



PENGUKURAN DAN EVALUASI RISIKO ERGONOMI BERDASARKAN SNI 9011:2021 SERTA PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA PADA PROSES GRINDING PERUSAHAAN SUKU CADANG OTOMOTIF

Egyt Yusuf Hidayat¹, Lukman Handoko^{2*}, Haidar Natsir Amrullah³
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya^{1,2,3}
Penulis korespondensi: lukman.handoko@ppns.ac.id

ABSTRAK

Industri suku cadang otomotif merupakan salah satu sektor penting dalam manufaktur yang melibatkan banyak aktivitas fisik dan pekerjaan berulang. Salah satu proses yang berisiko tinggi terhadap gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) adalah pekerjaan menggerinda kampas rem (*grinding*) yang melibatkan postur kerja tidak ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengevaluasi potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 serta merancang ulang stasiun kerja agar sesuai dengan data antropometri pekerja Indonesia. Metode yang digunakan mencakup survei keluhan GOTRAK, observasi postur kerja, pengisian daftar periksa ergonomi SNI 9011:2021, serta simulasi kerja menggunakan perangkat lunak CATIA. Hasil survei menunjukkan bahwa 100% pekerja mengalami keluhan, dengan tingkat keparahan sedang sebesar 38% dan tinggi sebesar 25%, khususnya pada bagian bahu, leher, punggung, tangan dan kaki. Penilaian awal menunjukkan total skor potensi bahaya sebesar 18 yang termasuk dalam kategori berbahaya. Redesain dilakukan dengan perbaikan teknis berupa penggantian mekanisme troli menjadi *adjustable*, serta pengaturan ulang dimensi meja kerja berdasarkan persentil ke-50 data antropometri. Kemudian dilakukan simulasi dan penilaian ulang, dimana skor bahaya turun menjadi 6 yang menunjukkan efektivitas tindakan pengendalian.

KATA KUNCI

Ergonomi; Gangguan Otot Rangka Akibat Kerja; SNI 9011:2021; Stasiun Kerja; CATIA

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak keempat di dunia, dengan jumlah penduduk mencapai 281 juta jiwa pada tahun 2024 (BPS, 2024). Seiring meningkatnya jumlah penduduk, terjadi pula peningkatan jumlah tenaga kerja, termasuk dalam sektor industri manufaktur. Perusahaan manufaktur adalah jenis perusahaan yang mengolah bahan mentah menjadi produk jadi yang memiliki nilai dan diminati oleh konsumen (Larasati *et al*, 2022). Seiring dengan perkembangan, masih banyak pekerjaan yang mengandalkan tenaga manusia dan belum menerapkan prinsip ergonomi secara optimal, terutama pada aktivitas yang melibatkan postur statis dan gerakan berulang. Secara etimologis, ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti aturan, sehingga diartikan sebagai aturan yang berkaitan dengan aktivitas kerja (Hutabarat, 2017).

Menurut *International Ergonomics Association* (Jarod *et al*, 2022)), ergonomi atau faktor manusia adalah disiplin ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dan elemen sistem, serta menerapkan prinsip dan metode untuk merancang sistem kerja yang mendukung kesejahteraan manusia dan meningkatkan kinerja secara menyeluruh.

Tujuan utama ergonomi adalah menyesuaikan pekerjaan dengan karakteristik manusia, sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi kerja (Andrian and Renilaili, 2021). Penerapan ergonomi di stasiun kerja sangat krusial, mengingat desain yang tidak sesuai dapat menimbulkan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK), seperti keluhan pada punggung, bahu, dan tangan (Handayani and Hayati, 2022, Handoko, et al, 2024). Banyak industri yang masih menggunakan tenaga manusia pada proses produksinya, misalkan pada proses pemotongan bahan, pengepakan dan pengangkutan hasil produksi. Pekerjaan tersebut sangat dipengaruhi oleh beban dari benda yang diangkat, cara mengangkat, posisi, jarak tempuh, hingga frekuensi mengangkat (Ramadani and Sunaryo, 2022). Menurut U.S.

Department of Labor (dalam Schultz and Galante, 2005) penanganan material secara manual atau *Manual Material Handling* (MMH) didefinisikan sebagai kegiatan mengambil, memegang, menggenggam, memutar, atau bekerja dengan tangan. Sedangkan (Dick *et al.*, 2016) berpendapat bahwa penanganan material secara manual adalah aktivitas yang dilakukan oleh manusia sehari-hari.

Menurut (Ananda Putri *et al.*, 2024) Kegiatan yang monoton dan berlangsung cukup lama dapat menjadi penyebab keluhan sistem muskuloskeletal. Gangguan otot rangka atau *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan keluhan pada otot, sendi, ligamen, atau tendon akibat paparan beban statis secara berulang dan berkepanjangan, yang dapat berkembang dari nyeri ringan hingga berat (Rahmah and Herbawani, 2021). Menurut (Tarwaka and Bakri, 2016), gangguan otot rangka umumnya disebabkan oleh kontraksi otot yang berlebihan akibat beban kerja berat yang diberikan dalam durasi waktu yang lama. Secara global, kasus MSDs diperkirakan mencapai 494 juta pada tahun 2020, meningkat 123,4% dari 221 juta kasus pada tahun 1990 (Vos *et al.*, 2023). Di Indonesia, prevalensi gangguan ini pada penduduk usia ≥ 15 tahun mencapai 7,3% atau sekitar 713.783 kasus, dengan angka tertinggi ditemukan di Provinsi Aceh, Bengkulu, dan Bali (Kemenkes, 2018). Menurut (OSHA, 2012) risiko gangguan otot rangka akibat kerja dapat diminimalkan melalui penerapan solusi ergonomis, seperti modifikasi peralatan, perubahan metode kerja, hingga pengadaan alat baru yang lebih sesuai untuk mendukung proses produksi. Pendekatan ini dilakukan secara bertahap sebagai bagian dari upaya pengendalian risiko ergonomi.

Salah satu perusahaan manufaktur suku cadang otomotif di Jawa Timur, yang memproduksi *brake lining*, menunjukkan prevalensi keluhan muskuloskeletal yang tinggi khususnya di area *grinding*. Berdasarkan hasil survei awal menggunakan kuesioner GOTRAK yang disusun sesuai SNI 9011:2021 (BSN, 2021), ditemukan bahwa bagian tubuh yang paling sering mengalami keluhan adalah bahu (43%), punggung bawah (35%), punggung atas (26%), dan tangan (35%), dengan tingkat keparahan sedang hingga tinggi. Pekerjaan *grinding* dilakukan dalam posisi berdiri selama 7 jam per hari secara repetitif, dengan beban fisik yang cukup tinggi dan keterlibatan postur janggal seperti membungkuk, menunduk, dan menjangkau dalam waktu lama.

Permasalahan tersebut mencerminkan pentingnya evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja. Untuk itu, SNI 9011:2021 digunakan sebagai pedoman utama dalam penelitian ini karena telah disusun berdasarkan kesepakatan nasional dan merujuk pada Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018. Standar Nasional Indonesia (SNI) merupakan standar yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) dan berlaku di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (BSN, 2020). Standar tersebut menyediakan panduan teknis untuk mengidentifikasi bahaya ergonomi, menilai tingkat risiko, dan menyusun langkah pengendalian yang sesuai. Salah satu bentuk pengendalian yang dinilai efektif adalah perbaikan desain stasiun kerja berdasarkan antropometri tenaga kerja Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bahaya ergonomi pada pekerjaan *grinding* menggunakan metode SNI 9011:2021, serta memberikan usulan perbaikan berupa perancangan ulang stasiun kerja. Perancangan ulang dilakukan menggunakan *software* CATIA, yang mendukung pemodelan 3D dan simulasi postur kerja secara digital (Kriswanto *et al.*, 2020) dan disesuaikan dengan data antropometri laki-laki dan perempuan Indonesia. Selain perbaikan teknis melalui desain ulang, pengendalian administratif seperti penyuluhan postur kerja yang baik dan penerapan micro-break juga dilakukan untuk mengurangi kelelahan otot (Albulescu *et al.*, 2022). Penelitian-penelitian serupa juga dilakukan oleh (Susanto *et al.*, 2022, Dzihni Insani *et al.*, 2023, Kusumawardhani *et al.*, 2023, Nopiyanti and Susanto, 2024, Aziza and Dadan Erwandi, 2024, Deananda *et al.*, 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada pekerjaan menggerinda (*grinding*) area *finishing* sebuah perusahaan manufaktur suku cadang otomotif yang berlokasi di Jawa Timur, dimana produk yang dihasilkan berupa kampas rem atau *brake lining*. Populasi penelitian terdiri dari 8 orang pekerja *grinding* dengan 1 orang pekerja yang memiliki tingkat keparahan GOTRAK tertinggi yang mewakili analisis pekerjaan. Penelitian diawali dengan melakukan survei keluhan GOTRAK, dokumentasi aktivitas kerja, serta penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 9011:2021. Data primer yang digunakan berupa dokumentasi pengamatan postur tubuh pekerja (foto dan video), sudut

postur tubuh dan dimensi stasiun kerja, skor total potensi bahaya ergonomi, dan berat beban yang diangkat. Selain itu, terdapat data sekunder antara lain gambaran umum perusahaan dan data antropometri masyarakat Indonesia yang relevan untuk proses perancangan ulang stasiun kerja.

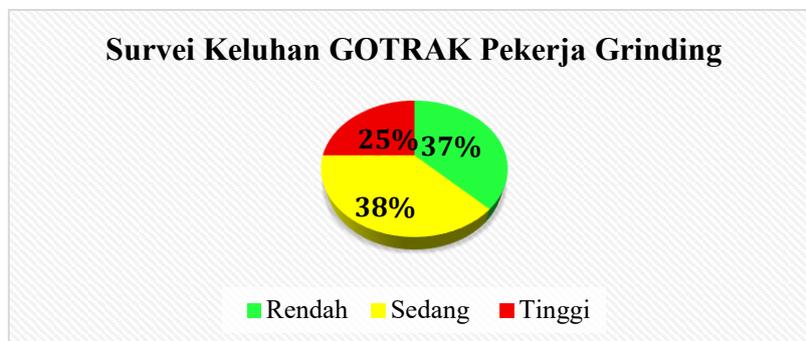
Hasil dari survei GOTRAK digunakan sebagai acuan awal untuk melanjutkan penelitian ke tahap berikutnya dengan melakukan observasi dan dokumentasi terhadap satu orang pekerja *grinding* dengan keluhan terparah. Data yang diperoleh digunakan dalam proses pengisian daftar periksa potensi bahaya ergonomi yang terdapat pada SNI 9011:2021 dengan empat tahapan utama, yaitu:

1. Menentukan potensi bahaya faktor ergonomi yang terdeteksi pada aktivitas kerja.
2. Menentukan persentase durasi paparan potensi bahaya berdasarkan waktu kerja
3. Melakukan penilaian terhadap aktivitas pengangkatan atau penanganan beban secara manual.
4. Menjumlahkan seluruh skor yang diperoleh dalam daftar periksa untuk menentukan tingkat risiko.

Setelah dilakukan identifikasi dan analisis terhadap potensi bahaya ergonomi, tahap selanjutnya adalah memberikan rekomendasi perbaikan berupa usulan perancangan ulang stasiun kerja pada kedua jenis pekerjaan tersebut. Simulasi perancangan ulang dilakukan menggunakan perangkat lunak yaitu CATIA dengan memanfaatkan fitur manekin dan CAD (*Computer-Aided Design*).

HASIL

Dilakukan penilaian tingkat risiko pada bagian tubuh pekerja *grinding* dengan prevalensi keluhan kategori rendah, sedang, dan tinggi menggunakan matriks tingkat risiko keluhan GOTRAK pada tabel 1 SNI 9011:2021. Berdasarkan hasil survei GOTRAK yang dilakukan pada pekerja *grinding*, diketahui 100% dari 8 pekerja pernah mengalami rasa sakit, nyeri atau ketidaknyamanan pada bagian tubuh, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat keluhan *musculoskeletal disorders* pada pekerjaan *grinding*. Hal tersebut disebabkan oleh postur tubuh dan desain stasiun kerja yang tidak ergonomis. Oleh karena itu, analisis lebih lanjut perlu dilakukan untuk mencegah masalah kesehatan serius di kemudian hari. Data hasil survei GOTRAK pekerja *grinding* ditampilkan pada diagram sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Hasil Survei Keluhan GOTRAK

Berdasarkan diagram diatas, diketahui sebanyak 38% (3 orang) mengalami prevalensi sedang, dan 25% (2 orang) mengalami tingkat prevalensi tinggi. Hasil penyebaran kuesioner survei GOTRAK menunjukkan sumber rasa sakit yang dialami pekerja mayoritas berada pada bagian bahu, leher, punggung, tangan dan kaki. Selanjutnya dilakukan penilaian menggunakan daftar periksa potensi bahaya ergonomi SNI 9011:2021 yang menghasilkan skor tingkat risiko bahaya ergonomi.

Pekerjaan *grinding* kampak rem dilakukan secara repetitif dengan posisi tubuh berdiri selama 7 jam per hari yang memiliki waktu siklus (siklus kerja) selama 13 menit 58 detik atau 0,23 jam (apapun yang dilakukan pekerja *grinding* selama 0,23 jam, ia akan lakukan berulang selama 7 jam). Beberapa potensi bahaya faktor ergonomi pada postur tubuh pekerja, yaitu pergelangan tangan yang menekuk ke samping, tubuh membungkuk ke depan dengan sudut $> 45^\circ$, gerakan lengan sedang dengan jeda teratur, temperatur lingkungan yang tinggi (32- 38° C), dan bekerja berdiri dalam waktu lama. Tahap penilaian dimulai dengan menentukan durasi paparan bahaya dalam siklus kerja yang diperoleh melalui Persamaan (1).

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Durasi paparan dari bahaya (jam)}}{\text{Durasi kerja dalam satu siklus (jam)}} \times 100\% \quad (1)$$

Postur janggal pertama berupa posisi tubuh pekerja yang membungkuk ke depan atau samping dan membentuk sudut sebesar $58,2^\circ$ selama proses *loading* kampas rem pada mesin *grinding*. Paparan potensi bahaya ergonomi selama pekerjaan tersebut berlangsung selama 230 detik atau 0,06 jam. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan persentase durasi paparan bahaya membungkuk sebesar 26%. Postur tubuh membungkuk ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Proyeksi Postur Tubuh Janggal Tubuh Membungkuk pada Proses *Grinding*

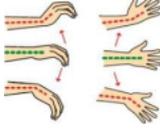
Postur janggal berikutnya berupa pergelangan tangan menekuk ke samping $> 20^\circ$ (radial – ulnar deviation), gerakan lengan yang berulang dengan jeda teratur, berdiri diam dalam waktu yang lama saat melakukan proses *grinding* dengan mesin. Paparan potensi bahaya berupa tangan menekuk selama pekerjaan berlangsung selama 578 detik atau 0,16 jam dan menghasilkan persentase durasi paparan sebesar 70%. Sedangkan paparan potensi bahaya berupa gerakan lengan sedang, bekerja di temperatur yang sangat tinggi dan berdiri diam dalam waktu yang lama berlangsung penuh selama satu siklus atau selama 13 menit 58 detik (0,23 jam) yang menghasilkan persentase sebesar 100%. Posisi tangan menekuk dan bekerja dalam kondisi berdiri lama ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Proyeksi Postur Tubuh Janggal Pergelangan Tangan Menekuk ke Samping pada Proses *Grinding*

Selanjutnya dilakukan penilaian potensi bahaya ergonomi berdasarkan postur tubuh pekerja (tubuh bagian atas, punggung dan tubuh bagian bawah) berupa skor faktor bahaya, dan penilaian skor pengangkatan beban manual yang mempertimbangkan estimasi berat benda yang diangkat, jarak atau zona pengangkatan, frekuensi pengangkatan, dan penilaian faktor – faktor lain yang memengaruhi. Penentuan skor postur tubuh dilakukan menggunakan daftar periksa potensi bahaya ergonomi SNI 9011:2021 yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Total Skor Faktor Bahaya Postur Tubuh Pada Proses *Grinding*

Kategori Potensi Bahaya	Potensi Bahaya	Paparannya	Persentase Waktu Paparan (Dari Total Jam Kerja)			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor	
			0%	25%	50%			
		Apakah potensi bahaya tersebut ada?	0%	25%	50%			
			-	-	-			
			25%	50%	100%			
DAFTAR PERIKSA POTENSI BAHAYA PADA TUBUH BAGIAN ATAS								
		4. Pergelangan tangan: menekuk ke depan atau ke samping	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak	1	2	3	-	3
Gerakan lengan		5. Gerakan lengan sedang: Gerakan stabil dengan jeda teratur	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak	0	1	2	-	2
		18. Tubuh membungkuk ke depan > 45°	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak	1	2	3	-	2
Lingkungan		16. Temperatur terlalu tinggi	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak	0	0	1	-	1
DAFTAR PERIKSA POTENSI BAHAYA PADA PUNGGUNG & TUBUH BAGIAN BAWAH								
		26. Bekerja dengan berdiri diam dalam jangka waktu lama	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak	0	0	1	-	1
Total skor faktor bahaya (postur tubuh)							9	

Berdasarkan Tabel 4.3, total skor bahaya postur tubuh pada pekerjaan *grinding* bernilai 9 yang sudah termasuk dalam kategori berbahaya apabila ≥ 7 . Angka tersebut diperoleh dari akumulasi skor: pergelangan tangan menekuk ke samping sebesar 3, gerakan lengan sedang bernilai 2, tubuh membungkuk $>45^\circ$ bernilai 2, bekerja di suhu tinggi bernilai 1, dan bekerja dengan berdiri lama bernilai 1.

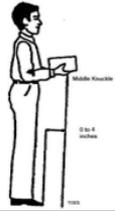
Selanjutnya dilakukan penentuan skor pengangkatan beban manual (*manual handling*) dalam pekerjaan *grinding* yang terbagi dalam 3 langkah, langkah pertama yaitu menentukan kategori pengangkatan berdasarkan posisi mengangkat benda (dari ujung kaki ke ujung tangan), langkah kedua yaitu mengestimasi berat benda yang diangkat (kg), dan langkah ketiga yaitu menentukan poin untuk faktor risiko lain sesuai daftar periksa SNI 9011:2021.



Gambar 4. Manual Handling Pekerjaan Grinding

Gambar 4. memperlihatkan aktivitas pengangkatan manual oleh pekerja *grinding* dengan jarak dekat (0–4 inci dari kaki ke tangan). Proses ini berlangsung selama 260 detik dengan beban satu buah kampas rem seberat 0,5–1 kg. Dalam satu kereta terdapat 250–270 kampas rem, dan pengangkatan dilakukan berulang (>15 kali per *shift*), dengan sekali angkat membawa 3–4 kampas. Skor pengangkatan manual ditampilkan pada Tabel 2. sebagai berikut.

Tabel 2. Penentuan Skor Pengangkatan Beban Manual Proses Grinding

Langkah ke-1 : Menentukan kategori Pengangkatan	Langkah ke-2 : Menentukan kategori zona pengangkatan benda	Skor
Pengangkatan dengan jarak dekat (dari ujung kaki ke ujung tangan)	Zona Aman Berat benda < 7kg (0 poin)	0
	Keterangan : pengangkatan dilakukan > 15 kali setiap shift (6 poin)	6
	Total skor langkah ke-2	6 poin

Berdasarkan Tabel 2. aktivitas pengangkatan pada proses grinding termasuk zona aman karena beban < 7 kg sehingga bernilai 0 poin. Namun, karena dilakukan >15 kali per shift, ditambahkan 6 poin. Maka total skor pengangkatan manual pada langkah 2 sesuai SNI 9011:2021 adalah 6 poin. Setelah diperoleh skor pada langkah 2, penilaian dilanjutkan ke langkah 3 untuk menentukan skor faktor lain, lalu dilakukan rekapitulasi potensi bahaya ergonomi pada proses grinding menggunakan daftar periksa yang ditampilkan pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Penentuan Skor untuk Faktor Risiko Lain dan Skor Total

Langkah ke-3 : Penentuan Faktor Risiko lain	Pengangkatan sesekali (< 1 jam/shift)	Pengangkatan sering (> 1 jam/shift)	Skor
35. Mengangkat dengan satu tangan	1	2	1
40. Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
Total skor langkah ke-3			3
Total skor faktor bahaya (postur tubuh)			9
Total skor pengangkatan beban manual (skor langkah 2 + langkah 3)			9
Total skor daftar periksa ergonomi (postur tubuh + pengangkatan beban manual)			8

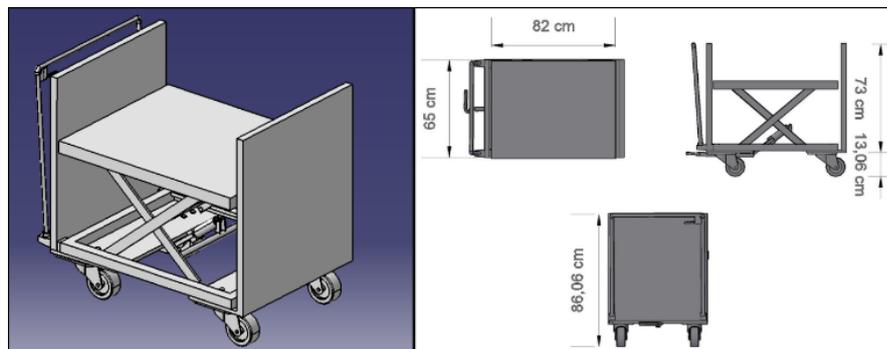
Berdasarkan Tabel 3. diketahui total skor pada daftar periksa risiko ergonomi (postur tubuh + pengangkatan beban manual) pekerjaan *grinding* adalah sebesar 18 yang termasuk dalam kategori berbahaya (≥ 7).

PEMBAHASAN

Untuk meningkatkan kenyamanan dan mengurangi keluhan GOTRAK, redesain stasiun dan fasilitas kerja merupakan bentuk pengendalian melalui rekayasa teknik yang perlu diterapkan. Redesain ini didasarkan pada analisis risiko ergonomi, termasuk postur kerja dan keluhan pekerja *grinding*. Penyesuaian dilakukan dengan menggunakan data antropometri pekerja Indonesia (laki-laki dan perempuan) sesuai usia pekerja, agar desain lebih ergonomis. Rekomendasi hasil redesain akan disimulasikan menggunakan fitur manekin *software* CATIA dalam mengevaluasi risiko postur kerja setelah pengendalian diterapkan.

Pekerjaan *grinding* menggunakan troli untuk memuat dan memindahkan kampas rem dari troli ke meja sebelum proses menggerinda dilakukan. Aktivitas ini sering dilakukan dengan postur janggal seperti membungkuk atau menekuk ke samping, yang termasuk potensi bahaya menurut SNI 9011:2021. Oleh karena itu, diberikan rekomendasi redesain fasilitas kerja berupa pengaturan ulang troli. Redesain dilakukan dengan mengganti sistem troli *fixed* menjadi troli *adjustable* berbasis sistem hidrolik silinder, sehingga ketinggiannya dapat disesuaikan dengan berbagai postur tubuh pekerja.

Perancangan troli kerja *adjustable* pekerjaan *grinding* memiliki dimensi: panjang 98,5 cm, lebar 65 cm, tinggi minimum 31 cm, dan tinggi maksimum 91 cm, disesuaikan dengan spesifikasi silinder hidrolik. Ukuran platform troli yaitu panjang 78 cm dan lebar 65 cm. Troli dilengkapi handle setinggi 86,06 cm, ditentukan berdasarkan tinggi siku berdiri (D4) persentil 50% menurut (Permenaker, 2018), agar sesuai bagi pekerja dengan berbagai postur tubuh. Panjang handle disesuaikan dengan lebar troli, yaitu 60 cm.



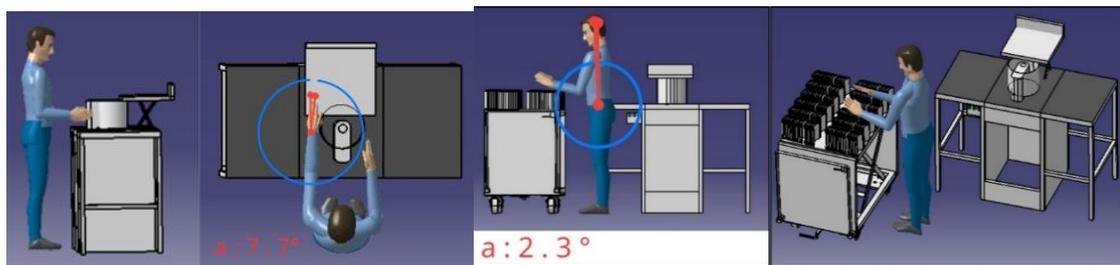
Gambar 5. *Manual Handling* Pekerjaan *Grinding*

Berdasarkan Gambar 5. troli barang *adjustable* menggunakan sistem *single scissor* dengan beberapa komponen utama, yaitu silinder hidrolik sebagai penggerak naik-turun dengan ketinggian minimum 31 cm dan maksimum 91 cm, kapasitas angkat hingga 250 kg, *drop handle* sebagai tuas penurun *platform*, serta *foot pedal* sebagai tuas pengangkat *platform*.

Pekerjaan *grinding* dilakukan sambil berdiri dalam waktu lama dengan gerakan tangan menekuk (*radial-ulnar deviation*), yang tergolong potensi bahaya menurut SNI 9011:2021. Berdasarkan Permenaker No. 5 Tahun 2018, posisi berdiri mendukung kesiagaan fisik dan mental sehingga aktivitas kerja yang dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti, namun lebih melelahkan daripada posisi duduk dengan kebutuhan energi 10–15% lebih tinggi. Untuk mengurangi kelelahan dan keluhan subjektif, pekerjaan sebaiknya didesain agar tidak memaksa gerakan menjangkau atau membungkuk berlebihan. Oleh karena itu, direkomendasikan redesain stasiun kerja melalui penyesuaian tinggi meja *grinding* dan penambahan *platform* sebagai tempat *loading* kampas rem guna mengurangi penekukan pergelangan tangan. Ketinggian meja disesuaikan dengan data antropometri rata-rata (persentil 50%) orang Indonesia agar ergonomis dan sesuai untuk berbagai karakteristik tubuh.

Perancangan meja kerja untuk proses *grinding* memiliki dimensi panjang 105 cm, lebar 66,52 cm, dan tinggi 88,56 cm. Desain dilengkapi dengan tatakan berukuran panjang 39,01 cm, lebar 40 cm, dan tinggi dari lantai 98,56 cm. Panjang dan lebar meja tetap menggunakan dimensi *existing* karena tidak memengaruhi postur kerja. Tinggi meja dan tatakan ditentukan berdasarkan antropometri tinggi siku berdiri (D4), sementara panjang tatakan mengacu pada lebar bahu (D17), dan lebar tatakan disesuaikan dengan ukuran kampas rem.

Seluruh rancangan menggunakan data antropometri persentil ke-50 sesuai Permenaker No. 5 Tahun 2018, dimana penentuan persentil tersebut bertujuan agar pekerja dengan postur tinggi tidak terlalu membungkuk dan pekerja dengan postur tubuh pendek dapat menjangkau meja dan merasa nyaman. Desain juga mempertimbangkan kelonggaran atau *allowance* setinggi 2,5 cm untuk tinggi sepatu pekerja dan pengurangan tinggi meja sebesar 10 cm, karena pekerjaan *grinding* membutuhkan tekanan tangan, sehingga tinggi meja sebaiknya 10–20 cm lebih rendah dari siku. Hasil redesain ditampilkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 5. Hasil Simulasi Redesain Meja Pekerjaan *Grinding*

Gambar 5. menunjukkan hasil perancangan dan simulasi meja kerja baru menggunakan fitur manekin CATIA untuk proses *grinding*, dengan penambahan tatakan sebagai tempat peletakan material. Tatakan berukuran lebar 40 cm dan panjang 39,01 cm, disesuaikan dengan dimensi lebar sisi bahu berdasarkan data antropometri, sehingga pergelangan tangan tidak perlu menekuk ke samping saat bekerja. Penambahan troli *adjustable* berpengaruh pada perubahan postur punggung yang tidak perlu melakukan penekukan ke samping atau membungkuk untuk mengambil material. Pengendalian administratif berupa cara kerja dari yang sering mengangkat menggunakan satu tangan berubah menjadi dua tangan, melakukan pengangkatan kampas rem dalam jumlah banyak namun tetap dalam zona “Hati-Hati” sesuai SNI 9011:2021 dimana beban berkisar antara 7 – 23 kg sekali pengangkatan yang bertujuan untuk mengurangi pengangkatan berulang. Temperatur yang terlalu tinggi dapat diturunkan dengan penambahan *exhaust fan* dan *roof ventilator*.

Tabel 4. Perbandingan Skor Total Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Uraian	Hasil Penilaian Potensi Bahaya			Total	Tingkat Risiko
	Tubuh Bagian Atas	Tubuh Bagian Punggung dan Bawah	Pengangkatan Beban Manual		
Sebelum perbaikan	8	1	12	18	Berbahaya
Sesudah perbaikan	2	1	3	6	Perlu pengamatan lebih lanjut

Tabel 4. Menunjukkan perbandingan hasil simulasi dan penilaian ulang menggunakan daftar periksa SNI 9011:2021 sebelum dan sesudah penerapan rekayasa teknik dan administratif, total skor potensi bahaya ergonomi menurun dari 18 menjadi 6, yang berkurang sebanyak 12 poin. Penurunan ini menunjukkan bahwa rekomendasi yang diberikan efektif dalam mengurangi tingkat risiko keluhan GOTRAK pada pekerja *grinding*. Namun masih perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut untuk memastikan pekerjaan dapat dilakukan dalam kondisi yang lebih aman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa identifikasi dan evaluasi potensi bahaya ergonomi berdasarkan SNI 9011:2021 dapat menjadi dasar dalam merancang ulang stasiun kerja yang lebih ergonomis. Hipotesis bahwa perbaikan desain berbasis data antropometri dapat mengurangi risiko keluhan GOTRAK terbukti melalui penurunan skor dari 18 menjadi 6 poin setelah dilakukan perbaikan teknis dan administratif. Redesain troli menjadi *adjustable* dan pengaturan ulang tinggi meja kerja terbukti mengurangi postur janggal seperti membungkuk dan menekuk pergelangan tangan. Sebagai saran, diharapkan pihak perusahaan melakukan *monitoring* lebih lanjut dan secara berkala terhadap keluhan pekerja untuk memastikan pekerjaan dapat dilakukan dalam kondisi aman. Selain itu, pelatihan postur kerja yang benar juga perlu diberikan untuk menunjang efektivitas dari pengendalian yang telah dilakukan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) atas dukungan fasilitas dan bimbingan akademik selama proses penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada perusahaan manufaktur suku cadang otomotif di Jawa Timur yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan observasi dan pengumpulan data khususnya pada pekerjaan *grinding*. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Lukman Handoko, S.KM., M.T. dan Bapak Haidar Natsir Amrullah, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing atas arahan, masukan, serta dukungan teknis selama proses penyusunan penelitian ini serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penelitian ini tidak menerima dukungan pendanaan dalam bentuk apa pun, baik dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi nirlaba. Segala biaya yang timbul selama proses penelitian ini ditanggung secara mandiri oleh penulis.

Sumber Pendanaan

Penelitian menggunakan biaya mandiri penulis.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Albulescu, P. et al. (2022) ‘‘Give me a break!’’ A systematic review and meta-analysis on the efficacy of micro-breaks for increasing well-being and performance’, PLoS ONE, 17(8 August), pp. 1–27. doi: 10.1371/journal.pone.0272460.
- Ananda Putri, N. F., Ayu Puspitasari and Nurul Ulfah Mutthalib (2024) ‘Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Musculoskeletal Pada Buruh Pengangkut Di Pabrik Gula Arasoe PT. Perkebunan Nusantara XIV Kabupaten Bone’, Window of Public Health Journal, 5(3), pp. 371–378. doi: 10.33096/woph.v5i3.1626.
- Andrian, D. and Renilaili, R. (2021) ‘Pengukuran Tingkat Risiko Ergonomi Dengan Menggunakan Metode Ovako Working Analysis System (OWAS) Untuk Mengurangi Risiko Muscleskeletal’, Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 6(1), p. 32. doi: 10.32502/js.v6i1.3793.
- Aziza and Dadan Erwandi (2024) ‘Analisis Penilaian dan Rekomendasi Desain Ergonomi pada Pekerja Laboratorium Menggunakan SNI 9011-2021’, Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI), 7(2), pp. 433–441. doi: 10.56338/mppki.v7i2.4639.
- Badan Pusat Statistik (2024) Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa), 2022-2024. Available at: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk3NSMy/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun--ribu-jiwa-.html>.

- BSN (2020) 'Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 8 Tahun 2020 Tentang Tata Cara Penyusunan Analisis Dampak Regulasi Dan Pelaksanaan Kewajiban Internasional', PBSN 8 tahun 2020. Available at: https://jdih.bsn.go.id/produk/detail/?id=1078&jns=9%0Ahttps://jdih.bsn.go.id/public_assets/file/039dde3be236f7c0fe861da0fa26a936.pdf.
- BSN (2021) 'Sni 9011:2021 Pengukuran Dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi Di Tempat Kerja Kepala', pp. 1–47.
- Dick, R. B. et al. (2016) 'Manual Materials Handling', Physical and Biological Hazards of the Workplace, pp. 33–52. doi: 10.1002/9781119276531.ch3.
- Dr. Ir. Julianus Hutabarat, M. (2017) Dasar - Dasar Pengetahuan Ergonomi. 1st edn, Sustainability (Switzerland). 1st edn. Bukit Cemara Tidar H5 No. 34, Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Dzihni Insani, F. et al. (2023) '7 th CONFERENCE ON SAFETY ENGINEERING AND IT'S APPLICATION Analisis Risiko Manual Material Handling Metode SNI 9011 :2021 Pada Pekerjaan Pemuatan Kantong Pupuk', (2581).
- Handayani, S. A. and Hayati, E. N. (2022) 'Perancangan Stasiun Kerja Guna Menunjang Kinerja Operator', Jurnal Cakrawala Informasi, 2(1), pp. 69–79. doi: 10.54066/jci.v2i1.202.
- Handoko, L, Amrullah, H.N, & Wahyuningtyas, W (2024) Pengaruh Faktor Pekerjaan Terhadap Tingkat Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Tenaga Kerja di Sektor Pendidikan. (2024). *The Health Researcher's Journal*, 1(01), 26-34. <https://journal.forumsdgs.or.id/index.php/hrj/article/view/4>
- Jarod, P. J. M., Novrikasari and Yuanita Windusari (2022) 'Analisis Risiko Ergonomi dan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pekerja Seismik di Provinsi Sumatera Selatan', Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI), 5(3), pp. 290–297. doi: 10.56338/mppki.v5i3.2179.
- Kementerian Kesehatan RI (2018) 'Riskendas 2018', Laporan Nasional Riskesndas 2018, 44(8), pp. 181–222. Available at: [http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK No. 57 Tahun 2013 tentang PTRM.pdf](http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK_No_57_Tahun_2013_tentang_PTRM.pdf).
- KRISWANTO et al. (2020) Menggambar Part Dengan CATIA V5. Edited by MUHAMMAD ADNAN BAYU SETIAWAN. Semarang: LPPM UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.
- Kusumawardhani, A., Djamalus, H. and Lestari, K. D. (2023) 'Ergonomic Risk Assessment and MSDs Symptoms Among Laboratory Workers Using SNI 9011-2021', Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, 12(1Spl), pp. 35–41. doi: 10.20473/ijosh.v12i1SI.2023.35-41.
- Larasati, N., Handoko, L. and Rachmat, A.N (2022) 'Penilaian Resiko Postur Kerja Menggunakan Metode Reba Terhadap Keluhan Muskuloskeletal Pada Pekerjaan Pengelasan', Jurnal Produktiva, 1(2), pp. 16–20. doi: 10.36815/jurva.v2i1.1947.
- Nopiyanti, E. and Susanto, A. J. (2024) 'Pengukuran Risiko Ergonomi Terhadap Gangguan Otot Rangka (Gotrak) Pada Pekerja Laundry Rumah Sakit', 8(2).
- OSHA (2012) Solutions to Control Hazards. Available at: <https://www.osha.gov/ergonomics/control-hazards> (Accessed: 24 December 2024).

- Pemerintah Indonesia (2018) 'Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja', Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018, 5, p. 11.
- Rahmah, S. and Herbawani, C. K. (2021) 'FAKTOR RESIKO PENYEBAB KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA PEKERJA: TINJAUAN LITERATUR', PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat, 6(1), pp. 1–14. doi: 10.31004/prepotif.v6i1.2909.
- Ramadani, M. N. and Sunaryo, M. (2022) 'Identifikasi Risiko Ergonomi Pada Pekerja Ud. Satria Tahun 2021', Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip), 10(1), pp. 50–57. doi: 10.14710/jkm.v10i1.31629.
- Deananda, S.R, Handoko, L, & Amrullah, H.A (2024) Analisis Ergonomi Postur Kerja Pekerja Box Preparation Berdasarkan SNI 9011:2021 di Perusahaan Pengolahan Kelapa Sawit. *The Health Researcher's Journal*, 1(04), 32-38. <https://doi.org/10.00000/q0bx8p51>
- Schultz, K. and Galante, J. J. (2005) 'Ergonomic guidelines for manual material handling', 8th Annual Applied Ergonomics Conference Proceedings, pp. 1021–1060.
- Susanto, A. et al. (2022) 'Measurement and Evaluation of Potential Ergonomic Hazards in The Analytical & Assay Laboratory of The Concentrating Division', *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 7(1), pp. 36–52.
- Tarwaka and Bakri, S. H. A. (2016) Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Available at: <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>.
- Vos, T., Steinmetz, J. and Culbreth (2023) Global, regional, and national burden of other musculoskeletal disorders, 1990–2020, and projections to 2050, a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. Available at: <https://www.healthdata.org/research-analysis/library/global-regional-and-national-burden-other-musculoskeletal-disorders-1990#authors>.