

Redesain Stasiun Kerja *Filling* Berbasis Penilaian Ergonomi SNI 9011:2021 di Industri Manufaktur Alat Medis

Clarensya Idolina Simanjuntak¹, Aulia Nadia Rachmat^{2*} dan Winda Puspitasari³

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

*E-mail: nadia.rachmat@ppns.ac.id

Abstrak

Pekerja pada stasiun kerja *filling* produksi cairan antiseptik dan disinfektan berukuran 5 liter di perusahaan manufaktur alat medis di Jawa Timur teridentifikasi memiliki tingkat keluhan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) yang tinggi berdasarkan survei awal terhadap 37 pekerja di area produksi. Tingginya keluhan tersebut mengindikasikan adanya potensi bahaya ergonomi yang perlu ditangani secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk menilai potensi bahaya faktor ergonomi pada stasiun kerja *filling*, merancang usulan perbaikan berdasarkan hierarki pengendalian risiko K3, serta membandingkan tingkat risiko ergonomi sebelum dan sesudah perbaikan. Penilaian postur kerja dilakukan terhadap satu pekerja di stasiun kerja *filling* menggunakan Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi berdasarkan Lampiran D SNI 9011:2021, sedangkan usulan perbaikan dirancang menggunakan data antropometri laki-laki dewasa Indonesia usia 18–47 tahun dan dimodelkan dalam bentuk tiga dimensi menggunakan perangkat lunak CATIA V5. Hasil penilaian awal menunjukkan total skor sebesar 15 yang tergolong dalam kategori berbahaya, dengan faktor risiko utama berupa postur jangkang pada area leher, batang tubuh, dan pergelangan tangan, posisi jongkok, penggunaan telapak tangan sebagai pemukul, serta potensi bahaya pengangkatan manual. Usulan perbaikan mencakup substitusi palu karet, rekayasa teknik berupa perancangan ulang stasiun kerja yang meliputi meja kerja berdiri, rak label, tatakan mesin, dan adjustable trolley, serta pengendalian administrasi dan penggunaan APD. Penilaian ulang menunjukkan penurunan skor sebesar 9 poin menjadi 6 dengan kategori perlu pengamatan lebih lanjut, yang mengindikasikan bahwa intervensi yang diusulkan efektif dalam menurunkan tingkat risiko ergonomi pada stasiun kerja *filling*.

Kata Kunci: CATIA, Gangguan Otot Rangka, Postur Kerja, Risiko Ergonomi, SNI 9011:2021, Stasiun Kerja *Filling*

Abstract

Workers at the filling workstation for 5-liter antiseptic and disinfectant liquid production at a medical device manufacturing company in East Java were identified as having a high prevalence of musculoskeletal disorder (MSD) complaints based on an initial survey of 37 workers in the production area. The high prevalence of complaints indicates the presence of ergonomic hazards that need to be addressed systematically. This study aims to assess ergonomic hazard factors at the filling workstation, propose improvement recommendations based on the occupational health and safety risk control hierarchy, and compare ergonomic risk levels before and after intervention. Work posture assessment was conducted on one worker at the filling workstation using the Ergonomic Hazard Checklist based on Appendix D of SNI 9011:2021, while improvement proposals were designed using anthropometric data of Indonesian adult males aged 18–47 years and modeled in three dimensions using CATIA V5 software. The initial assessment results showed a total score of 15, classified as hazardous, with the main risk factors including awkward posture in the neck, trunk, and wrist areas, squatting posture, use of the palm as a striking tool, and manual handling hazards. Proposed improvements include substitution using a rubber mallet, engineering controls comprising workstation redesign incorporating a standing work table, label rack, machine platform, and adjustable trolley, as well as administrative controls and personal protective equipment. Reassessment showed a decrease of 9 points to a total score of 6, classified as requiring further observation, indicating that the proposed interventions were effective in reducing ergonomic risk levels at the filling workstation.

Keywords: CATIA, Musculoskeletal Disorders, Work Posture, Ergonomic Risk, SNI 9011:2021, Filling Workstation

1. PENDAHULUAN

Industri pengolahan merupakan salah satu sektor strategis dalam perekonomian nasional Indonesia, dengan kontribusi nyata terhadap pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja (Badan Pusat Statistik, 2025). Besarnya jumlah tenaga kerja di sektor ini menuntut adanya lingkungan kerja yang aman, nyaman, dan kondusif guna mendukung produktivitas optimal. (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja menegaskan bahwa faktor ergonomi, yang mencakup cara kerja, posisi kerja, alat kerja, dan beban angkat, harus dikendalikan untuk mengurangi risiko gangguan otot rangka akibat kerja. Ergonomi berasal dari kata Yunani *ergon* yang berarti kerja, dan *nomos* yang berarti aturan atau hukum. Bidang ini mempelajari interaksi manusia dengan peralatan, lingkungan, dan sistem kerja untuk meningkatkan efektivitas, kenyamanan, serta keamanan dalam pekerjaan. Konsep ergonomi didasarkan pada pemahaman kesadaran manusia, batasan kemampuan fisik, dan potensi yang dimilikinya (Hutabarat, 2017; Sugiono et al., 2018)).

Salah satu risiko utama yang dihadapi pekerja industri pengolahan adalah *musculoskeletal disorders* (MSDs), yaitu gangguan pada sistem otot, saraf, tendon, dan sendi akibat postur kerja tidak alamiah, aktivitas berulang, dan durasi kerja yang panjang (Hilmi & Tanjung, 2025; ILO, 2023). Secara global, MSDs menimbulkan beban ekonomi yang signifikan, yakni sekitar 40% dari total kompensasi kecelakaan dan penyakit akibat kerja (ILO, 2022). Di Indonesia, prevalensi penyakit muskuloskeletal mencapai 7,3% pada usia ≥ 15 tahun, dengan Provinsi Jawa Timur sebesar 6,72% (Kementrian kesehatan Republik Indonesia, 2018).

Perkembangan MSDs bersifat multifaktorial, yang melibatkan interaksi kompleks antara berbagai faktor risiko. Watunnida & Widanarko (2023) mengklasifikasikan faktor risiko gangguan otot dan tulang rangka akibat kerja (GOTRAK) ke dalam lima kategori, yaitu faktor individu, pekerjaan (biomekanik), lingkungan kerja, psikososial, dan organisasi. Faktor pekerjaan menjadi aspek yang paling berpengaruh secara langsung, khususnya postur kerja janggal seperti membungkuk, menekuk, atau memutar tubuh secara berulang yang memberikan tekanan berlebih pada sistem muskuloskeletal (Hijami & Kurniawidjaja, 2022; Maulidia et al., (2025). Risiko semakin meningkat ketika pekerjaan melibatkan pengangkatan beban berat dan berlangsung dalam durasi panjang (≥ 8 jam per hari), karena kondisi tersebut menyebabkan akumulasi kelelahan otot sekaligus mengurangi waktu pemulihan fisiologis yang dibutuhkan tubuh (Hijami & Kurniawidjaja, 2022; Watunnida & Widanarko 2023). Faktor individu seperti usia, jenis kelamin, dan masa kerja turut memperburuk tingkat kerentanan pekerja terhadap keluhan muskuloskeletal, terutama dalam kondisi paparan kerja tidak ergonomis yang berlangsung secara kumulatif (Watunnida & Widanarko 2023).

Penelitian ini dilakukan di sebuah perusahaan manufaktur alat kesehatan yang berlokasi di Jawa Timur, dengan fokus pada proses produksi cairan antiseptik dan disinfektan kemasan 5 liter. Proses *filling* pada produk ini memiliki karakteristik kerja yang berisiko tinggi, meliputi gerakan lengan yang intensif dan berulang, postur leher menekuk, posisi duduk membungkuk dalam durasi lama, serta aktivitas pengangkatan beban manual. Satu siklus giliran kerja berdurasi 7 jam umumnya dilaksanakan hanya oleh 1 pekerja, sehingga beban kerja fisik yang diterima setiap individu cukup tinggi.

Kondisi tersebut tercermin dari hasil survei keluhan gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK) berdasarkan SNI 9011:2021 terhadap 6 pekerja produksi cairan 5 liter, di mana 50% pekerja mengalami risiko MSDs tingkat sedang dan 33% mengalami risiko tinggi. Keluhan terdistribusi pada bagian bahu, punggung atas, punggung bawah, siku, dan betis, dengan 83% pekerja melaporkan kelelahan fisik setelah bekerja. Pola ini mengindikasikan adanya beban kerja fisik yang signifikan akibat postur janggal dan aktivitas repetitif selama proses *filling* berlangsung.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Saidatuningtyas et al., (2025) yang mengidentifikasi risiko ergonomi pada aktivitas *filling* di industri kosmetik menggunakan RULA dan REBA, dengan skor risiko sedang hingga sangat tinggi. Namun, metode RULA dan REBA memiliki keterbatasan karena hanya menilai postur tubuh tanpa mengintegrasikan evaluasi pengangkatan beban manual dan identifikasi bahaya ergonomi lainnya secara sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan SNI 9011:2021 sebagai metode utama, karena standar ini mampu mengintegrasikan penilaian postur kerja, evaluasi pengangkatan beban manual, dan daftar periksa bahaya ergonomi secara komprehensif, serta selaras dengan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 (BSN, 2021). Efektivitas metode ini telah dibuktikan oleh Kusumawardhani et al., (2023) dalam mengidentifikasi risiko MSDs pada pekerja laboratorium dengan aktivitas repetitif dan postur janggal.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat risiko bahaya ergonomi pada stasiun kerja *filling* cairan antiseptik dan disinfektan kemasan 5 liter menggunakan SNI 9011:2021, serta merancang ulang stasiun kerja berbasis data antropometri masyarakat Indonesia menggunakan perangkat lunak CATIA.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus, dilaksanakan pada stasiun kerja *filling* cairan antiseptik dan disinfektan kemasan 5 liter di sebuah perusahaan manufaktur alat

kesehatan di Jawa Timur. Sebagai langkah awal, 6 pekerja yang bertugas di stasiun kerja tersebut mengisi kuesioner Keluhan Gangguan Otot Rangka berbasis SNI 9011:2021 guna memetakan tingkat risiko keluhan GOTRAK. Penilaian tingkat risiko keluhan GOTRAK didasarkan atas indikator frekuensi yang dikategorikan menjadi tidak pernah (1), terkadang (2), sering (3), dan selalu (4); serta indikator keparahan yang dikategorikan menjadi ada masalah (1), tidak nyaman (2), sakit (3), dan sakit parah (4) dengan hasil skor (1-4) sebagai tingkat risiko rendah, (6) risiko sedang dan (8-16) tingkat risiko tinggi. Pekerja dengan tingkat keluhan tertinggi kemudian menjadi fokus pengamatan mendalam melalui dokumentasi foto dan video postur kerja selama aktivitas *filling* berlangsung. Pengukuran sudut postur kerja dilakukan menggunakan aplikasi Angulus, dimensi stasiun kerja diukur menggunakan roll meter, dan berat beban angkat dicatat secara langsung. Data sekunder yang digunakan mencakup instruksi kerja *filling* dan data antropometri masyarakat Indonesia.

Pengolahan dan analisis data dilakukan melalui serangkaian tahapan sistematis berdasarkan SNI 9011:2021. Pertama, dokumentasi foto dan video postur kerja diproyeksikan ke dalam aplikasi Angulus untuk mengukur besar sudut yang terbentuk pada setiap segmen tubuh pekerja selama aktivitas *filling* berlangsung. Selanjutnya, dihitung persentase durasi paparan masing-masing potensi bahaya ergonomi terhadap total waktu kerja dalam satu siklus giliran kerja seperti pada rumus Persamaan (1) yaitu :

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

Berdasarkan sudut postur dan durasi paparan yang telah diperoleh, dilakukan pengisian daftar periksa potensi bahaya ergonomi yang mencakup komponen postur kerja dan aktivitas pengangkatan beban manual. Skor postur kerja dan skor pengangkatan beban manual masing-masing dihitung sesuai dengan bobot persentase durasi paparannya. Seluruh skor kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total skor penilaian, yang selanjutnya dikategorikan ke dalam tingkat risiko ergonomi berdasarkan kriteria SNI 9011:2021.

Rekomendasi perbaikan ditetapkan berdasarkan hierarki pengendalian risiko dengan fokus pada rekayasa teknik berupa perancangan ulang stasiun kerja. Dimensi rancangan mengacu pada data antropometri masyarakat Indonesia berjenis kelamin laki-laki dengan rentang usia 18–47 tahun, sesuai karakteristik pekerja di stasiun kerja tersebut. Usulan rancangan fasilitas kerja kemudian diwujudkan dalam bentuk model tiga dimensi menggunakan perangkat lunak CATIA V5.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan *filling* cairan antiseptik dan disinfektan kemasan 5 liter dilaksanakan dalam posisi berdiri sepanjang giliran kerja selama 7 jam dengan waktu siklus 94 detik, mencakup aktivitas pengambilan jirigen kosong, pengisian cairan, penutupan jirigen, pemindahan ke atas palet secara berulang hingga memindahkan tumpukan jirigen yang telah terisi ke area pengemasan. Penilaian potensi bahaya faktor ergonomi dilakukan berdasarkan daftar periksa Lampiran D SNI 9011:2021 yang dibagi menjadi dua komponen, yaitu penilaian postur tubuh pekerja yang menghasilkan skor faktor bahaya, serta penilaian pengangkatan beban manual yang mempertimbangkan estimasi berat benda, zona pengangkatan, dan frekuensi pengangkatan. Pengambilan sampel penilaian dilakukan terhadap satu orang pekerja yang memiliki tingkat risiko tinggi keluhan GOTRAK sebagai representasi aktivitas kerja di lini produksi tersebut.

Postur janggal pertama yang teridentifikasi yaitu leher menekuk ke depan dengan membentuk sudut lebih dari 20° yaitu sebesar 63,9°. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi pada postur tersebut adalah selama 38 detik dalam satu siklus kerja. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (1), didapatkan persentase durasi paparan bahaya sebesar 40,42%. Postur tubuh membungkuk ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Penilaian Postur Kerja Leher Pekerja *Filling*

Potensi bahaya lainnya yang teridentifikasi pergelangan tangan menekuk ke samping. Hal ini terjadi ketika pekerja memegang jirigen saat menunggu jirigen terisi penuh oleh cairan. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi pada postur tersebut adalah selama 16 detik dalam satu siklus kerja. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (1), didapatkan persentase durasi paparan bahaya sebesar 17,02%. Postur pergelangan tangan menekuk ke samping ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Penilaian Postur Pergelangan Tangan Pekerjaan *Filling*

Potensi bahaya berikutnya yang teridentifikasi yaitu penggunaan telapak tangan atau pergelangan tangan sebagai pemukul (berfungsi seperti palu) serta posisi tubuh berlutut atau berjongkok saat melakukan aktivitas penutupan jirigen. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi pada postur tersebut adalah selama 5 detik dalam satu siklus kerja. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (1), didapatkan persentase durasi paparan bahaya sebesar 5,31%. Postur tubuh berjongkok dan menggunakan telapak tangan sebagai pemukul ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Penilaian Postur Tubuh Berjongkok dan Telapak Tangan Sebagai Pemukul pada Pekerjaan *Filling*

Postur janggal lainnya yang teridentifikasi yaitu tubuh membungkuk ke depan lebih dari 45° selama melakukan aktivitas pengambilan jirigen kosong dan pemindahan ke atas palet. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi pada postur tersebut adalah selama 7 detik dalam satu siklus kerja. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (1), didapatkan persentase durasi paparan bahaya sebesar 7,44%. Postur tubuh membungkuk ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Penilaian Postur Tubuh Membungkuk ke Depan pada Pekerjaan *Filling*

Potensi bahaya faktor ergonomi yang teridentifikasi berikutnya adalah menggenggam dengan kuat dalam posisi "*power grip*" dengan gaya >5 kg serta aktivitas mendorong atau menarik beban pada saat proses pemindahan jirigen dari area *filling* ke area pengemasan. Durasi paparan potensi bahaya ergonomi pada postur tersebut adalah selama 51 detik dalam satu siklus kerja. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (1), didapatkan persentase durasi paparan bahaya sebesar 54,25%. Postur tubuh tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.

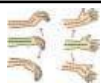


Gambar 5 Penilaian Aktivitas Menarik Beban Pekerjaan *Filling*

Selanjutnya dilakukan penilaian potensi bahaya menggunakan daftar potensi bahaya ergonomi untuk

mengetahui potensi bahaya pada tubuh bagian atas, punggung dan tubuh bagian bawah pekerja proses *filling* yang disajikan pada **Tabel 1**.

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

Kategori Potensi Bahaya	Potensi Bahaya	Paparan Apakah potensi bahaya tersebut ada?	Persentase Waktu Paparan (Dari Total Jam Kerja)			Jika total jam kerja >8 jam, tambah 0,5 per jam	Skor
			0% - 25%	25% - 50%	50% - 100%		
DAFTAR PERIKSA POTENSI BAHAYA PADA TUBUH BAGIAN ATAS							
	1. Leher : memuntir atau menekuk						
	Leher yang menekuk ke depan > 20° atau ke belakang < 5°	☐ Ya ☐ Tidak	0	1	2	-	1
	4. Pergelangan tangan menekuk ke depan atau ke samping	☐ Ya ☐ Tidak	1	2	3	-	1
Usaha tangan							
	9. Menggenggam dengan kuat dalam posisi "power grip" dengan gaya > 5 kg	☐ Ya ☐ Tidak	0	1	3	-	3
	12. Menggunakan telapak tangan atau pergelangan tangan untuk memukul (berfungsi seperti palu)	☐ Ya ☐ Tidak	1	2	3	-	1
DAFTAR PERIKSA POTENSI BAHAYA PADA PUNGGUNG & TUBUH BAGIAN BAWAH							
	18. Tubuh membungkuk ke depan >45°	☐ Ya ☐ Tidak	1	2	3	-	1
	22. Posisi berlutut atau jongkok	☐ Ya ☐ Tidak	1	2	3	-	1
Aktivitas mendorong/menarik beban	30. Beban sedang	☐ Ya ☐ Tidak	0	1	2	-	2
Total skor faktor bahaya (postur tubuh)							10

Hasil rekapitulasi berdasarkan **Tabel 1** diperoleh total skor faktor bahaya ergonomi berdasarkan postur tubuh pekerja *filling* adalah sebesar 10 yang sudah termasuk dalam kategori berbahaya apabila ≥ 7 . Nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan seluruh skor potensi bahaya yang mencakup tubuh bagian atas, punggung, dan tubuh bagian bawah.

Selain penilaian postur tubuh, dilakukan pula penilaian pengangkatan beban manual pada pekerjaan *filling* yang mencakup tiga langkah berdasarkan daftar periksa SNI 9011:2021, yaitu penentuan kategori pengangkatan berdasarkan posisi mengangkat benda, estimasi berat benda yang diangkat, serta penentuan skor faktor risiko lainnya seperti frekuensi dan posisi pengangkatan.



Gambar 6 Penilaian Aktivitas Pengangkatan Beban Secara Manual Pekerja *Filling*

Aktivitas pengangkatan beban secara manual oleh pekerja tergolong dalam kategori pengangkatan dengan jarak dekat (dari ujung kaki hingga ujung kepala tangan), yaitu berkisar antara 0-4 inci seperti pada Gambar 6. Pengangkatan beban secara manual ini berlangsung selama 6 detik dengan berat beban yaitu 0,3 kg dan 5 kg. Jumlah produk yang dihasilkan dalam satu shift kerja berkisar 250 jirigen, sehingga proses pengangkatan dilakukan secara repetitif (>15 kali setiap shift). Penentuan penilaian skor pengangkatan beban manual pada pekerjaan *filling* disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Penentuan Skor Pengangkatan Beban Manual Proses *Filling*

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
Total Skor Langkah ke-2			0
Langkah ke-3: Menentukan poin untuk faktor risiko lainnya			
Faktor Risiko	Pengangkatan sesekali (< 1 jam/shift)	Pengangkatan sering (>1 jam/shift)	Skor
35. Mengangkat dengan satu tangan	1	2	2
37. Mengangkat 1-5 kali per menit	1	1	1
40. Posisi benda yang diangkat berada di bawah posisi siku	1	2	2
Total Skor Langkah ke-3			5
Total Skor Pengangkatan Beban Manual			5

Berdasarkan **Tabel 2**, skor pengangkatan beban manual pada pekerjaan *filling* diperoleh sebesar 5. Nilai tersebut didasarkan pada frekuensi pengangkatan yang melebihi 15 kali setiap shift dan faktor risiko lainnya dengan kategori pengangkatan sering. Skor pengangkatan beban manual ini selanjutnya akan dijumlahkan dengan skor faktor bahaya postur tubuh untuk memperoleh skor total dalam daftar periksa ergonomi sesuai SNI 9011:2021. Kemudian skor total dalam daftar periksa ergonomi diperoleh dari penjumlahan skor faktor bahaya ergonomi berdasarkan postur tubuh dan skor pengangkatan beban manual.

Tabel 3. Rekapitulasi Skor Total Daftar Periksa Ergonomi Pekerjaan *Filling*

Rekapitulasi Skor Total Daftar Periksa Ergonomi Pekerjaan <i>Filling</i>	
Total skor faktor bahaya (postur tubuh) Langkah 1	10
Total skor pengangkatan beban manual Langkah 2	5
Total skor daftar periksa ergonomi (Langkah 1 + Langkah 2)	15

Hasil rekapitulasi skor total daftar periksa ergonomi pada pekerjaan *filling* disajikan pada **Tabel 3**. Berdasarkan hasil penjumlahan yang telah dilakukan, skor faktor bahaya postur tubuh pekerja *filling* adalah sebesar 10 dan skor pengangkatan beban manual adalah sebesar 5, sehingga diperoleh skor total sebesar 15 yang termasuk dalam kategori berbahaya (≥ 7).

Hasil penilaian menunjukkan bahwa pekerjaan *filling* berada pada kategori risiko sangat tinggi sehingga memerlukan tindakan pengendalian segera. Pengendalian risiko dalam penelitian ini mengacu pada prinsip hierarki pengendalian risiko K3 yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri, dengan fokus utama pada rekayasa teknik berupa perancangan ulang stasiun kerja *filling* dijabarkan sebagai berikut.

- a. Eliminasi

Pengendalian eliminasi belum dapat diterapkan pada stasiun kerja *filling* karena sebagian besar aktivitas masih memerlukan keterlibatan operator secara langsung, terutama pada proses pengambilan jirigen kosong, pemberian label, pengisian, penutupan, dan pemindahan jirigen. Penghilangan aktivitas-aktivitas tersebut berpotensi menghambat keberlangsungan alur produksi sehingga eliminasi tidak dapat direkomendasikan pada tahap ini.

b. Substitusi

Pengendalian substitusi diterapkan secara parsial melalui penggantian penggunaan telapak tangan sebagai pemukul dengan palu karet (*rubber mallet*) pada aktivitas penutupan jirigen. Substitusi penuh berupa penggantian metode kerja secara menyeluruh atau otomasi proses belum dapat diterapkan karena memerlukan penyesuaian sistem produksi yang lebih luas serta evaluasi ulang terhadap efektivitas proses *filling* secara keseluruhan.

c. Rekayasa Teknik

Pengendalian yang diprioritaskan adalah rekayasa teknik melalui perancangan ulang stasiun kerja *filling* mengacu pada data antropometri masyarakat Indonesia berjenis kelamin laki-laki usia 18–47 tahun yang bersumber dari Perhimpunan Ergonomi Indonesia (2023). Usulan rekayasa teknik mencakup penyesuaian tinggi meja kerja, penambahan tatakan mesin, penyediaan alat bantu pemindahan material, serta perbaikan tata letak area kerja untuk meminimalkan postur janggal, gerakan berulang, dan beban kerja fisik selama proses *filling* berlangsung. Hasil perancangan diwujudkan dalam bentuk model tiga dimensi menggunakan perangkat lunak CATIA V5. Adapun usulan perancangan ulang yang direkomendasikan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Usulan Perbaikan Ulang Stasiun kerja Berdasarkan Data Antropometri Indonesia

Kode	Keterangan	Dimensi Tubuh	Persentil	Ukuran Awal (cm)	Data Antropometri (cm)	Allowance (cm)	Ukuran Baru (cm)
<i>Meja Filling</i>							
(a)	Tinggi Meja	Tinggi siku berdiri	50th	65	D4 = 105,9	(-) tinggi jirigen (32,5) (+) 2,5	75,9
(b)	Panjang Meja	-	-	25	-	-	250
(c)	Lebar Meja	-	-	25	-	-	63
<i>Tatakan Mesin Filling</i>							
(d)	Tinggi tatakan	Menyesuaikan tinggi mesin	-	-	-	(+) tinggi meja 75,9 (+) tinggi jirigen 32,5 (+) tinggi tutup jirigen 3 (-) tinggi nozzle dari lantai 90	21,5
(e)	Panjang tatakan	Menyesuaikan panjang mesin	-	-	-	-	45
(f)	Lebar tatakan	Menyesuaikan lebar mesin	-	-	-	-	40
<i>Rak Penyimpanan Label di Atas Meja Filling</i>							
(g)	Tinggi rak	Tinggi bahu berdiri	50th	-	D3 = 141,59	(-) tinggi meja 75,9	65,69
(h)	Tinggi alas rak dari meja	Tinggi bahu berdiri	5th	-	D3 = 132,08	(-) tinggi meja 75,9	56,18
(i)	Panjang rak	Menyesuaikan kebutuhan produksi	-	-	-	-	70
(j)	Lebar rak	Menyesuaikan lebar label	-	-	-	-	25
<i>Troli Adjustable</i>							
(k)	Tinggi handle troli dari lantai	Tinggi siku berdiri	50th	-	D4 = 105,9	(+) tebal sepatu 2,5	108,4
(l)	Panjang handle troli	-	-	-	-	-	50

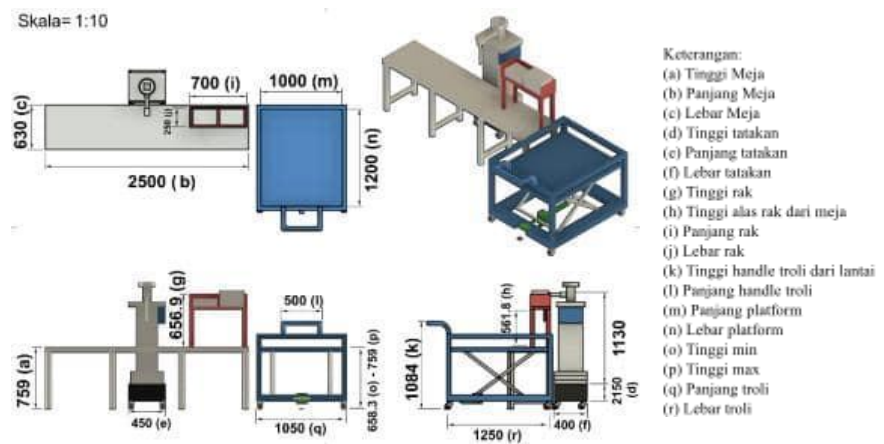
(m)	Panjang platform	Sesuai panjang palet	-	-	-	-	100
(n)	Lebar platform	Sesuai lebar palet	-	-	-	-	120
(o)	Tinggi min	Tinggi siku berdiri	5th	-	D4 = 95,83	(+) tebal sepatu 2,5 (-) tinggi jirigen 32,5	65,83
(p)	Tinggi max	Tinggi siku berdiri	50th	-	D4 = 105,9	(+) tebal sepatu 2,5 (-) tinggi jirigen 32,5	75,9

Tabel 4. Usulan Perbaikan Ulang Stasiun kerja Berdasarkan Data Antropometri Indonesia (Lanjutan)

Kode	Keterangan	Dimensi Tubuh	Persentil	Ukuran Awal (cm)	Data Antropometri (cm)	Allowance (cm)	Ukuran Baru (cm)
(q)	Panjang troli	-	-	-	-	-	105
(r)	Lebar troli	-	-	-	-	-	125

Perancangan pada Tabel 4 menggunakan data antropometri persentil ke-50 sebagai nilai acuan utama, dengan pengecualian pada dimensi tinggi minimum troli adjustable yang menggunakan persentil ke-5 agar pekerja dengan postur tubuh lebih pendek tetap dapat menggunakan fasilitas tersebut dengan nyaman. Pada perhitungan tinggi meja, diberikan *allowance* berupa pengurangan tinggi jirigen dan penambahan tebal sepatu, sehingga pegangan jirigen tetap sejajar dengan tinggi siku pekerja saat berdiri. Penambahan meja kerja ini mengubah posisi permukaan kerja dari kondisi sebelumnya yang bertumpu langsung pada lantai, sehingga diperlukan tatakan di bawah mesin *filling* agar *nozzle* tetap berada tepat di atas mulut jirigen yang kini diletakkan di atas meja.

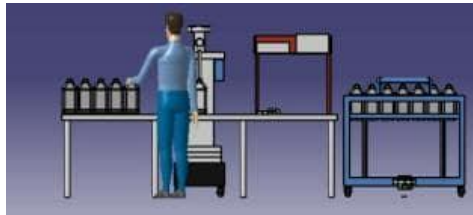
Hasil perancangan fasilitas kerja tersebut ditampilkan dalam bentuk model tiga dimensi dengan skala 1:10 sebagaimana ditunjukkan Gambar 7.



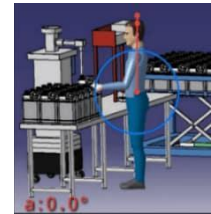
Gambar 7 Hasil Usulan Perbaikan Stasiun Kerja *Filling*

Gambar 7 menampilkan hasil simulasi tiga dimensi (3D) rancangan usulan stasiun kerja *filling* yang terdiri atas empat komponen utama, yaitu meja kerja berdiri, rak label, tatakan mesin (*machine platform*), dan troli yang dapat disesuaikan (*adjustable trolley*). Simulasi 3D tersebut menyajikan tampak depan beserta dimensi aktual masing-masing komponen. Rancangan ini disusun berdasarkan data antropometri laki-laki dewasa usia 18–47 tahun dengan pendekatan persentil yang disesuaikan dengan jenis dimensi dan fungsi masing-masing komponen, sehingga diharapkan dapat mengurangi postur janggal (*awkward posture*) yang menjadi faktor risiko utama gangguan muskuloskeletal (*musculoskeletal disorders*/MSDs) pada operator. Penambahan palu karet (*rubber mallet*) yang tersedia secara komersial turut diusulkan untuk mengeliminasi postur janggal pada tahap penutupan jirigen. Usulan ini ditujukan untuk mengeliminasi postur janggal pada tahap penutupan jirigen, di mana pada kondisi eksisting operator menggunakan telapak tangan sebagai pemukul untuk memasang tutup jirigen, sehingga menimbulkan paparan gaya tumbukan berulang pada telapak tangan yang berisiko menyebabkan MSDs berupa tekanan langsung pada bagian tubuh. Keseluruhan rancangan usulan kemudian disimulasikan menggunakan manekin pada perangkat lunak CATIA untuk memvisualisasikan kondisi stasiun kerja setelah perbaikan dan menjadi aspek evaluasi postur

kerja operator guna mengetahui efektivitas rancangan yang diusulkan dalam memperbaiki kondisi ergonomi pada pekerjaan *filling*.



(a) Tampak belakang



(b) Tampak samping

Gambar 8 Simulasi hasil usulan proses pengambilan jirigen kosong

Gambar 8 menampilkan simulasi tiga dimensi postur operator pada aktivitas pengambilan jirigen kosong di stasiun kerja *filling* usulan. Pada kondisi eksisting, jirigen kosong diletakkan di lantai sehingga operator harus membungkuk untuk menjangkaunya, yang berkontribusi pada postur janggal di area punggung dan leher. Dengan adanya meja kerja pada rancangan usulan, jirigen kosong ditempatkan pada permukaan yang lebih tinggi sehingga ketinggian pengambilan berada dalam jangkauan optimal operator. Hasil simulasi menunjukkan bahwa fleksi leher operator pada kondisi usulan berada di bawah 20°, yang termasuk dalam kategori aman berdasarkan SNI 9011:2021. Perbaikan ini mengindikasikan bahwa rancangan usulan efektif dalam mereduksi postur janggal pada aktivitas pengambilan jirigen kosong dibandingkan kondisi eksisting.



(a) Tampak samping



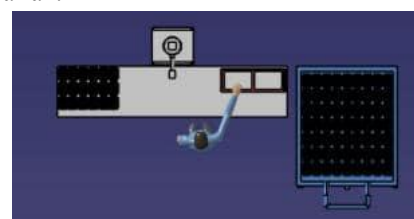
(b) Tampak belakang

Gambar 9 Simulasi hasil usulan proses pengisian cairan

Gambar 9 menampilkan simulasi tiga dimensi postur operator pada aktivitas pengisian cairan menggunakan rancangan stasiun kerja *filling* usulan. Pada kondisi eksisting, permukaan meja kerja yang rendah mengharuskan operator mempertahankan posisi leher menekuk lebih dari 20° dan pergelangan tangan menekuk selama proses pengisian berlangsung, sehingga operator terpapar postur janggal secara berkelanjutan. Pada rancangan usulan, ketinggian meja kerja disesuaikan berdasarkan data antropometri operator sehingga posisi nozzle berada pada ketinggian yang dapat dijangkau tanpa memerlukan fleksi leher maupun pergelangan tangan yang berlebihan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada kondisi usulan, fleksi leher operator berada di bawah 20° dan tidak teridentifikasi fleksi berlebihan pada pergelangan tangan, sehingga kedua postur janggal yang teridentifikasi pada kondisi eksisting dapat dieliminasi. Hal ini mengindikasikan bahwa penyesuaian ketinggian meja kerja berdasarkan data antropometri efektif dalam memperbaiki postur kerja operator pada aktivitas pengisian cairan.



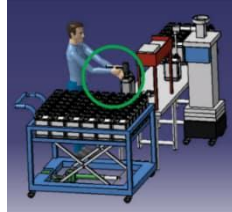
(a) Tampak samping



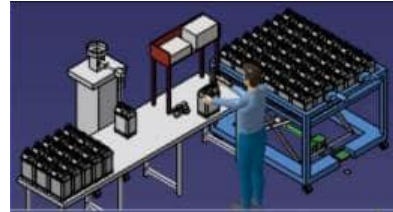
(b) Tampak atas

Gambar 10 Hasil simulasi proses pengambilan label stiker

Gambar 10 menampilkan simulasi tiga dimensi proses pengambilan label stiker dari rak label yang ditempatkan di atas meja kerja berdiri usulan. Rak label dirancang terintegrasi dengan meja kerja berdiri sehingga label stiker tersedia dalam jangkauan operator selama proses *filling* berlangsung. Penempatan ini bertujuan agar alur kerja operator lebih efisien karena perpindahan antara aktivitas pengisian cairan dan pengambilan label dapat dilakukan tanpa harus berpindah dari area stasiun kerja.



(a) Tampak samping



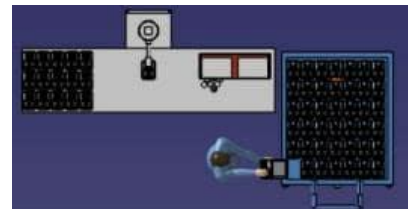
(b) Tampak atas

Gambar 11 Hasil simulasi proses penutupan jirigen

Gambar 11 menampilkan simulasi tiga dimensi postur operator pada aktivitas penutupan jirigen menggunakan rancangan stasiun kerja *filling* usulan. Pada kondisi eksisting, operator menggunakan telapak tangan sebagai pemukul untuk memasang tutup jirigen dalam posisi jongkok, sehingga operator terpapar dua postur janggal secara bersamaan, yaitu gaya tumbukan berulang pada telapak tangan dan fleksi lutut berlebih akibat postur jongkok. Pada kondisi usulan, penggunaan telapak tangan sebagai pemukul disubstitusi dengan palu karet (*rubber mallet*) sehingga kontak langsung antara telapak tangan dan tutup jirigen dapat dieliminasi. Penambahan meja kerja turut menyebabkan proses penutupan jirigen dapat dilakukan dalam posisi berdiri, sehingga postur jongkok tidak lagi ditemukan pada hasil simulasi.



(c) Tampak samping



(d) Tampak atas

Gambar 12 Hasil simulasi proses pemindahan jirigen ke atas troli

Gambar 12 menampilkan simulasi tiga dimensi postur operator pada aktivitas penempatan jirigen yang telah terisi cairan pada kondisi stasiun kerja *filling* usulan. Pada kondisi eksisting, jirigen ditempatkan di atas palet yang berada di lantai sehingga operator harus membungkuk dengan fleksi batang tubuh melebihi 45° setiap kali meletakkan jirigen. Pengangkatan jirigen juga dilakukan dengan satu tangan, sehingga teridentifikasi sebagai potensi bahaya pengangkatan manual berdasarkan SNI 9011:2021. Pada kondisi usulan, palet digantikan dengan *adjustable trolley* yang ketinggiannya dapat disesuaikan sehingga permukaan penempatan jirigen tidak lagi berada di lantai dan operator tidak perlu membungkuk secara berlebih. Hasil simulasi menunjukkan bahwa fleksi batang tubuh operator pada kondisi usulan berada di bawah 45°, sehingga postur janggal pada area punggung dapat direduksi. Pengangkatan jirigen pada kondisi usulan juga dilakukan menggunakan dua tangan, yang berkontribusi pada penurunan skor potensi bahaya pengangkatan manual. Evaluasi pada area leher menunjukkan bahwa fleksi leher operator berada di bawah 20° sesuai batas aman berdasarkan SNI 9011:2021, yang mengkonfirmasi bahwa penambahan *adjustable trolley* tidak menimbulkan postur janggal baru pada area leher operator.

Simulasi tiga dimensi pada Gambar 8 hingga Gambar 12 merepresentasikan keseluruhan alur kerja stasiun kerja *filling* usulan secara komprehensif. Rancangan ulang stasiun kerja tersebut merupakan bentuk pengendalian rekayasa teknik (*engineering control*) yang berada pada tingkatan ketiga dalam hierarki pengendalian risiko K3.

d. Pengendalian administrasi

Pengendalian administratif direkomendasikan sebagai pelengkap rekayasa teknik. Salah satu bentuk pengendalian administratif yang direkomendasikan adalah pemberian pelatihan (*training intervention*) terkait postur kerja yang benar. Esmaeili et al. (2023) menemukan bahwa pelatihan ergonomi yang diberikan kepada pekerja foundry mampu menurunkan keluhan muskuloskeletal pada leher dan bahu, serta efektivitasnya meningkat secara signifikan ketika dikombinasikan dengan modifikasi workstation sebagai bagian dari pengendalian rekayasa teknik..

e. Pengendalian alat pelindung diri (APD)

Sebagai lapisan pengendalian terakhir, penggunaan sarung tangan kerja dan alas kaki yang sesuai direkomendasikan untuk membantu mengurangi ketidaknyamanan dan risiko cedera ringan akibat aktivitas *filling* yang dilakukan secara manual dan berulang.

Penilaian ulang dilakukan menggunakan Lampiran D SNI 9011:2021 untuk mengukur efektivitas pengendalian rekayasa teknik berupa perancangan ulang stasiun kerja *filling* dalam menurunkan tingkat risiko ergonomi. Hasil penilaian ulang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Skor Total Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Uraian	Hasil Penilaian Potensi Bahaya		Total	Tingkat Risiko
	Postur Tubuh	Pengangkatan Beban Manual		
Sebelum perbaikan	10	5	15	Berbahaya
Setelah perbaikan	5	1	6	Perlu pengamatan lebih lanjut

Tabel 5 menunjukkan Hasil penilaian ulang menggunakan Daftar Periksa Potensi Bahaya Ergonomi SNI 9011:2021 setelah dilakukan perbaikan menunjukkan total skor sebesar 6 yang tergolong dalam kategori perlu pengamatan lebih lanjut. Skor tersebut berkurang sebanyak 9 poin dari kondisi eksisting yang sebelumnya bernilai 15. Penurunan ini terdiri atas penurunan skor pengangkatan beban manual dari 5 menjadi 1, serta penurunan skor faktor bahaya postur tubuh dari 10 menjadi 5. Penurunan skor tersebut merupakan hasil pengendalian yang diterapkan secara bersamaan, meliputi substitusi palu karet pada aktivitas penutupan jirigen, penyesuaian ketinggian meja kerja dan penambahan tatakan mesin sehingga postur membungkuk pada aktivitas pengisian dan pengambilan jirigen dapat direduksi, penambahan *adjustable trolley* sebagai pengganti palet yang sebelumnya berada di lantai, serta perubahan teknik pengangkatan jirigen dari satu tangan menjadi dua tangan. Skor pengangkatan beban manual sebesar 1 yang tersisa merupakan faktor risiko residual yang tidak dapat dieliminasi, karena frekuensi pengangkatan pada stasiun kerja *filling* masih berada pada rentang 1–5 kali per menit sebagai konsekuensi dari kebutuhan produksi yang berjalan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa intervensi yang diusulkan efektif dalam menurunkan tingkat risiko ergonomi pada stasiun kerja *filling*.

4. KESIMPULAN

Penilaian potensi bahaya faktor ergonomi pada stasiun kerja *filling* produksi cairan antiseptik dan disinfektan menggunakan Lampiran D SNI 9011:2021 menunjukkan total skor sebesar 15 yang tergolong dalam kategori berbahaya, dengan faktor risiko utama berupa postur janggal pada area leher, batang tubuh, dan pergelangan tangan, posisi jongkok, penggunaan telapak tangan sebagai pemukul, genggam *power grip* dengan gaya lebih dari 5 kg saat menarik atau mendorong *hand pallet*, aktivitas mendorong atau menarik beban kategori sedang, serta potensi bahaya pengangkatan manual. Berdasarkan hasil tersebut, perbaikan diusulkan melalui hierarki pengendalian risiko K3 yang mencakup substitusi penggunaan palu karet pada aktivitas penutupan jirigen, serta rekayasa teknik berupa perancangan ulang stasiun kerja meliputi meja kerja berdiri, rak label, tatakan mesin, dan *adjustable trolley* berdasarkan data antropometri Indonesia laki-laki usia 18-47 tahun, yang dilengkapi dengan pengendalian administrasi dan penggunaan APD. Penilaian ulang setelah penerapan seluruh pengendalian menunjukkan penurunan total skor sebesar 9 poin menjadi 6 dengan kategori perlu pengamatan lebih lanjut, yang mengindikasikan bahwa intervensi yang diusulkan efektif dalam menurunkan tingkat risiko ergonomi pada stasiun kerja *filling*. Perusahaan disarankan untuk mengimplementasikan rancangan usulan secara bertahap serta melakukan pemantauan berkala terhadap postur kerja operator guna memastikan efektivitas pengendalian risiko ergonomi secara berkelanjutan..

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2025). *Perkembangan Indeks Produksi Industri Manufaktur 2024*.
BSN. (2021). *SNI 9011:2021 tentang Pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja*.
Esmaeili, R., Shakerian, M., Esmaeili, S. V., Jalali, M., Pouya, A. B., & Karimi, A. (2023). A multicomponent quasi-experimental ergonomic interventional study: long-term parallel four-groups interventions. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06220-4>
Hijami, N. A., & Kurniawidjaja, L. M. (2022). Faktor Risiko Gangguan Otot dan Tulang Rangka Akibat Kerja Pada Pekerja Perkantoran: A Systematic Review. *PREPOTIF Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/prepotif.v6i1.2972>

- Hilmi, T., & Tanjung, N. U. (2025). Hubungan Antara Postur Kerja dan Durasi Kerja Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Tenaga Kesehatan Di Puskesmas X. *Indonesian Journal of Health Science*, 5(5), 1109–1118. <https://doi.org/https://doi.org/10.54957/ijhs.v5i5.1758>
- Hutabarat, Y. (2017). *Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi*. Media Nusa Creative.
- ILO. (2022, June). *ILO supports inclusion of musculoskeletal disorders into the list of occupational diseases in China*. International Labour Organization. <https://www.ilo.org/resource/news/ilo-supports-inclusion-musculoskeletal-disorders-list-occupational-diseases>
- ILO. (2023). *Review report on laws and practice related to human factors /ergonomics and manual handling at the workplace Occupational Safety and Health Series 75*.
- Kementrian kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Laporan Nasional RISKESDAS 2018*.
- Kusumawardhani, A., Djamilus, H., & Lestari, K. D. (2023). Ergonomic Risk Assessment and MSDs Symptoms Among Laboratory Workers Using SNI 9011-2021. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 12(SI1), 35–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.20473/ijosh.v12i1SI.2023.35-41>
- Maulidia, I., Susilowati, I. H., & Nugraha, S. (2025). Analisis Faktor Risiko Ergonomi yang Berhubungan dengan Keluhan GOTRAK pada Karyawan PT. X 2025. *Public Health and Safety International Journal*, 5(2).
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Pub. L. 5 (2018).
- Perhimpunan Ergonomi Indonesia. (2023). *Antropometri Masyarakat Indonesia*. https://www.antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri
- Saidatuningtyas, I., Masruroh, M., Sudrajat, E., Arhani Nawawi, F., & Dewangga, Y. (2025). Analisis Postur Kerja Pada Operator Filling di Perusahaan Kosmetik Menggunakan Metode RULA, REBA. *SNIV: SEMINAR NASIONAL INOVASI VOKASI*, 4(1), 722–730.
- Sugiono, Putro, W. W., & Sari, S. I. K. (2018). *Ergonomi Untuk Pemula* (Vol. 1). UB Press.
- Watunnida, S., & Widanarko, B. (2023). Literatur Review: Faktor Risiko Gangguan Otot Rangka (Gotrak) Pada Tenaga Kesehatan. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(5), 4818–4834.