

ANALISIS PERBAIKAN POSTUR KERJA OPERATOR PADA PROSES PEMBUATAN PIPA UNTUK MENGURANGI *MUSCULOSKELETAL DISORDERS* DENGAN MENGGUNAKAN METODE RULA

Mirsa Diah Novianti¹, Sultan Tanjung²

^{1,2}Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie

Jl. H.R.Rasuna Said Kav. C-22, Kuningan, Jakarta Selatan - 12920

*E-Mail : mirsa.novianti@bakrie.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis postur kerja yang bersifat statis dan repetitive untuk mengurangi risiko musculoskeletal disorders operator pada proses pembuatan pipa. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menganalisis sikap dan posisi kerja adalah metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA). Metode RULA digunakan untuk mengestimasi terjadinya gangguan musculoskeletal, sedangkan untuk analisis keluhan subjektif digunakan kuesioner Nordic Body Map (NBM). Berdasarkan pengamatan menggunakan kuesioner NBM ditemukan bahwa pekerja mengeluhkan agak sakit sebanyak 80% pada bahu kanan dan 60% pada siku kanan. Selain itu, 50% pekerja mengeluhkan rasa sakit pada punggung dan 40% pada pinggang, serta 10% dari para pekerja mengeluhkan rasa sakit sekali pada siku kiri dan kanan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari tujuh kegiatan yang diteliti terdapat lima kegiatan yang memiliki level risiko rendah (low) dan dua kegiatan yang memiliki level risiko medium. Penelitian mengusulkan perbaikan pada dua postur tersebut dengan prioritas pada postur proses Dimensional & Visual Inspection dan End Shearing.

Kata kunci: *Musculoskeletal Disorders, Nordic Body Map (NBM), Posturkerja, Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

ABSTRACT

This study aimed to analyze the static working postures and repetitive to reduce the risk of musculoskeletal disorders pipeline workers in the manufacturing process. In this study, the method used to analyze the attitudes and positions of work are methods Rapid Upper Limb Assessment (RULA). RULA methods used to estimate the occurrence of musculoskeletal disorders, whereas for the analysis of subjective complaints questionnaire used Nordic Body Map (NBM). Based on the observations using a questionnaire NBM found that workers complain a bit sick as much as 80% on the right shoulder and 60% on the right elbow. In addition, 50% of workers complain of back pain and 40% at the waist, as well as 10% of workers complain of pain once on the left and right elbow. The results of this study showed that from the seven activities surveyed, there are five activities that have a low risk level (low) and two activities that have a medium risk level. The study proposes improvements to the two postures with priority on the posture Dimensional & Visual Inspection and End Shearing.

Keywords: *Musculoskeletal Disorders, Nordic Body Map (NBM), Posturkerja, Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

PENDAHULUAN

Salah satu aset berharga bagi keberlangsungan perusahaan adalah pekerja. Namun seringkali

perusahaan kurang memperhatikan kenyamanan pekerja dalam melakukan pekerjaannya, dalam hal ini adalah faktor

ergonomisnya. Hal ini mengakibatkan banyaknya keluhan yang dialami pekerja pada bagian tubuhnya (Nugraha, Astuti, & Rahman, 2013).

Keluhan yang sebagian besar terjadi karena kelelahan akibat beban statis selama proses bekerja. Selain itu, prosedur kerja dan perancangan fasilitas kerja yang kurang ergonomis memberikan dampak pada hasil produktivitas kerja yang tidak optimal dan berpotensi menimbulkan cedera pada bagian tubuh tertentu akibat aktivitas kerja yang tidak seimbang dengan keterbatasan manusia (Susihono W., 2009).

Salah satu gejala umum yang timbul akibat kerja adalah gangguan *musculoskeletal*. Gangguan *musculoskeletal* adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara repetitif dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan gangguan *musculoskeletal disorders* (MSDs) (Tarwaka, Solichul, Bakri & Sudiajeng, 2004).

Menurut Bridger (2003), ada beberapa faktor utama yang mempengaruhi timbulnya gejala MSDs, yaitu Kemampuan Individu, Postur Tubuh, Gerakan Berulang, dan Durasi Kerja.

Postur dan pergerakan memegang peranan penting dalam ergonomi. Postur janggal adalah posisi bagian tubuh yang menyimpang dari posisi netralnya. Postur janggal berhubungan dengan deviasi tulang sendi dari posisi netralnya yang menyebabkan posisi tubuh menjadi tidak simetris sehingga membebani sistem otot rangka sebagai penyangga tubuh (Bridger, 2009).

Postur kerja statis juga termasuk postur janggal jika dilakukan dalam waktu yang lama. Postur kerja statis meningkatkan risiko *low back pain* dan hernia pada diskus. Sering membungkuk dan berputar yang berhubungan dengan aktivitas mengangkat juga dapat menyebabkan cedera sehingga memicu *low back pain* (Levy & Wegman, 2000)

Nordic Body Map adalah kuesioner untuk identifikasi risiko. Kuesioner *Nordic Body Map* adalah alat yang digunakan untuk mengetahui gangguan kesehatan MSDs berdasarkan keluhan pekerja terhadap keluhan pada 27 bagian otot yang dirasakan sakit pada jenis tingkatan keluhan, kelelahan atau kesakitan (dari rasa tidak sakit sampai dengan sangat sakit) (Karwowski, W., 2006).

Berdasarkan hasil kuesioner *Nordic Body Map* yang diberikan pada operator pembuatan pipa, diketahui bahwa Operator mengeluhkan sakit sekali pada siku kiri dan siku kanan, Operator mengeluhkan sakit pada punggung dan pinggang, dan Operator mengeluhkan agak sakit sebanyak pada bahu kanan dan siku kanan.

Kondisi tersebut apabila dibiarkan secara terus-menerus dalam jangka panjang akan berpotensi menimbulkan cedera atau nyeri punggung (*low back pain*) terhadap operator. Untuk mengurangi potensi cedera dan bahaya yang terjadi, harus segera dilakukan perbaikan metode kerja perancangan fasilitas

Perbaikan kerja dapat dilakukan melalui beberapa penilaian. Penelitian ini menggunakan metode penilaian *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). RULA merupakan salah satu metode penilaian risiko ergonomi terhadap timbulnya MSDs (McAtemney & Corlett, 1993).

RULA menyediakan sebuah perhitungan yang mudah terhadap tingkat *musculoskeletal loads* dari pekerjaan dimana operator memiliki risiko dari beban leher dan anggota bagian atas. Metode ini juga memberikan sebuah nilai tunggal sebagai “potret” dari pekerjaan tersebut yang mencakup postur kerja, beban, dan pergerakan menetap (*static work*). Risiko dihitung dengan interval 1 (paling rendah) hingga 7 (paling tinggi). Nilai ini dikelompokkan kedalam empat level yang memberikan sebuah indikasi dari susunan waktu yang akan diajukan pengendalian terhadap risiko yang ada.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

- Mengetahui nilai RULA setiap kegiatan yang bersifat statis dan berulang pada proses pembuatan pipa
- Mengetahui kegiatan yang menjadi prioritas perbaikan

- c. Mendapatkan usulan perbaikan postur kerja yang aman bagi para pekerja

METODE

Dalam melakukan penilaian postur tubuh dari operator, penelitian ini menggunakan RULA *worksheet* untuk menilai tingkat risiko dari aktivitas penggunaan mesin dalam pembuatan pipa. Adapun proses penggunaan RULA dapat dijelaskan ke dalam tiga (3) tahap (Stanton, Hedge, Brookhius, Salas & Hendrick, 2005), yakni:

1. Memilih postur-postur yang akan dinilai
2. Memberikan nilai pada postur menggunakan lembar penilaian, diagram bagian tubuh dan tabel
3. Merubah nilai yang dihasilkan tersebut menjadi salah satu dari 4 *action level* untuk menganalisis gambaran tingkat risiko MSDs.

Adapun variabel-variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

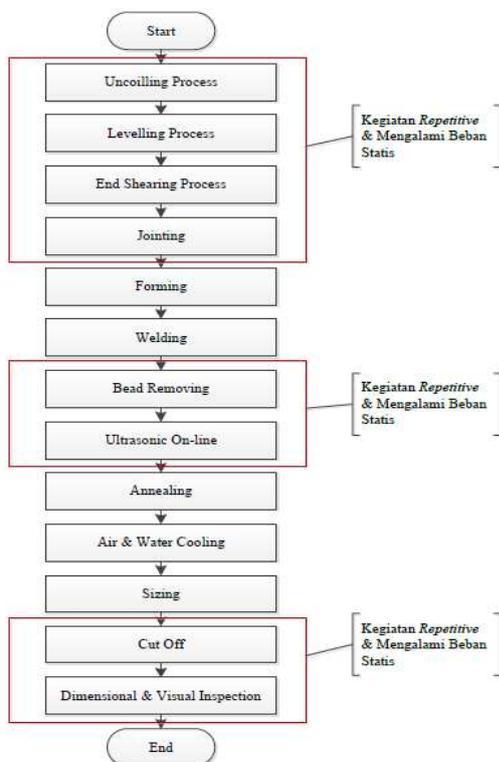
Tabel 1. Variabel Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	SkalaUkur
1	Tingkat risiko ergonomi	Hasil dari kalkulasi risiko postur operator berdasarkan tabel nilai RULA dan dikategorikan ke beberapa klasifikasi	Observasi	Lembar Penilaian RULA	Ordinal
2	Keluhan <i>musculoskeletal</i>	Keluhan bersifat subyektif yang berhubungan dengan otot dan tulang yang dirasakan sakit/nyeri, kesemutan, mati rasa, dan pegal		<i>Nordic Body Map Questionnaire</i>	Ordinal
3	Posisi lengan atas	Sikap atau posisi lengan atas operator ketika bekerja	Observasi	- Lembar Penilaian RULA - Kamera - Busur	Ordinal
4	Posisi lengan bawah	Sikap atau posisi lengan bawah operator ketika bekerja	Observasi	- Lembar Penilaian RULA - Kamera - Busur	Ordinal
5	Posisi pergelangan tangan	Sikap atau posisi tangan operator ketika bekerja	Observasi	- Lembar Penilaian RULA - Kamera - Busur	Ordinal
6	Posisi leher	Sikap atau posisi leher operator ketika bekerja	Observasi	- Lembar Penilaian RULA - Kamera - Busur	Ordinal
7	Posisi tulang belakang	Sikap atau posisi tulang belakang operator ketika bekerja	Observasi	- Lembar Penilaian RULA - Kamera - Busur	Ordinal

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	SkalaUkur
8	Posisi kaki	Sikap atau posisi kaki operator ketika bekerja	Observasi	- Lembar Penilaian RULA - Kamera - Busur	Ordinal
9	Kekuatan otot	Sifat gerakan atau postur operator yang membutuhkan kekuatan otot terkait durasi dan frekuensi gerakan yang dilakukan	Observasi	- Lembar Penilaian RULA - Kamera - Busur	Ordinal
10	Beban Otot	Merupakan besaran beban yang ditanggung otot selama bekerja	Observasi	- Lembar Penilaian RULA	Ordinal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan pipa pada PT X dimulai dengan mesin *uncoiler* hingga *dimensional and visual inspection*. Berdasarkan hasil pengamatan, tidak semua kegiatan dalam proses pembuatan pipa merupakan kegiatan berulang dan memiliki beban statis. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.

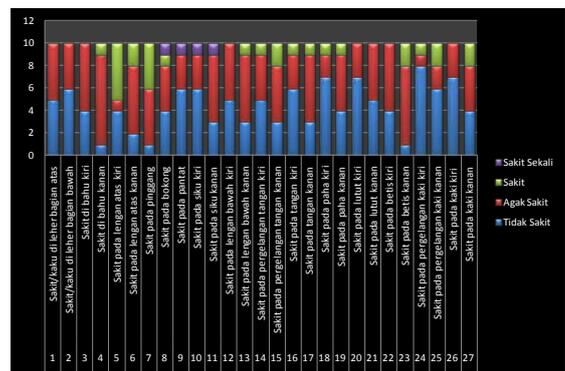


Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Pipa

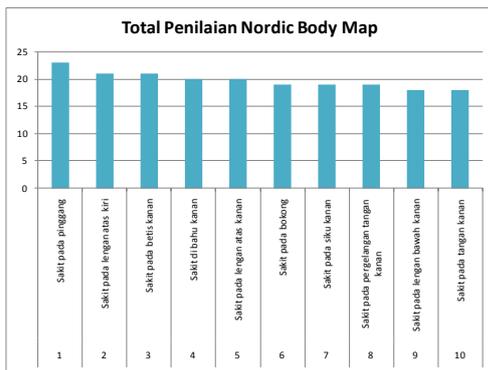
1. Hasil penelitian kuesioner *Nordic Body Map*

Pada penelitian ini, kuesioner diberikan kepada 10 operator pembuatan pipa. Hasil kuesioner dapat dilihat seperti pada Gambar 2.

Dari hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), dengan memberikan bobot 1 pada komponen Tidak Sakit, bobot 2 pada komponen Agak Sakit, bobot 3 pada komponen Sakit, dan bobot 4 pada komponen Sakit Sekali, diperoleh bahwa 10 bagian otot yang memiliki skor tertinggi adalah seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Kuesioner *Nordic Body Map*



Gambar 3. Bagian Otot yang memiliki Skor *Nordic Body Map* tertinggi

Berdasarkan pengamatan menggunakan kuesioner NBM ditemukan bahwa pekerja mengeluhkan agak sakit sebanyak 80% pada bahu kanan dan 60% pada siku kanan. Selain itu, 50% pekerja mengeluhkan rasa sakit pada punggung dan 40% pada pinggang, serta 10% dari para pekerja mengeluhkan rasa sakit sekali pada siku kiri dan kanan.

2. Hasil penelitian postur kerja pada proses *Uncoiling* dan *Levelling* (P.1)

Proses *uncoiling* dan *leveling* merupakan proses paling awal yang dilakukan untuk melepas gulungan baja dan meratakan permukaan baja agar tersambung ke mesin. Dalam melakukan proses ini, operator mempertahankan gerakan dengan model P.1. seperti yang terlihat pada Gambar 4. Untuk itu, penilaian dilakukan terhadap posisi lengan atas, posisi lengan bawah, posisi pergelangan tangan, posisi perputaran pergelangan tangan, posisi leher, posisi punggung, dan posisi kaki.



Gambar 4. Postur kerja pada proses *Uncoiling* dan *Levelling* (P.1)

Rangkuman nilai dan nilai akhir RULA dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai total dari nilai akhir lengan dan pergelangan tangan serta nilai akhir dari leher, punggung, dan kaki diproses untuk mendapatkan *Grand Score* dari RULA, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3. *Grand Score* yang diperoleh untuk Model P.1. menunjukkan risiko model ini termasuk dalam kategori aktivitas dengan risiko rendah.

Tabel 2. Rincian Nilai RULA pada Model P.1.

A. Lengan dan Pergelangan Tangan (<i>arm and wrist score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
	Kiri	Kanan	
Lengan atas	1	1	Sudut kiri dan kanan 25° dan 27° serta <i>supported arm</i>
Lengan bawah	2	2	Sudut kiri dan kanan masing-masing 20°
Pergelangan tangan	2	2	Sudut kiri dan kanan mendekati 0°
Putaran pergelangan tangan	1	1	<i>Twisted in mid-range</i>
Nilai Tabel A	2	2	
Beban	+0	+0	<i>Force</i> < 2 Kg
Penggunaan Otot	+1	+1	Gerakan berulang dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>arm and wrist</i>	3	3	
B. Leher, Punggung dan Kaki (<i>neck, trunk, and leg score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai	Keterangan	
Leher	2	Sudut 10° dan melakukan gerakan pemutar (<i>twisting</i>)	
Punggung	2	Membentuk sudut 10°	
Kaki	1	Ditopang (<i>well supported</i>)	
Nilai Tabel B	2		
Beban	+0	<i>Force</i> < 2 Kg	
Penggunaan Otot	+1	Gerakan statis dan <i>repetitive</i>	

Tabel 3. *Grand Score* RULA pada Model P.1.

Body Side	Grand Score	Action level	Risk Level	Explanation
Right	3	2	Low	<i>Investigation and changes may be required</i>
Left	3	2	Low	<i>Investigation and changes may be required</i>

3. Hasil penelitian postur kerja pada proses *End Shearing* (P.2)

Proses *End Shearing* merupakan proses yang dilakukan untuk mendapatkan ujung *coil* rata dan tegak lurus sehingga proses penyambungan berjalan dengan baik. Dalam melakukan proses ini, operator

mempertahankan gerakan dengan model seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses *End Shearing* Model P.2.

Rincian nilai dan penilaian RULA dapat dilihat seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Rincian Nilai RULA pada Model P.2.

A. Lengan dan Pergelangan Tangan (<i>arm and wrist score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
	Kiri	Kanan	
Lengan atas	2	2	Sudut kiri dan kanan 65° dan 55° serta <i>supported arm</i>
Lengan bawah	2	2	Sudut kiri dan kanan 19° dan 45°
Pergelangan tangan	4	4	Sudut kiri dan kanan 60° dan 25°
Putaran pergelangan tangan	1	1	<i>Twisted in mid-range</i>
Nilai Tabel A	4	4	
Beban	+0	+0	<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	+1	-1	Gerakan berulang dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>arm and wrist</i>	5	5	
B. Leher, Punggung dan Kaki (<i>neck, trunk, and leg score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
Leher	2		Membenak sudut 16°
Punggung	3		Membenak sudut 33°
Kaki	1		Ditopang (<i>well supported</i>)
Nilai Tabel B	4		
Beban	-0		<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	-1		Gerakan statis dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>neck, trunk, and leg score</i>	5		

Grand Score RULA untuk Model P.2. dapat dilihat seperti pada Tabel 5. Dari hasil *grand score* RULA model P.2., diperoleh nilai risiko kegiatan ini dalam skala medium yang membutuhkan investigasi dan perubahan metode gerakan.

Tabel 5. *Grand Score* RULA Model P.2.

Body Side	Grand Score	Action level	Risk Level	Explanation
Right	6	3	Medium	<i>Investigation and changes required</i>
Left	6	3	Medium	<i>Investigation and changes required</i>

4. Hasil penelitian postur kerja pada proses *Jointing* (P.3)

Proses *Jointing* merupakan proses yang dilakukan untuk menyambungkan ujung *coil* yang satu dengan ujung *coil* berikutnya dengan menggunakan teknik pengelasan *Electric Resistance Welding* (ERW). Dalam melakukan proses ini, operator mempertahankan gerakan dengan model P.3. seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Rincian nilai dan penilaian RULA dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 6. Proses *Jointing* Model P.3.

Tabel 6. Rincian Nilai RULA Model P.3.

A. Lengan dan Pergelangan Tangan (<i>arm and wrist score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
	Kiri	Kanan	
Lengan atas	2	1	Sudut kiri dan kanan 78° dan 40° serta <i>supported arm</i>
Lengan bawah	1	2	Sudut kiri dan kanan 80° dan 20°
Pergelangan tangan	3	4	Sudut kiri dan kanan 30° dan 20°
Putaran pergelangan tangan	1	1	<i>Twisted in mid-range</i>
Nilai Tabel A	3	3	
Beban	+0	+0	<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	-1	-1	Gerakan berulang dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>arm and wrist</i>	4	4	
B. Leher, Punggung dan Kaki (<i>neck, trunk, and leg score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
Leher	1		Membenak sudut < 10°
Punggung	2		Membenak sudut 20°
Kaki	1		Ditopang (<i>well supported</i>)
Nilai Tabel B	2		
Beban	-0		<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	+1		Gerakan statis dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>neck, trunk, and leg score</i>	3		

Grand Score RULA model P.3. dapat dilihat seperti pada Tabel 7. Dari hasil penilaian *grand score* model P.3, diperoleh level risiko aktivitas ini pada skala rendah.

Tabel 7. *Grand Score* RULA Model P.3.

Body Side	Grand Score	Action level	Risk Level	Explanation
Right	3	2	Low	Investigation and changes may be required
Left	3	2	Low	Investigation and changes may be required

5. Hasil penelitian postur kerja pada proses *Bead Removing* (P.4)

Proses *bead removing* merupakan proses penyerutan yang dilakukan untuk menghilangkan kampuh las (sisa sambungan las) setelah melalui proses pengelasan ERW, baik bagian luar maupun bagian dalam. Dalam melakukan proses ini, operator mempertahankan gerakan dengan model P.4. seperti yang dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses *Bead Removing* Model P.4.

Rincian nilai dan penilaian RULA dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rincian Nilai RULA Model P.4.

A. Lengan dan Pergelangan Tangan (<i>arm and wrist score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
	Kiri	Kanan	
Lengan atas	1	1	Sudut kiri dan kanan mendekati 0°
Lengan bawah	2	2	Sudut kiri dan kanan -0° dan 120°
Pergelangan tangan	1	3	Sudut kiri dan kanan -0° dan 67°
Putaran pergelangan tangan	1	1	<i>Twisted in mid-range</i>
Nilai Tabel A	2 3		
Beban	+0	+0	Force < 2 Kg
Penggunaan Otot	-1	+1	Gerakan berulang dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>arm and wrist</i>	3	4	
B. Leher, Punggung dan Kaki (<i>neck, trunk, and leg score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
Leher	3		Membentuk sudut 25°
Punggung	1		Sudut membentuk 0°
Kaki	1		Ditopang (<i>well supported</i>)
Nilai Tabel B	3		
Beban	+0		Force < 2 Kg
Penggunaan Otot	-1		Gerakan statis dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>neck, trunk, and leg score</i>	4		

Grand Score RULA model P.4. dapat dilihat seperti pada Tabel 9. Dari hasil penilaian grand score model P.4, diperoleh level risiko aktivitas ini pada skala rendah.

Tabel 9. *Grand Score* RULA Model P.4.

Body Side	Grand Score	Action level	Risk Level	Explanation
Right	4	2	Low	Investigation and changes may be required
Left	4	2	Low	Investigation and changes may be required

6. Hasil penelitian postur kerja pada proses *Ultrasonic On-Line* (P.5)

Proses *Ultrasonic On-Line* merupakan proses inspeksi yang bertujuan untuk mendeteksi cacat hasil pengelasan pipa secara dini (*temporary reject*). Jika terindikasi *reject*, maka secara otomatis pipa akan disemprot dengan tinta kuning. Dalam melakukan proses ini, operator mempertahankan gerakan dengan model P.5. seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses *Ultrasonic On-Line* Model P.5.

Rincian nilai dan penilaian RULA dapat dilihat pada Tabel 10.

Grand Score RULA model P.5. dapat dilihat seperti pada Tabel 11. Dari hasil penilaian grand score model P.5, diperoleh level risiko aktivitas ini pada skala rendah.

Tabel 10. Rincian Nilai RULA Model P.5.

A. Lengan dan Pergelangan Tangan (<i>arm and wrist score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
	Kiri	Kanan	
Lengan atas	2	1	Sudut kiri dan kanan 90° dan 10° dan <i>arm supported</i>
Lengan bawah	2	2	Sudut kiri dan kanan 20° dan 120°
Pergelangan tangan	3	3	Sudut kiri dan kanan 30° dan 20°
Putaran pergelangan tangan	1	1	<i>Twisted in mid-range</i>
Nilai Tabel A	3	3	
Beban	+0	+0	<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	+1	+1	Gerakan berulang dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>arm and wrist</i>	4	4	
B. Leher, Punggung dan Kaki (<i>neck, trunk, and leg score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
Leher	2		Membentuk sudut 10° dan melakukan <i>twisting</i>
Punggung	2		Sudut membentuk 10°
Kaki	1		Ditopang (<i>well supported</i>)
Nilai Tabel B	2		
Beban	+0		<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	+1		Gerakan statis dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>neck, trunk, and leg score</i>	3		

Tabel 11. *Grand Score* RULA Model P.5.

Body Side	Grand Score	Action level	Risk Level	Explanation
Right	3	2	Low	<i>Investigation and changes may be required</i>
Left	3	2	Low	<i>Investigation and changes may be required</i>

7. Hasil penelitian postur kerja pada proses *Cut-off* (P.6)

Proses *Cut-off* merupakan proses pemotongan pipa ke dalam ukuran yang diinginkan. Dalam melakukan proses ini, operator mempertahankan gerakan dengan model P.6. seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses *Cut-off* Model P.6.

Rincian nilai dan penilaian RULA dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rincian Nilai RULA Model P.6.

A. Lengan dan Pergelangan Tangan (<i>arm and wrist score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
	Kiri	Kanan	
Lengan atas	1	2	Sudut kiri dan kanan 10° dan 30° dan <i>arm supported</i>
Lengan bawah	1	1	Sudut kiri dan kanan 45° dan 54°
Pergelangan tangan	3	3	Sudut kiri dan kanan 17° dan 20°
Putaran pergelangan tangan	1	1	<i>Twisted in mid-range</i>
Nilai Tabel A	2	3	
Beban	+0	+0	<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	+1	+1	Gerakan berulang dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>arm and wrist</i>	3	4	
B. Leher, Punggung dan Kaki (<i>neck, trunk, and leg score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
Leher	1		Membentuk sudut < 10°
Punggung	1		Sudut membentuk -0°
Kaki	1		Ditopang (<i>well supported</i>)
Nilai Tabel B	1		
Beban	+0		<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	+1		Gerakan statis dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>neck, trunk, and leg score</i>	2		

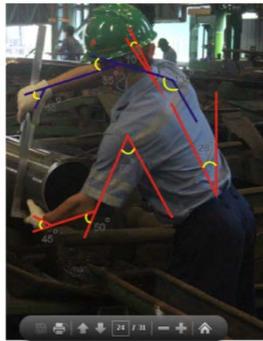
Grand Score RULA model P.6. dapat dilihat seperti pada Tabel 13. Dari hasil penilaian grand score model P.7, diperoleh level risiko aktivitas ini pada skala medium yang membutuhkan investigasi lebih lanjut dan perubahan metode gerakan.

Tabel 13. *Grand Score* RULA Model P.7.

Body Side	Grand Score	Action level	Risk Level	Explanation
Right	3	2	Low	<i>Investigation and changes may be required</i>
Left	3	2	Low	<i>Investigation and changes may be required</i>

8. Hasil penelitian postur kerja pada proses *Dimensional and Visual Inspection* (P.7)

Proses *Dimensional and Visual Inspection* merupakan proses yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran informasi secara umum mengenai kondisi dari suatu permukaan pipa atau bagian pipa yang diperiksa. Inspeksi ini termasuk dalam pengujian yang paling dasar dengan menggunakan pengamatan langsung. Dalam melakukan proses ini, operator mempertahankan gerakan dengan model P.7. seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses *Dimensional and Visual Inspection* Model P.7.

Rincian nilai dan penilaian RULA dapat dilihat pada Tabel 14.

Grand Score RULA model P.6. dapat dilihat seperti pada Tabel 15. Dari hasil penilaian *grand score* model P.5, diperoleh level risiko aktivitas ini pada skala rendah.

Tabel 14. Rincian Nilai RULA Model P.7

A. Lengan dan Pergelangan Tangan (<i>arm and wrist score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai		Keterangan
	Kiri	Kanan	
Lengan atas	3	4	Sudut kiri dan kanan 50° dan 138° serta lengan kanan mengalami abduksi
Lengan bawah	2	2	Sudut kiri dan kanan 50° dan 35°
Pergelangan tangan	3	3	Sudut kiri dan kanan 45° dan 45°
Putaran pergelangan tangan	1	1	<i>Twisted in mid-range</i>
Nilai Tabel A	4	4	
Beban	+0	+0	<i>Force < 2 Kg</i>
Penggunaan Otot	+1	+1	Gerakan berulang dan <i>repetitive</i>
Nilai akhir <i>arm and wrist</i>	5	5	
B. Leher, Punggung dan Kaki (<i>neck, trunk, and leg score</i>)			
Bagian Tubuh	Nilai	Keterangan	
Leher	1	Membentuk sudut 10°	
Punggung	3	Sudut membentuk 28°	
Kaki	1	Ditopang (<i>well supported</i>)	
Nilai Tabel B	3		
Beban	+0	<i>Force < 2 Kg</i>	
Penggunaan Otot	+1	Gerakan statis dan <i>repetitive</i>	
Nilai akhir <i>neck, trunk, and leg score</i>	4		

Tabel 15. *Grand Score* RULA Model P.6.

Body Side	Grand Score	Action level	Risk Level	Explanation
Right	5	3	Medium	<i>Investigation and changes required</i>
Left	5	3	Medium	<i>Investigation and changes required</i>

Berdasarkan *Grand Score* RULA ketujuh model, diperoleh rekapitulasi hasil penilaian berdasarkan tingkat risiko seperti yang dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Rekapitulasi Hasil Penilaian Berdasarkan Tingkat Risiko

Action level	Risk level	Model	Total	Percentage
1	Minimum	-	0	0%
2	Low	P.1, P.3, P.4, P.5, P.6	5	71.43%
3	Medium	P.2, P.7	2	28.57%
4	High	-	0	0%

Aktivitas Model P2 (*End Shearing*) dan Model P.7. (*Dimensional and Visual Inspection*) memiliki tingkat risiko medium dikarenakan model tersebut gerakan yang dilakukan sedikit membungkuk (> 20°), leher yang agak menunduk, pergelangan tangan yang menekuk dan gerakan lengan atas yang membentuk >45° secara berulang untuk jangka waktu tertentu. Jika dibiarkan terus-menerus, maka besar kemungkinan operator yang melakukan model tersebut akan mengalami gangguan *Musculoskeletal* seperti *Bursitis* dan nyeri punggung (*low back pain*).

Model P.1. (*uncoiling and leveling process*), P.3. (*jointing process*), P.5. (*Ultrasonic On-Line*), dan P.6. (*Cut-off*) memiliki level risiko yang rendah dikarenakan gerakan yang dilakukan kelima model tersebut memiliki postur punggung yang tegak (≤ 20°). Postur yang tegak tersebut disebabkan karena sebagian besar alat yang dikerjakan pada proses pembuatan pipa mengharuskan operator untuk melakukan aktivitasnya sambil berdiri.

Berdasarkan rekomendasi dari *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* bahwa ada beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko ergonomik, yaitu:

1. Rekayasa Teknik, yang meliputi:
 - a. Eliminasi, dengan menghilangkan sumber bahaya yang ada
 - b. Substitusi, dengan mengganti alat lama dengan alat baru yang aman,

menyempurnakan proses produksi, dan menyempurnakan prosedur penggunaan alat.

- c. Partisi, dengan melakukan pemisahan antara sumber bahaya dengan pekerja
 - d. Ventilasi, dengan menambah ventilasi untuk mengurangi risiko sakit
2. Rekayasa Manajemen, berupa pendidikan dan pelatihan, pengaturan waktu kerja, istirahat yang seimbang, dan pengawasan yang intensif.

Usulan prioritas perbaikan psotur kerja diberikan kepada aktivitas yang memiliki tingkat risiko medium dengan perhitungan kemungkinan perbaikan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 17.dan Tabel 18.

Pada Model P.7., dapat dilihat bahwa dengan mengubah postur punggung pada rentang 0^o-20^o, tingkat risiko turun menjadi rendah (*low*). Oleh karena itu, diusulkan untuk model P.7, dilakukan perubahan posisi punggung pada rentang 0^o-20^o dan posisi lengan atas pada rentang sudut 20^o-45^o

Tabel 17. Perhitungan Kemungkinan Perbaikan Postur Model P.7.

No.	Posisi Punggung	Posisi Lengan Atas	Posisi Pergelangan Tangan	Grand Score	Risk level
1			0 ^o	3	Low
2		Membentuk Sudut 0 ^o - 20 ^o	-15 ^o - 15 ^o	3	Low
3			<-15 ^o atau >15 ^o	3	Low
4			0 ^o	3	Low
5	Membentuk Sudut 0 ^o - 20 ^o	Membentuk Sudut 20 ^o - 45 ^o	-15 ^o - 15 ^o	3	Low
6			<-15 ^o atau >15 ^o	3	Low
7			0 ^o	3	Low
8		Membentuk Sudut 45 ^o - 90 ^o	-15 ^o - 15 ^o	4	Low
9			<-15 ^o atau >15 ^o	4	Low
10			0 ^o	4	Low
11		Membentuk Sudut 0 ^o - 20 ^o	-15 ^o - 15 ^o	4	Low
12			<-15 ^o atau >15 ^o	4	Low
13			0 ^o	4	Low
14	Membentuk Sudut 20 ^o - 60 ^o	Membentuk Sudut 20 ^o - 45 ^o	-15 ^o - 15 ^o	4	Low
15			<-15 ^o atau >15 ^o	4	Low
16			0 ^o	4	Low
17		Membentuk Sudut 45 ^o - 90 ^o	-15 ^o - 15 ^o	5	Medium
18			<-15 ^o atau >15 ^o	5	Medium

Tabel 18. Perhitungan Kemungkinan Perbaikan Postur Model P.2.

No.	Posisi Punggung	Posisi Leher	Posisi Lengan Atas	Posisi Pergelangan Tangan	Grand Score	Risk level
1				0 ^o	3	Low
2			Membentuk Sudut 0 ^o - 20 ^o	-15 ^o - 15 ^o	3	Low
3				<-15 ^o atau >15 ^o	3	Low
4				0 ^o	3	Low
5			Membentuk Sudut 0 ^o - 10 ^o	-15 ^o - 15 ^o	3	Low
6			Membentuk Sudut 20 ^o - 45 ^o	<-15 ^o atau >15 ^o	3	Low
7				0 ^o	3	Low
8			Membentuk Sudut 45 ^o - 90 ^o	-15 ^o - 15 ^o	4	Low
9	Membentuk Sudut 0 ^o - 20 ^o			<-15 ^o atau >15 ^o	4	Low
10				0 ^o	3	Low
11			Membentuk Sudut 0 ^o - 20 ^o	-15 ^o - 15 ^o	3	Low
12				<-15 ^o atau >15 ^o	3	Low
13			Membentuk Sudut 10 ^o - 20 ^o	0 ^o	3	Low
14			Membentuk Sudut 20 ^o - 45 ^o	-15 ^o - 15 ^o	3	Low
15				<-15 ^o atau >15 ^o	3	Low
16				0 ^o	3	Low
17			Membentuk Sudut 45 ^o - 90 ^o	-15 ^o - 15 ^o	4	Low
18				<-15 ^o atau >15 ^o	4	Low
19				0 ^o	4	Low
20			Membentuk Sudut 0 ^o - 20 ^o	-15 ^o - 15 ^o	4	Low
21				<-15 ^o atau >15 ^o	4	Low
22				0 ^o	4	Low
23			Membentuk Sudut - 20 ^o	-15 ^o - 15 ^o	4	Low
24			Membentuk Sudut 20 ^o - 45 ^o	<-15 ^o atau >15 ^o	4	Low
25				0 ^o	4	Low
26			Membentuk Sudut 45 ^o - 90 ^o	-15 ^o - 15 ^o	5	Medium
27				<-15 ^o atau >15 ^o	5	Medium

Pada Model P.2., dapat dilihat bahwa dengan mengubah postur punggung pada rentang 0^o-20^o, tingkat risiko turun menjadi rendah (*low*). Oleh karena itu, diusulkan untuk model P.2, dilakukan perubahan posisi punggung pada rentang 0^o-20^o, posisi leher pada rentang 10^o-20^o, dan posisi lengan atas pada rentang sudut 20^o-45^o

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil rangkaian penelitian yang dilakukan, dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Nilai akhir RULA untuk setiap kegiatan yang bersifat statis dan berulang berdasarkan nilai tertinggi meliputi kegiatan *End Shearing* (bernilai 6), *Cut off* (bernilai 6), *Dimensional and Visual Inspection* (bernilai 5), *Bead Removing* (bernilai 4), *Jointing* (bernilai 3), *Uncoiling and levelling* (bernilai 3), dan *Ultrasonic on-line* (bernilai 3)
2. Kegiatan yang menjadi prioritas perbaikan adalah kegiatan yang memiliki tingkat risiko medium. Pada penelitian ini, diperoleh dua (2) kegiatan yang menjadi prioritas perbaikan, yakni kegiatan

- Dimensional and Visual Inspection* dan *End Shearing*.
3. Usulan perbaikan diberikan untuk memberikan ruang bagi para pekerja untuk bergerak dan menurunkan tingkat risiko gangguan *musculoskeletal* seperti *low back pain*. Usulan perbaikan untuk kegiatan *Dimensional and Visual Inspection* adalah perubahan posisi punggung menjadi rentang 0° - 20° dan posisi lengan atas menjadi rentang 10° - 20° . Perbaikan pada kegiatan *End Shearing* adalah perbaikan posisi punggung menjadi rentang 0° - 20° , posisi leher menjadi rentang 10° - 20° , dan posisi lengan atas menjadi rentang 20° - 45° . Namun, perbaikan ini harus mempertimbangkan waktu yang diperlukan operator dalam menyesuaikan prosedur baru karena perubahan metode dan cara kerja akan memerlukan waktu pembelajaran yang cukup sehingga kebiasaan yang dikatakan nyaman dapat diubah mengarah pada ergonomi yang sebenarnya, bukan nyaman karena kebiasaan
- DAFTAR PUSTAKA**
- Bridger, R.S. (2003). *Introduction to Ergonomics, International Edition*, Singapore: McGraw-Hill Book Cop.
- Bridger, R.S. (2009). *Introduction to Ergonomics, 3rd edition*, USA : CRC Press
- Karwowski, W. (2006). *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factor, Second Edition*. USA: CRC Press
- Levy, B., & Wegman, D. (2000). *Occupational Health: Recognizing and Preventing Work Related Disease and Injury, Fourth Edition*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- McAtemney, L., & Corlett, E. (1993). RULA: a Survey Method for the Investigation of Work Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomic*, Vol. 24 No. 2 pp. 91-99.
- Nugraha, H. A., Astuti, M., & Rahman, A. (2013). Analisis Perbaikan Postur Kerja Operator Menggunakan Metode RULA untuk Mengurangi Resiko Musculoskeletal Disordersi. *Jurnal Teknik Industri Universitas Brawijaya*. 229-240.
- Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. (2005). *Handbook of Human Factor and Ergonomics Methods*, Boca Raton: CRC Press
- Susihono, W. (2009). Rancangan Ulang Mesin Pemotong Singkong Semi Otomatis dengan Memperhatikan Aspek-Aspek Ergonomis Kerja. *Proceeding Seminar Nasional Aplikasi Program K3 dan Ergonomi di Tempat Kerja* (pp. A12-1 s/d A12-10). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Tarwaka, Solichul, H., Bakrie, & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk Kesehatan Keselamatan dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press