fouladi, B. (2020) 'The Comparison of Risk Factors Caused by Musculoskeletal Disorders in Female Assembly Workers utilizing MFA and NERPA Methods', Archives of Occupational Health, 4(2), hh. 577–585.

Jones, T. dan Kumar, S. (2006) 'Assessment of physical demands and comparison of multiple exposure definitions in a repetitive high risk sawmill occupation: Saw-filer', International Journal of Industrial Ergonomics, 36(9), hh. 819–827.

Landau, K. (2018) 'Development of the Ergonomic Activity Sampling (EAS) Method to Analyse Video - Documented Work Processes with Activity Sampling', Ergonomics International Journal, 2(7), hh. 1–8.

Muslimah, E & Pratiwi, I. (2006) 'Analisis Manual Material Handling Menggunakan Niosh Equation', Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 5(2), hh. 53–60.

OHSCO (2007) Occupational Health and Safety Council of Ontario's MSD Prevention Series Part 1: MSD Prevention Guideline for Ontario. Toronto: Occupational Health and Safety Council of Ontario.

Prakoso, G., Iridiastadi, H. dan Saparina, E. N. (2019) 'Musculoskeletal disorders analyzing of air cleaner assembly operators using Nordic body map in excavator manufacturer in Indonesia', Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering, 11(2), hh. 165–172.

Setyanto, N. W. dkk. (2015) 'Ergonomics analysis in the scarfing process by owas, nios and nordic body map' s method at slab steel plant' s division',

international Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 4(3), hh. 1086–1093.

Setyowati, D. L. dan Fathimahhayati, L. D. (2021) Sikap Kerja Ergonomis Untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal Pada Pengrajin Manik-Manik. Solok, Sumatera Barat: Insan Cendekia Mandiri.

Stanton, N. dkk. (2004) Participatory ergonomics, Evaluation of Human Work, 3rd Edition. USA: In CRC Press.

Susihono, W. (2009) Rancang Ulang Mesin Pemotong Singkong Semi Otomatis Dengan Memperhatikan Aspek-Aspek Ergonomi Kerja, Proceeding Seminar Nasional Aplikasi Program K3 dan Ergonomi ditempat Kerja. Medan: Univ. Sumatra Utara.

Tarwaka., Solichul H.A., dan L. S. B. (2010) Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: Uniba Pres, Universitas Islam Batik.

Triyono (2006) Analisis sikap kerja pekerja manual material handling UD . Tetap Temangat dengan metode owas (ovako working posture analysis system). Skripsi. Surakarta.

Wibisono, C. dan Triyanti, V. (2016) 'Work Risk Assessment Towards Wood Furniture Production Activities Using Manual Task Risk Assessment Method and Rodgers Muscle Fatigue Analysis Method', Proceeding of 9th International Seminar on Industrial Engineering and Management, ISSN : 197, hh. 1–8.

Wignjosoebroto, S. (1996) Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.