

Penilaian Risiko Ergonomi Menggunakan SNI 9011:2021 dan Perancangan Ulang Stasiun Kerja Pada Pekerjaan Pemotongan Plat Baja Menggunakan Mesin CNC di Perusahaan Fabrikasi Baja

Mareta Pristiwanti¹, Haidar Natsir Amrullah¹ dan Fitroh Resmi^{1*}

^{1,2,3}Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: fitroh.resmi@ppns.ac.id

Abstrak

Abstrak—Keefektifan proses produksi dalam perusahaan dapat ditunjang dengan adanya penggunaan mesin canggih. Penggunaan mesin canggih yang tidak ditunjang dengan stasiun kerja ergonomis dapat membentuk postur kerja yang salah. Postur kerja yang salah dapat mengakibatkan timbulnya keluhan gangguan otot dan rangka (GOTRAK). Pekerjaan pemotongan plat baja menggunakan mesin CNC di perusahaan fabrikasi baja tidak ditunjang dengan stasiun kerja yang sesuai. Survei keluhan gotrak pada pekerja menunjukkan 62,5% pekerja memiliki keluhan gotrak dengan tingkat risiko sedang dan keluhan yang dirasakan di bagian lutut, betis, kaki, lengan dan tangan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian terhadap risiko ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021. SNI 9011:2021 merupakan pedoman yang berstandar nasional untuk melakukan evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja. Pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC termasuk pada kategori berbahaya berdasarkan SNI 9011:2021 dengan nilai risiko sebesar 10. Rekomendasi rancangan ulang stasiun kerja yang diberikan adalah rancangan ulang meja yang disesuaikan dengan antropometri masyarakat Indonesia dan *allowance* (kelonggaran). Rancangan ulang stasiun kerja dapat menurunkan nilai risiko menjadi 2 dan berdasarkan SNI 9011:2021 dikategorikan aman.

Kata Kunci: Antropometri, GOTRAK, Rancangan Ulang, SNI 9011:2021, Stasiun Kerja

Abstract

Abstract—A company's effectiveness production process could be supported by the use of sophisticated machinery. Using sophisticated machines that are not supported by an ergonomic work station can create an incorrect working posture. Incorrect work postures could result in complaints of muscle and skeletal disorders (GOTRAK). The cutting work of steel plates using CNC machines in a steel fabrication company wasn't supported by suitable workstations. The survey of gotrak complaints among workers showed that 62,5% of workers had gotrak complaints with a moderate level of risk and the complaints were felt in the knees, calves, feet, arms and hands. Based on complaints felt by worker. This research was conducted to assess ergonomic risks based on SNI 9011:2021. SNI 9011:2021 is a national standard guideline for evaluating potential ergonomic hazards in the workplace. Cutting work using CNC machines was included in the dangerous category based on SNI 9011:2021 with a risk value of 10. The recommendation for the workstation was a desk redesign adapted from the anthropometry of Indonesian society and allowances. Work station redesign can reduce the risk value to 2 and based on SNI 9011:2021 it is categorized as safe..

Keywords: Anthropometry, GOTRAK, Redesign, SNI 9011:2021, Work Station

1. PENDAHULUAN

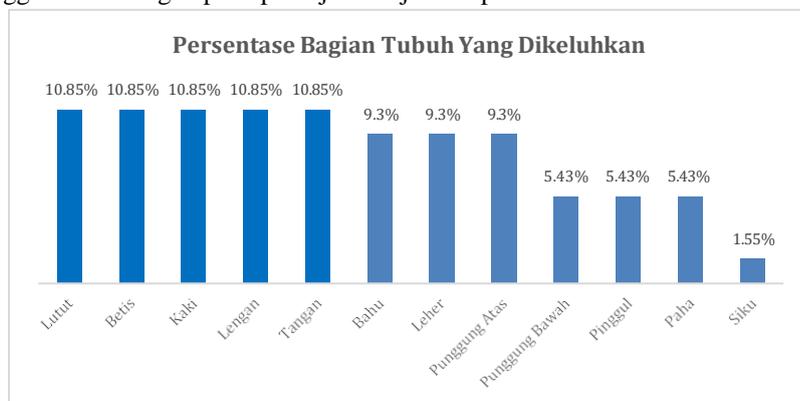
Penggunaan mesin canggih merupakan cara efektif perusahaan dalam menaikkan jumlah produksi pada era globalisasi (Putera dkk., 2023). Keterlibatan manusia masih sangat diperlukan pada era globalisasi karena dalam penggunaan mesin dan peralatan masih membutuhkan manusia dalam pengoperasiannya (Aprianto dkk., 2021). Aktivitas pekerjaan dengan menggunakan mesin dan peralatan dapat menimbulkan berbagai risiko. Risiko yang timbul dapat diakibatkan dari bahaya penggunaan mesin dan peralatan itu sendiri, desain dan lingkungan kerja (Susanto dkk., 2022). Faktor risiko mencakup beberapa aspek salah satunya adalah faktor risiko ergonomi yang

terkait dengan metode kerja, bahan kerja, peralatan kerja, deskripsi pekerjaan, stasiun kerja dan manusia (Aziza dan Erwand, 2024).

Pengoperasian mesin yang tidak ditunjang dengan stasiun kerja yang ergonomis dapat berdampak pada terbentuknya postur kerja yang tidak ergonomis. Postur kerja tidak ergonomis meliputi tubuh terlalu menekuk ke depan, posisi leher yang terlalu menunduk atau mendongak ke atas, melakukan gerakan sama dan repetitif (Pramestari, 2017). Pekerjaan dengan postur kerja yang tidak ergonomis berdampak pada pengerahan tenaga yang berlebihan (Lestari dan Hendra, 2022). Selain itu, penyakit akibat kerja seperti gangguan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) atau gangguan otot dan rangka merupakan dampak dari postur kerja yang tidak ergonomis (Dinanty dkk., 2023). Keluhan MSDs timbul ketika otot mendapatkan beban statis berulang kali (Faudy dan Sukanta, 2022).

Badan Penyelenggara Jaminan Sosial mencatat adanya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja sebanyak 666.899 kasus di Indonesia dalam kurun waktu 2019 hingga 2021 (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2022). Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) tahun 2021, gangguan MSDs menyerang sebanyak 1,71 miliar orang di seluruh dunia (Gleadhill dkk., 2021). Gangguan muskuloskeletal atau gangguan pada otot dan rangka merupakan risiko ergonomi yang ditandai dengan munculnya keluhan yang disebabkan adanya cedera atau gangguan pada otot, tendon, sendi, syaraf dan jaringan lunak lainnya. Keluhan yang timbul meliputi rasa tidak nyaman pada beberapa bagian tubuh, kesemutan hingga rasa terbakar dan nyeri otot (Putri dkk., 2024). Gangguan pada otot dan rangka dapat berkembang dan kronis seiring berjalannya waktu (Murtiwardhani dan Shoumi, 2020). Timbulnya gangguan otot dan rangka saat bekerja dapat menurunkan produktivitas kerja (Aulia dkk., 2019).

Salah satu pekerjaan yang tidak ditunjang dengan stasiun kerja ergonomis dan berisiko menyebabkan gangguan otot rangka adalah pekerjaan pemotongan plat baja menggunakan mesin CNC di perusahaan fabrikasi baja. Penggunaan mesin CNC memudahkan dalam pekerjaan pemotongan plat baja karena proses pemotongan dapat dilakukan secara otomatis sesuai dengan pola yang dimasukkan dalam program tanpa menggambar pola secara manual pada plat baja. Hasil pengamatan awal menunjukkan pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC dilakukan dengan postur kerja tidak ergonomis seperti leher menekuk ke depan, badan membungkuk dan berdiri diam dalam waktu yang lama. Selain itu pada pekerjaan pemotongan juga terdapat aktivitas pengangkatan manual untuk mengumpulkan hasil potongan. Untuk mengetahui lebih lanjut permasalahan ergonomi pada pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC maka dilakukan survei keluhan gangguan otot dan rangka. Hasil survei keluhan gangguan otot dan rangka pada pekerja ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Bagian Tubuh Yang Dikeluhkan
Sumber : Data Primer Penelitian, 2024

Berdasarkan Gambar 1 keluhan gotrak yang dirasakan pekerja dengan persentase tertinggi adalah lutut, betis, kaki, lengan dan tangan masing-masing sebesar 10,85% dengan tingkat risiko keluhan gotrak kategori sedang sebesar 62,5% dari total pekerja. Gangguan otot dan rangka yang dirasakan pekerja dapat menjadi penyebab utama terjadinya cedera (Li Li dan Xu Xu, 2019). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aziza dan Edward (2024) menunjukkan hasil penilaian risiko ergonomi menggunakan SNI 9011:2021 pada pekerja laboratorium berada pada kategori berbahaya dan berisiko terjadinya gangguan otot dan rangka sehingga perlu dilakukan perbaikan berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Putera dkk. (2023) untuk menganalisis tingkat risiko ergonomi pada pekerja unit accounting menunjukkan 3 dari 8 pekerja berada pada kategori berbahaya dan berisiko mengalami gangguan *musculoskeletal disorders* (MSDs).

Dari uraian di atas, perlu dilakukan penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan plat baja menggunakan SNI 9011:2021. SNI 9011:2021 merupakan pedoman di negara Indonesia dalam mengevaluasi bahaya ergonomi yang meliputi identifikasi potensi bahaya ergonomi, penilaian risiko ergonomi hingga pemberian pengendalian efektif dalam menurunkan risiko ergonomi yang berstandar nasional (BSN, 2021). Hasil

dari penilaian risiko ergonomi akan diberikan rekomendasi pengendalian melalui rancangan ulang stasiun kerja yang disimulasikan menggunakan software CATIA dengan memanfaatkan fitur pemodelan manusia yang tersedia.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode kuantitatif dengan menilai risiko ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 tentang pengukuran evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja. Objek penelitian adalah pekerjaan pemotongan plat baja menggunakan mesin CNC dan pengangkatan manual dengan postur kerja yang tidak sesuai sehingga perlu diberikan rekomendasi pengendalian berupa perancangan ulang stasiun kerja. Perancangan ulang stasiun kerja disesuaikan dengan antropometri masyarakat Indonesia dan disimulasikan untuk mengetahui adanya perubahan postur kerja dari rancangan ulang stasiun kerja yang telah dibuat. Berikut adalah tahapan dalam melakukan penilaian risiko ergonomi dan perancangan ulang stasiun kerja menggunakan SNI 9011:2021.

2.1 Survei Keluhan Gangguan Otot dan Rangka

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan survei keluhan gangguan otot dan rangka (gotrak). Survei keluhan gotrak dilakukan dengan pengisian kuisioner yang telah ditentukan dalam SNI 9011:2021. Kuisioner tersebut memuat beberapa pertanyaan yang dibutuhkan dan peta tubuh untuk memudahkan dalam memetakan keluhan bagian tubuh yang dirasakan. Peta tubuh terdiri dari 12 anggota tubuh dimana setiap anggota tubuh terdapat dua pertanyaan yaitu level keparahan dan frekuensi terjadinya keluhan yang dirasakan pekerja. Hasil survei gangguan otot rangka kemudian diakumulasikan untuk mengetahui tingkat risiko dari hasil survei keluhan gotrak menggunakan matriks risiko yang ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.

Frekuensi	Keparahan			
	Tidak ada masalah (1)	Tidak nyaman (2)	Sakit (3)	Sakit parah (4)
Tidak pernah (1)	1	2	3	4
Terkadang (2)	2	4	6	8
Sering (3)	3	6	9	12
Selalu (4)	4	8	12	16
Keterangan	1-4	Risiko rendah		
	6	Risiko sedang		

Gambar 2. Matriks Risiko Keluhan Gotrak
 Sumber : SNI 9011:2021

Gambar 2 menunjukkan klasifikasi tingkat keparahan keluhan gotrak mulai dari tidak ada masalah hingga sakit parah. Sedangkan klasifikasi tingkat frekuensi mulai dari tidak pernah hingga selalu merasakan keluhan. Dalam gambar tersebut juga ditunjukkan pengklasifikasian hasil nilai risiko dari survei gotrak yaitu 1-4 merupakan risiko rendah yang ditandai dengan warna hijau, 6 merupakan risiko sedang yang ditandai dengan warna kuning dan 8-16 merupakan risiko tinggi yang ditandai dengan warna merah. Untuk risiko tinggi keluhan yang dirasakan pekerja adalah selalu merasa tidak nyaman pada anggota tubuh seperti nyeri atau kesemutan saat melakukan pekerjaan.

2.2 Dokumentasi

Langkah selanjutnya setelah dilakukan survei gotrak adalah pengambilan dokumentasi dari pekerjaan yang akan dilakukan penilaian risiko ergonomi. Dokumentasi berupa gambar dan video yang nantinya akan memudahkan dalam menganalisis dan menilai risiko ergonomi. Pengambilan video bertujuan untuk mengetahui durasi total pekerjaan dalam satu siklus kerja dan durasi dari paparan potensi bahaya ergonomi yang dialami pekerja. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi digunakan sebagai dasar dalam penentuan nilai risiko ergonomi yang dihasilkan.

2.3 Penilaian Risiko Ergonomi

Setelah pengambilan dokumentasi kemudian dilakukan penilaian risiko ergonomi berdasarkan daftar periksa potensi bahaya ergonomi yang terdiri dari penilaian postur kerja tubuh bagian atas dan bawah serta penilaian penangkatan manual . Penentuan nilai risiko pada penilaian postur kerja berdasarkan persentase durasi paparan

potensi bahaya ergonomi yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu 0-25%, 25%-50% serta 50%-100%. Rumus yang digunakan dalam perhitungan persentase durasi paparan bahaya ditunjukkan pada persamaan berikut

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (jam)}}{\text{Durasi kerja dalam satu shift (jam)}} \times 100\%$$

Hasil penilaian risiko ergonomi didapatkan dengan menjumlahkan total penilaian postur kerja bagian atas dan bawah yang ditentukan dengan persentase durasi paparan potensi bahaya ergonomi, penilaian zona pengangkatan manual dan risiko pengangkatan manual. Berdasarkan SNI 9011:2021 hasil penilaian risiko ergonomi dikategorikan menjadi 3 yaitu kategori aman untuk nilai risiko ≤ 2 , kategori perlu pengamatan lebih lanjut yaitu 3-6 dan kategori berbahaya jika nilai risiko yang dihasilkan ≥ 7 .

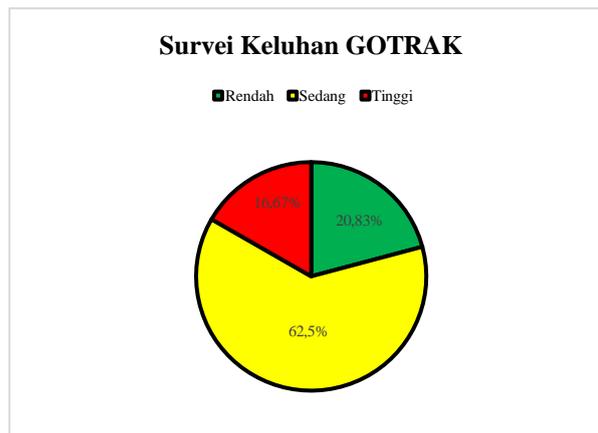
2.4 Perancangan Ulang Stasiun Kerja

Perancangan ulang stasiun kerja merupakan tahapan selanjutnya setelah diketahui hasil penilaian risiko ergonomi. Pada perancangan ulang stasiun kerja dibutuhkan data antropometri masyarakat Indonesia dan allowance (kelonggaran). Hasil perancangan ulang stasiun kerja disimulasikan melalui *software computer aided three dimentional interactive application (CATIA)*. Pada *software CATIA* terdapat fitur pemodelan manusia untuk membantu mensimulasikan hasil rancangan ulang stasiun kerja sehingga dapat membuktikan adanya perbaikan postur kerja setelah perancangan ulang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Survei Keluhan Gotrak

Survei keluhan gangguan otot dan rangka (gotrak) merupakan langkah awal dalam penilaian risiko ergonomi untuk mengetahui tingkat risiko keluhan yang dirasakan pekerja. Survei keluhan gotrak dilakukan pada dua pekerja yang melakukan pemotongan menggunakan mesin CNC. Hasil survei keluhan gotrak pada dua pekerja ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Survei Keluhan Gotrak
Sumber : Data Primer Penelitian, 2024

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui hasil survei keluhan gotrak pada 2 pekerja menunjukkan 62,5% memiliki tingkat risiko sedang, 16,67% memiliki tingkat risiko tinggi dan 20,83% memiliki tingkat risiko rendah. Persentase tertinggi bagian tubuh yang dikeluhkan pekerja adalah bagian lutut, betis, kaki, bahu, lengan dan tangan. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pekerja mengangkat hasil potongan secara manual dan mengumpulkannya dengan posisi di bawah sehingga memaksa tubuh untuk jangkok. Hasil penelitian Safira dkk (2022) menunjukkan adanya posisi jangkok berisiko pada peningkatan keluhan dan nyeri pada bagian sekitar kaki

3.2 Penilaian Risiko Ergonomi

Hasil pengamatan pada pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC menunjukkan adanya beberapa potensi bahaya ergonomi yang teridentifikasi. Potensi bahaya ergonomi yang teridentifikasi terdiri dari potensi bahaya berupa postur kerja yang salah dan risiko pengangkatan manual. Pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC dilakukan dengan durasi 3 menit 50 detik atau 0,06 jam untuk 1 kali pemotongan. Pekerjaan ini dilakukan berulang selama 8 jam dalam 1 shift kerja. Potensi bahaya ergonomi yang teridentifikasi dari pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Postur Kerja Aktivitas Pemotongan Menggunakan Mesin CNC

Sumber : Data Primer Penelitian, 2024

Berdasarkan Gambar 4 potensi bahaya ergonomi yang teridentifikasi mengenai postur kerja pada aktivitas pemotongan menggunakan mesin CNC adalah leher yang menekuk ke depan hingga membentuk sudut sebesar 27°, tubuh membungkuk ke depan sebesar 36,5° dan 50,1°, pijakan kaki yang tidak memadai serta posisi berdiri dan diam dalam waktu yang lama selama melakukan aktivitas pemotongan. Durasi paparan bahaya pada setiap potensi bahaya ergonomi yang teridentifikasi berbeda-beda karena dalam satu siklus kerja selama 0,06 jam pekerja mengalami semua paparan potensi bahaya tersebut sehingga untuk penilaian risiko ergonomi berdasarkan postur kerja pada masing-masing potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 ditunjukkan pada pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Penilaian Risiko Ergonomi Berdasarkan Postur Kerja Pada Aktivitas Pemotongan

Kategori Potensi Bahaya	Durasi Paparan Potensi Bahaya		Pilihan Skor			Skor
	Jam	%	0%-25%	25%-50%	50%-100%	
Leher menekuk ke depan >20°	0,049	81	0	1	(2)	2
Tubuh membungkuk ke depan dengan sudut antara 20° – 45°	0,046	76	0	1	(2)	2
Tubuh membungkuk ke depan >45°	0,0025	4	(1)	2	3	1
Bekerja berdiri dengan pijakan yang tidak memadai	0,06	100	0	1	(2)	2
Bekerja dengan berdiri diam dalam jangka waktu yang lama	0,06	100	0	0	(1)	1
Total Skor						8

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui untuk hasil penilaian risiko ergonomi berdasarkan postur kerja didapatkan total skor 8 dari penjumlahan seluruh postur janggal yang teridentifikasi. Selanjutnya dilakukan penilaian risiko ergonomi berdasarkan aktivitas pengangkatan manual. Pengangkatan manual pada pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC dilakukan saat memindahkan dan mengumpulkan hasil potong dari meja potong ke palet. Dari aktivitas pengangkatan dan pengumpulan hasil potong secara manual terdapat beberapa potensi bahaya ergonomi yang teridentifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Aktivitas Pengumpulan Hasil Potong

Sumber : Data Primer Penelitian, 2024

Gambar 5 menunjukkan posisi pengambilan hasil potong dilakukan dengan posisi jongkok dan pengumpulan hasil potong ke palet dilakukan pekerja dengan tubuh yang membungkuk. Beban yang diangkat pekerja sebesar 6,9 kg dari berat setiap 1 potongan sebesar 2,3 kg. Pekerja mengangkat 3 potongan dalam 1 kali pengangkatan. Dari adanya potensi bahaya ergonomi yang teridentifikasi selanjutnya dilakukan penilaian risiko ergonomi pada aktivitas pengangkatan manual yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Penilaian Risiko Ergonomi Berdasarkan Aktivitas Pengangkatan Manual

Kategori Potensi Bahaya Pengangkatan Manual	Skor
Penilaian zona pengangkatan manual	0
Mengangkat 1-5 kali per menit	1
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1
Total Skor	2

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui hasil penilaian risiko ergonomi pada aktivitas pengangkatan dan pengumpulan hasil potong menghasilkan skor sebesar 2. Selanjutnya untuk hasil akhir penilaian risiko ergonomi berdasarkan postur kerja dan pengangkatan manual ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Penilaian Risiko Ergonomi Pekerjaan Pemotongan Menggunakan Mesin CNC

Kategori Penilaian Risiko Ergonomi	Skor
Penilaian Postur Kerja	8
Penilaian Pengangkatan Manual	2
Total Skor	10

Berdasarkan Tabel 3 diketahui untuk hasil akhir penilaian risiko ergonomi pada pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC menghasilkan skor sebesar 10. Berdasarkan SNI 9011:2021 untuk skor ≥ 7 dikategorikan kondisi tempat kerja berbahaya sehingga untuk pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC dikategorikan berbahaya dan diperlukan perbaikan dengan perancangan ulang stasiun kerja.

3.3 Perancangan Ulang Stasiun Kerja

Perancangan ulang stasiun kerja didasarkan pada data antropometri masyarakat Indonesia dengan jenis kelamin laki-laki dan *allowance* (kelonggaran). Dimensi yang digunakan pada perancangan ulang stasiun kerja pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC ditunjukkan pada Tabel 4.

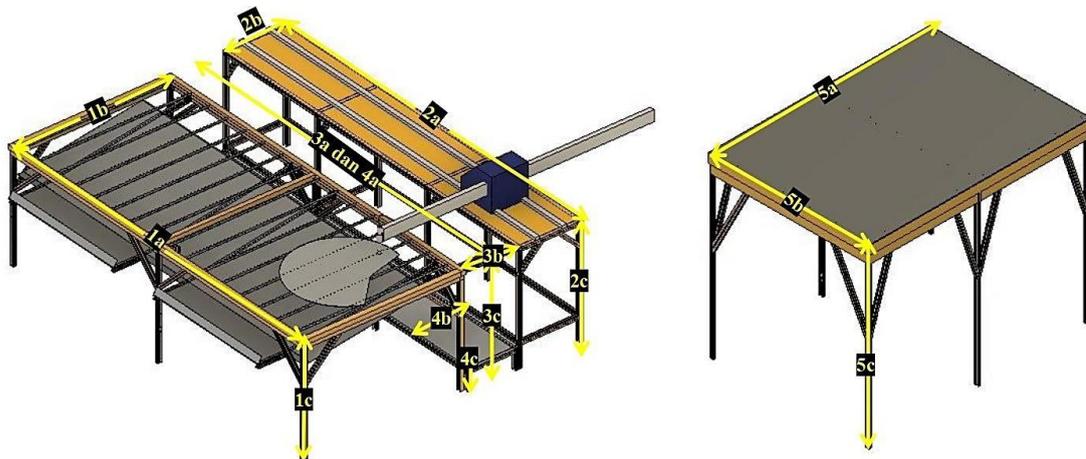
Tabel 4. Rancangan Ulang Stasiun Kerja

Meja Potong					
Keterangan	Antropometri	Persentil (%)	Dimensi (cm)	Allowance (cm)	Dimensi Akhir (cm)
Panjang meja (1a)	-	-	-	-	400,5
Lebar meja (1b)	-	-	-	-	160
Tinggi meja (1c)	Tinggi siku	50	100,04	Tinggi sol sepatu (+2,5) Tinggi loker (+30)	132,54
Meja Peletakan Mesin					
Keterangan	Antropometri	Persentil (%)	Dimensi (cm)	Allowance (cm)	Dimensi Akhir (cm)
Panjang meja (2a)	-	-	-	-	400,5
Lebar meja (2b)	-	-	-	-	67
Tinggi meja (2c)	Tinggi siku	50	100,04	Tinggi sol sepatu (+2,5) Tinggi loker (+30)	132,54
Sekat Ruang Operator (2)					
Keterangan	Antropometri	Persentil (%)	Dimensi (cm)	Allowance (cm)	Dimensi Akhir (cm)
Panjang ruang (3a)	-	-	-	-	400,5
Lebar ruang (3b)	Lebar sisi bahu	95	54,36	-	54,36
Tinggi ruang (3c)	Tinggi siku	50	100,04	Tinggi sol sepatu (+2,5) Tinggi loker (+30)	132,54
Matras Pijakan Kaki					
Keterangan	Antropometri	Persentil (%)	Dimensi (cm)	Allowance (cm)	Dimensi Akhir (cm)
Panjang matras (4a)	-	-	-	-	400,5
Lebar matras (4b)	Lebar sisi bahu	95	54,36	-	54,36
Tinggi matras (4c)	-	-	-	Tinggi loker (+30)	30
Meja Pengumpulan Hasil Potong					
Keterangan	Antropometri	Persentil (%)	Dimensi (cm)	Allowance (cm)	Dimensi Akhir (cm)
Panjang meja (5a)	-	-	-	-	128
Lebar meja (5b)	-	-	-	-	93
Tinggi meja (5c)	Tinggi siku	50	100,04	Tinggi sol sepatu (+2,5) Tinggi loker (+30)	132,54

Berdasarkan Tabel 4, untuk data antropometri yang digunakan dalam perancangan ulang stasiun kerja adalah tinggi siku dan lebar sisi bahu. Tinggi siku digunakan untuk menentukan tinggi meja dengan persentil 50%.

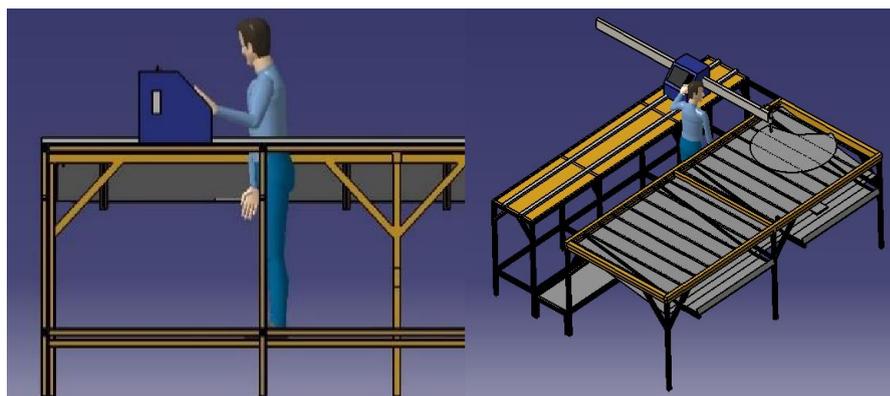
Pemilihan persentil tersebut agar pekerja dengan tubuh yang tinggi tidak membungkuk dan pekerja dengan tubuh yang pendek dapat bekerja dengan nyaman. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sutrisno dkk (2020) menunjukkan dengan adanya rancangan ulang meja kerja pada proses pengelasan dengan tinggi meja disesuaikan antropometri tinggi siku berdiri dapat mengurangi risiko ergonomi dan mengurangi persentase keluhan pada bagian lutut dan kaki.

Antropometri selanjutnya yang digunakan adalah lebar sisi bahu untuk menentukan lebar ruang sekat operator dengan persentil 95%. Pemilihan persentil tersebut agar pekerja dapat memiliki ruang gerak yang bebas. Untuk dimensi lainnya pada stasiun kerja yang tidak ditentukan berdasarkan data antropometri disesuaikan dengan dimensi stasiun kerja yang sudah ada sebelumnya. Hasil perancangan ulang stasiun kerja ditunjukkan pada Gambar 6 di bawah.



Gambar 6. Hasil Perancangan Ulang Stasiun Kerja
Sumber : Data Primer Penelitian, 2024

Gambar 6 merupakan hasil rancangan ulang stasiun kerja untuk aktivitas pemotongan dan pengangkatan manual. Hasil perancangan ulang tersebut kemudian disimulasikan melalui software CATIA. Simulasi bertujuan untuk mengetahui perubahan postur kerja setelah perbaikan sehingga perlu melakukan penilaian ulang risiko ergonomi untuk dapat dibandingkan nilai risiko ergonomi sebelum dan setelah perbaikan. Berikut merupakan simulasi penggunaan rancangan ulang stasiun kerja pada pekerjaan pemotongan menggunakan mesin CNC yang ditunjukkan pada Gambar 7.



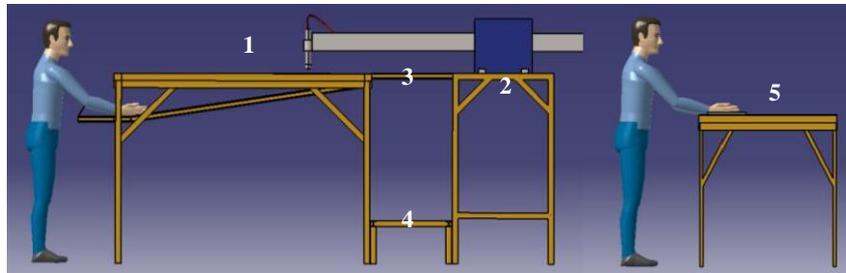
Gambar 7. Simulasi Hasil Perbaikan Stasiun Kerja Aktivitas Pemotongan
Sumber : Data Primer Penelitian, 2024

Berdasarkan Gambar 7 setelah dilakukan simulasi terdapat perubahan postur kerja dari sebelumnya yaitu tidak terdapat leher menekuk $> 20^\circ$ dan tubuh membungkuk lebih dari 45° . Hal itu dapat terjadi karena adanya perubahan posisi kerja. Posisi kerja sebelumnya pekerja berada di samping meja mesin sementara meja mesin dan meja potong berdekatan sehingga pekerja perlu membungkukkan badannya untuk melakukan pekerjaannya. Adanya sekat ruang operator yang berada di antara meja mesin dan meja potong untuk memposisikan pekerja agar dapat melakukan pemantauan proses potong dan pengoperasian mesin dengan lebih mudah.

Perubahan posisi matras pijakan dari stasiun kerja sebelumnya juga membuat kaki pekerja dapat memijak seluruhnya pada matras. Pemberian matras pijakan dengan tinggi disesuaikan tinggi loker agar posisi tangan tetap

pada posisi siku berdiri pada saat mengoperasikan mesin sehingga pekerja tetap nyaman dan tidak merasa ketinggian untuk mengoperasikan mesin karena dengan adanya penambahan tinggi loker pada meja membuat meja lebih tinggi dari posisi siku berdiri yang ergonomis. Selain dilakukan simulasi pada saat pemotongan juga dilakukan simulasi pada saat aktivitas pengangkutan dan pengumpulan hasil potong. Berikut adalah simulasi pada aktivitas pengangkutan dan pengumpulan hasil potongan dengan menggunakan rancangan ulang stasiun kerja.

Keterangan :



- 1. Meja Potong
- 2. Meja Peletakan Mesin
- 3. Sekat Ruang Operator
- 4. Matras Pijakan Kaki
- 5. Meja Pengumpulan Hasil Potong

Gambar 8. Simulasi Hasil Perbaikan Stasiun Kerja Aktivitas Pengumpulan Hasil Potong

Sumber : Data Primer Penelitian, 2024

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui postur kerja pengangkutan sudah tidak dilakukan dengan posisi jongkok namun dengan posisi berdiri dan pada saat pengumpulan hasil potong pekerja tidak perlu membungkukkan badannya untuk meletakkan hasil potong ke meja potong. Hal tersebut karena tinggi meja potong disesuaikan dengan tinggi siku berdiri. Selanjutnya adalah dilakukan penilaian ulang risiko ergonomi setelah adanya perancangan ulang stasiun kerja dan simulasi. Perbandingan hasil nilai risiko sebelum dan sesudah perbaikan ditunjukkan pada Tabel 5 di bawah.

Tabel 5. Perbandingan Nilai Risiko Sebelum Perbaikan dan Setelah Perbaikan

Kategori Potensi Bahaya	Sebelum Perbaikan			Setelah Perbaikan		
	Durasi Paparan (jam)	Persentase Paparan (%)	Skor	Durasi Paparan (jam)	Persentase Paparan (%)	Skor
Leher menekuk ke depan >20°	0,049	81	2	0	0	0
Tubuh membungkuk ke depan dengan sudut antara 20° – 45°	0,046	76	2	0	0	0
Tubuh membungkuk ke depan >45°	0,0025	4	1	0	0	0
Bekerja berdiri dengan pijakan yang tidak memadai	0,06	100	2	0	0	0
Bekerja dengan berdiri diam dalam jangka waktu yang lama	0,06	100	1	0,06	100	1
Mengangkat 1-5 kali per menit	-	-	1	-	-	1
Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	-	-	1	-	-	0
Total Nilai Risiko			10	Total Nilai Risiko		2

Dari Tabel 5 dapat diketahui dengan adanya rancangan ulang stasiun kerja pada pekerjaan pemotongan plat baja menggunakan mesin CNC dapat menurunkan nilai risiko ergonomi dari 10 menjadi 2. Berdasarkan SNI 9011:2021 untuk nilai risiko ergonomi ≤ 2 dikategorikan aman.

4. KESIMPULAN

Survei keluhan gangguan otot dan rangka pada pekerja menunjukkan tingkat risiko sedang sebesar 62,5% dengan persentase keluhan pada bagian lutut, betis, kaki, bahu, lengan dan tangan. Penilaian risiko ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 pada pekerjaan pemotongan plat baja menggunakan mesin CNC menunjukkan nilai risiko sebesar 10 yang dikategorikan berbahaya . Dari hasil penilaian risiko tersebut diberikan rekomendasi perbaikan untuk menurunkan nilai risiko. Rekomendasi yang diberikan berupa perancangan ulang stasiun kerja yang disesuaikan dengan data antropometri masyarakat Indonesia. Hasil perancangan ulang stasiun kerja yang telah disimulasikan dan dilakukan penilaian kembali risiko ergonomi menunjukkan dengan adanya perancangan ulang stasiun kerja dapat menurunkan nilai risiko ergonomi dari 10 menjadi 2. Nilai risiko yang dihasilkan setelah perancangan ulang stasiun kerja dikategorikan aman berdasarkan SNI 9011:2021.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, B., Hidayatulloh, A. F., Zuchri, F. N., Seviana, I. & Amalia, R., 2021. Faktor Risiko Penyebab Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 2(2). pp.16-25.
- Aulia, R., Ginanjar, R. & Fathimah, A., 2019. Analisis Risiko Ergonomi Terhadap Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Konveksi di Kelurahan Kebon Pedes Kota Bogor Tahun 2018. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 2(4), pp.301-305.
- Aziza & Erwand D., 2024. Analisis Penilaian dan Rekomendasi Desain Ergonomi Pada Pekerja Laboratorium Menggunakan SNI 9011-2021. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, 7(2). pp.433-441.
- Badan Standardisasi Nasional, 2021. *Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi di Tempat Kerja*.
- Dinanty, A. W. R., Najahan, F., Miranti, A. A., Natsir, H. & Radianto, D. O., 2023. Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi Pada Pekerja DKRTH di Area ITS Surabaya. *Journal of Student Research*, 1(3). pp.355-366.
- Faudy, M. K. & Sukanta, S., 2022. Analisis Ergonomi Menggunakan Metode REBA Terhadap Postur Pekerja Bagian Penyortiran di Perusahaan Bata Ringan. *Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, 3(1). pp.47-58.
- Gleadhill, C., Kamper, S. J., Lee, H. & Williams, C. M., 2021. Exploring Integrated Care For Musculoskeletal and Chronic Health Conditions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(6), pp.264-268.
- Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2022. *Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022*.
- Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja, Perhimpunan Ergonomi Indonesia, 2013. Antropometri Indonesia. Available at : <https://antropometriindonesia.org/> [Diakses 21 Juni 2024]
- Lestari, K. D. & Hendra, 2022. Postur Kerja dan Gangguan Otot Rangka Akibat Kerja Pada Juru Las. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 8(1). pp.1-10.
- Li, L. & Xu, X., 2019. A Deep Learning-Based RULA Method for Working Posture Assessment. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2019 Annual Meeting: 1090-1094*. USA: Department of Industrial & Systems Engineering North Carolina State University.
- Murtiwardhani, Y. E. H. & Shoumi, A. B., 2020. Pengaruh Lama Aktivitas Kerja Dokter Gigi di Puskesmas Kota Malang Terhadap Tingkat Risiko Terjadinya Musculoskeletal Disorders (MSDs). *E-Prodenta Journal of Dentistry*, 4(2). pp.353-359.
- Pramestari, D., 2017. Analisis Postur Tubuh Pekerja Menggunakan Metode Ovako Work Posture Analysis System (OWAS). *IKRAITH-Teknologi*, 1(2), pp.22-29.
- Putera, M., Penindra, D. B., Utami, C., Komaladewi, A. S., Suriadi, A. K. & Setiawati, L. S., 2023. Analisis Risiko Ergonomi Pada Accounting Unit CV. Pelangi Rex's Menggunakan SNI 9011:2021. *Jurnal Riset dan Aplikasi Teknik Industri*, 1(1). pp.1-8.
- Putri, R. A. N., Lanita, U., Kusmawan, D., Rini, W. N. E. & Aswin, B., 2024. Identification Of Potencial Ergonomic Hazards In The Upper Body Using SNI 9011:2021. *The International of Health Journal*, 2(1). pp.24-33.
- Safira, I. D., Ekawati, Kurniawan, B., 2022. Analisis Tingkat Risiko Ergonomi Terhadap Keluhan MSDs Pada Pengrajin Batik Cap di Industri Batik Domas. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 9(3). pp.209-304.
- Susanto, A., Komara, Y. I., Mauliku, N. E., Khaliwa, A. M., Abdillah, A. D., Syuhada, A. D. & Putro, E. K., 2022. Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi di Laboratorium Analisis & Assay Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 7(1). pp.36-52.
- Sutrisno, Suprpto, Budi, W., 2020. Perancangan Meja Kerja Sebagai Alat Bantu Proses Pengelasan Berdasarkan Prinsip Ergonomi (Studi Kasus : Bengkel Praktik Las dan Kerja Bangku SMK Veteran 1 Sukoharjo). *Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri*, 1(1). pp.33-42.