



## Perancangan dan Implementasi *Lifter* pada Proses Pemasangan Tangki Bensin untuk Mengurangi Keluhan *Muskuloskeletal*

Yohanes Agung Purwoko<sup>1\*</sup>, Muhammad Rafif<sup>2</sup>, Andreas Edi Widyartono<sup>3</sup>

Program Studi Mesin Otomotif, Politeknik Manufaktur Astra; Jl. Gaya Motor Raya No 8, Sunter II, Jakarta Utara, DKI Jakarta, Indonesia 14330.

Email Korespondensi: [yohanes.agung07@gmail.com](mailto:yohanes.agung07@gmail.com)

### Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur kendaraan roda 4. Departemen Assembly Production Engineering adalah departemen yang bertugas merencanakan dan membuat proses perakitan kendaraan dapat berjalan. Salah satu proses perakitan kendaraan adalah proses pemasangan tangki bensin, namun dalam proses ini terdapat keluhan muskuloskeletal, yaitu operator merasakan sakit pada tubuhnya setelah bekerja. Hasil survei Nordic Body Map (NBM) menunjukkan bahwa 22 dari 28 bagian tubuh terasa sakit dan hasil dari Rapid Entire Body Assessment (REBA) menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut beresiko tinggi terhadap kesehatan dengan hasil assesment sebesar 10 poin. Root cause dari masalah ini adalah alat bantu produksi yang tidak mendukung ergonomi dalam bekerja. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode QCC (Quality Control Circle) 8 langkah perbaikan. Hasil dari penelitian ini berupa alat bantu proses produksi lifter & shutter tangki bensin yang berbasis sistem pneumatik. Dengan menggunakan alat ini proses pemasangan tangki bensin dapat menurunkan hasil REBA menjadi 3 poin yang artinya pekerjaan tersebut beresiko rendah terhadap kesehatan dan survei NBM menurun menjadi 8 dari 28 tubuh yang terasa sakit setelah bekerja. Selain itu alat bantu ini juga dapat menghilangkan masalah tangki bensin tidak turun pada flowrack yang sebelumnya terjadi.

**Kata kunci:** Alat Bantu Produksi; Ergonomi; Lifter; Proses Perakitan; Tangki Bensin.

## *Design and Implementation of a Lifter in the Fuel Tank Installation Process to Reduce Musculoskeletal Complaints*

### Abstract

PT XYZ is a 4-wheeled vehicle manufacturing company. The Assembly Production Engineering Department is the department in charge of planning and making the vehicle assembly process run. One of the vehicle assembly processes is the fuel tank installation process, but in this process there are musculoskeletal complaints, namely the operator feels pain in his body after work. The Nordic Body Map (NBM) survey results show that 22 out of 28 body parts feel pain and the results of the Rapid Entire Body Assessment (REBA) show that the work is at high risk to health with an assessment result of 10 points. The root cause of this problem is production aids that do not support ergonomics at work. In this study the authors used the QCC (Quality Control Circle) method of 8 improvement steps. The results of this study are in the form of a tool for the fuel tank lifter & shutter production process based on a pneumatic system. By using this tool the fuel tank installation process can reduce the REBA results to 3 points which means the work is low risk to health and the NBM survey decreased to 8 out of 28 bodies that feel pain after work. In addition, this tool can also eliminate the problem of fuel tanks not going down on the flowrack that previously occurred.

**Keywords:** Assembly Process; Ergonomics; Lifter; Production Aids; Fuel Tank.

**How to Cite:** Purwoko, Y. A., Rafif, M., & Widyartono, A. E. (2025). Perancangan dan Implementasi *Lifter* pada Proses Pemasangan Tangki Bensin untuk Mengurangi Keluhan *Muskuloskeletal*. *Empiricism Journal*, 6(2), 706–720. <https://doi.org/10.36312/ej.v6i2.2869>



<https://doi.org/10.36312/ej.v6i2.2869>

Copyright© 2025, Purwok et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



## PENDAHULUAN

Industri manufaktur otomotif merupakan salah satu sektor industri yang menuntut efisiensi tinggi dalam seluruh aspek produksinya, mulai dari pemanfaatan waktu, tata letak peralatan, hingga manajemen sumber daya manusia. Dalam proses produksi kendaraan roda empat, PT XYZ membagi alur produksinya ke dalam empat tahapan utama: Press, Welding, Toso, dan Assembly. Setiap tahapan tersebut membutuhkan pendekatan teknis yang terkoordinasi, dengan fokus pada efisiensi proses dan kestabilan kualitas produk. Salah satu divisi strategis yang memastikan kelancaran sistem kerja adalah Production Engineering & Tooling Division (PETD), yang di dalamnya terdapat Assembly Production

Engineering (APE) sebagai unit teknis perancang sistem perakitan. APE bertugas mengembangkan rancangan teknis dan operasional untuk memastikan bahwa seluruh aktivitas perakitan kendaraan berjalan sesuai target produksi dengan tetap mempertimbangkan prinsip ergonomi dan keselamatan kerja.

Seiring berkembangnya teknologi dan meningkatnya tuntutan produksi, perusahaan menghadapi tantangan baru, yaitu menjaga keseimbangan antara pencapaian target produksi dan kesehatan kerja operator. Hal ini mendorong PT XYZ menetapkan indikator kinerja utama atau Key Performance Indicator (KPI) dengan tema "0 High Burden Job" untuk tahun fiskal 2024/2025. KPI ini secara eksplisit menargetkan penghapusan seluruh jenis pekerjaan yang menimbulkan beban fisik tinggi atau risiko ergonomi yang berbahaya bagi operator produksi. Konsep ini lahir dari kebutuhan nyata di lapangan, di mana beban kerja fisik yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan penurunan produktivitas, peningkatan tingkat absensi, hingga cedera kerja yang mengancam kelangsungan operasional perusahaan.

Untuk mendukung pencapaian target tersebut, perusahaan telah melakukan pemetaan titik-titik kritis melalui *Discomfort Survey* dan proses *screening factor* di berbagai area produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa Assembly Shop Plant 1, khususnya pada Line Chassis 2 dan lebih spesifik di pos kerja Under Body 3, menjadi salah satu titik paling krusial yang memiliki beban kerja fisik tinggi. Pada pos ini, operator bertugas mengambil dan memasang tangki bensin unit C-MPV, baik tipe hybrid maupun konvensional. Tangki tersebut diambil dari flowrack bertingkat tiga dengan ketinggian terendah hanya 50 mm dari lantai. Kondisi ini mengharuskan operator untuk membungkuk dalam waktu lama saat mengambil komponen, menyebabkan ketegangan otot dan ketidakseimbangan postur kerja.

Evaluasi menggunakan metode Nordic Body Map (NBM) mengungkapkan bahwa hampir seluruh bagian tubuh operator mengalami keluhan, mulai dari leher, punggung bawah, hingga pergelangan tangan dan kaki. Hal ini diperkuat dengan penilaian menggunakan Rapid Entire Body Assessment (REBA), yang menunjukkan skor risiko sebesar 10 poin, termasuk dalam kategori risiko tinggi yang membutuhkan intervensi segera. Metode ini secara luas telah digunakan di berbagai penelitian ergonomi industri untuk menganalisis postur kerja dan mengevaluasi beban biomekanik (Darsini et al., 2022; Firmansyah & Azwar, 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem kerja yang digunakan saat ini tidak hanya tidak efisien, tetapi juga membahayakan kesehatan dan keselamatan operator dalam jangka panjang.

Pentingnya intervensi terhadap kondisi kerja di pos tersebut semakin ditekankan oleh berbagai studi sebelumnya yang menyoroti dampak negatif dari posisi kerja tidak ergonomis dalam lingkungan industri. Penelitian oleh He et al. (2023) menunjukkan bahwa prevalensi gangguan muskuloskeletal (MSDs) di sektor otomotif dapat mencapai angka 53,1% dalam 12 bulan, dengan keluhan tertinggi di area punggung bawah. MSDs sering kali terjadi akibat aktivitas angkat, dorong, atau tarik beban dalam posisi membungkuk, terutama jika dilakukan berulang dalam jangka waktu panjang. Asadi & Sadeghi-Yarandi (2024) juga menggarisbawahi bahwa postur kerja yang tidak sesuai dengan prinsip ergonomi menjadi penyebab utama gangguan tersebut, yang berujung pada penurunan performa kerja dan meningkatnya beban biaya kesehatan perusahaan.

Permasalahan yang terjadi di pos Under Body 3 tidak hanya menyangkut postur kerja yang salah, tetapi juga keterbatasan sistem peralatan yang digunakan. Flowrack dengan sistem gravitasi yang tidak optimal menyebabkan tangki tidak dapat turun secara otomatis ke titik pengambilan, sehingga menambah waktu tunggu dan mengganggu kelancaran proses. Beban fisik yang berlebihan (*muri*), inkonsistensi aliran kerja (*mura*), serta aktivitas yang tidak bernilai tambah (*muda*) menjadi indikator utama adanya pemborosan dalam sistem kerja yang bertentangan dengan prinsip Lean Manufacturing (Sundar et al., 2024; Olutade et al., 2023).

Dalam menjawab tantangan ini, berbagai solusi telah dipertimbangkan. Salah satunya adalah dengan mendesain ulang flowrack agar memenuhi standar ergonomi dan memungkinkan operator mengambil komponen tanpa membungkuk. Pendekatan lain meliputi penggunaan sistem otomatis berbasis sensor atau conveyor, meskipun solusi ini membutuhkan investasi tinggi dan perubahan sistem produksi yang kompleks. Alternatif paling realistis dan kontekstual adalah merancang alat bantu kerja mekanis yang ergonomis,

memungkinkan operator mengambil tangki dari flowrack tanpa perlu membungkuk, serta menjaga keteraturan proses pengambilan.

Desain alat bantu kerja ergonomis telah terbukti efektif dalam berbagai studi sebelumnya. Misalnya, penelitian oleh W et al. (2023) menggunakan pendekatan *reverse engineering* dalam mendesain alat bantu servis sepeda berdasarkan hasil evaluasi NBM dan REBA. Pendekatan ini menghasilkan desain yang secara signifikan memperbaiki postur kerja dan mengurangi keluhan fisik. Penelitian lain oleh Fikri & Nugraha (2022) mengadopsi metode Macro Ergonomic Analysis and Design (MEAD) untuk merancang alat bantu pengangkut barang di lini produksi, yang terbukti menurunkan risiko cedera dan meningkatkan kenyamanan kerja. Demikian pula, Nurdin et al. (2020) menekankan bahwa faktor lingkungan kerja, seperti ventilasi dan pencahayaan, turut berperan dalam efektivitas desain alat bantu, karena mendukung aspek keseluruhan ergonomi sistem kerja.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi secara komprehensif permasalahan ergonomi yang terjadi di pos kerja Under Body 3 PT XYZ, khususnya terkait aktivitas pengambilan tangki bensin dari flowrack. Penelitian ini diarahkan untuk merancang alat bantu kerja ergonomis yang mampu mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal, mendukung postur kerja yang netral, serta meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Selain itu, penelitian juga bertujuan untuk mengimplementasikan alat bantu ini dalam konteks nyata produksi dan melakukan evaluasi efektivitasnya melalui pendekatan analitis berbasis pengukuran risiko ergonomi (REBA dan NBM).

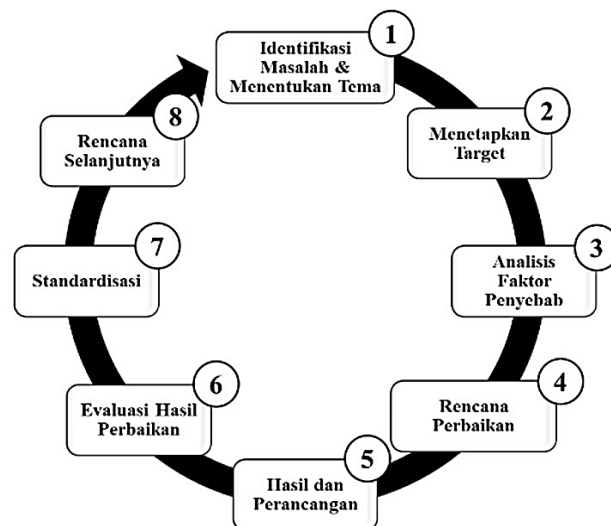
Penting untuk disadari bahwa intervensi ergonomi yang berhasil tidak hanya terbatas pada pengadaan alat bantu semata, tetapi juga membutuhkan integrasi dengan pelatihan kerja dan edukasi operator. Penelitian oleh Suherdin et al. (2023) menunjukkan bahwa pelatihan tentang teknik kerja aman dan postur tubuh yang benar memberikan dampak positif terhadap pengurangan keluhan MSDs. Selain itu, integrasi ergonomi ke dalam sistem manajemen produksi akan mempengaruhi budaya kerja yang lebih sehat dan berkelanjutan, sebagaimana ditegaskan oleh Nugraha & Rahmi (2024) bahwa kesejahteraan fisik pekerja berkaitan langsung dengan kinerja dan ketahanan psikologis di tempat kerja.

Dalam pendekatan Lean Manufacturing, penerapan ergonomi tidak hanya bertujuan menghindari cedera kerja, tetapi juga menjadi alat untuk mengoptimalkan nilai tambah dari setiap aktivitas produksi. Penggunaan metode Value Stream Mapping (VSM) dalam menganalisis alur kerja ergonomis, sebagaimana diusulkan oleh Acosta et al. (2019), menunjukkan bahwa integrasi antara analisis produktivitas dan risiko kesehatan mampu menciptakan sistem kerja yang efisien sekaligus sehat. Oleh karena itu, perancangan alat bantu ini diharapkan menjadi model percontohan penerapan ergonomi dalam sistem kerja lean yang adaptif, berorientasi produktivitas, dan human-centered.

Berdasarkan urgensi dan kondisi tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi perusahaan, baik dalam peningkatan efisiensi proses kerja maupun perlindungan terhadap operator. Keberhasilan desain alat bantu ini diukur tidak hanya dari sisi teknis operasional, tetapi juga dari pengaruhnya terhadap pengurangan keluhan fisik, kestabilan produktivitas, serta peningkatan kepuasan kerja operator di lini perakitan otomotif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan bagi kepentingan internal PT XYZ, tetapi juga memiliki implikasi yang lebih luas terhadap pengembangan sistem kerja ergonomis di industri otomotif Indonesia.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang menggunakan metode Quality Control Circle (QCC) sebagai pendekatan sistematis untuk menganalisis dan memperbaiki proses kerja pemasangan tangki bensin guna mengurangi keluhan muskuloskeletal pada operator. QCC sendiri merupakan upaya peningkatan mutu dan produktivitas melalui keterlibatan aktif tim kerja dalam menyelesaikan permasalahan di tempat kerja (Suripatty & Dharsono, 2019). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja di lini produksi, penyebaran kuesioner menggunakan metode Nordic Body Map (NBM) untuk mengetahui bagian tubuh yang mengalami keluhan, serta penilaian postur kerja dengan metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). Selain itu, peneliti juga menggunakan dokumentasi dan studi literatur untuk mendukung proses analisis dan perancangan perbaikan.



**Gambar 1.** Langkah Perbaikan

Analisis data dilakukan melalui delapan langkah dalam siklus QCC. Langkah pertama adalah identifikasi masalah dan penentuan tema, di mana peneliti menggunakan discomfort survey dan screening factor untuk menentukan tema yang relevan, serta survei NBM dan REBA untuk mengidentifikasi permasalahan ergonomi. Langkah kedua adalah penetapan target menggunakan prinsip SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound) sebagai dasar dalam menentukan sasaran perbaikan. Langkah ketiga merupakan analisis faktor penyebab yang dilakukan melalui diagram fishbone (Ishikawa) untuk mengidentifikasi sumber permasalahan dari berbagai aspek. Selanjutnya, langkah keempat yaitu penyusunan rencana perbaikan dilakukan dengan pendekatan 5W2H (What, Why, Where, When, Who, How, dan How much), yang bertujuan merancang solusi yang terstruktur dan efisien.

Langkah kelima adalah tahap hasil dan perancangan, di mana dilakukan desain alat bantu berupa lifter dan shutter dengan pemodelan 3D, dilanjutkan dengan pembuatan alat dan uji coba ketahanan (endurance trial) sebelum diterapkan di lini produksi. Langkah keenam adalah evaluasi hasil perbaikan yang dilakukan dengan pengukuran ulang menggunakan NBM dan REBA, serta pemantauan kinerja alat dalam proses kerja aktual. Setelah alat terbukti efektif, dilakukan langkah ketujuh yaitu standarisasi berupa penyusunan Standard Operating Procedure (SOP) untuk penggunaan alat bantu tersebut. Terakhir, langkah kedelapan adalah penyusunan rencana perbaikan selanjutnya yang didasarkan pada tahapan-tahapan proses kerja lain yang masih belum memenuhi aspek ergonomis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Masalah & Menentukan Tema


Dalam menentukan tema penulis menerima permasalahan yang ada dengan tingkat urgensi yang tinggi yaitu keluhan muskuloskeletal di pos pemasangan tangki bensin, tetapi untuk memastikan bahwa tidak ada keluhan pada pos lain penulis melihat hasil screening factor dari assembly shop plant 1, dan memang pos tersebut adalah pos yang paling tinggi hasil screening factor-nya. Dalam mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal pada pos pemasangan tangki bensin penulis melakukan survei menggunakan NBM pada kedua operator (shift Red & White).

**LEMBAR KUESIONER NORDIC BODY MAP**

No. dan Operator : SALENG SALIKHAN      Nama : .....      Tanggal : .....  
 Operator : .....  
 Jenis Pekerjaan : .....  
 Berat Badan : 52 kg      Jenis Bekerja : .....  
 Umur : 21 tahun      Waktu Kerja : .....  
 Pekerjaan : .....      Waktu Kerja : .....

Berikan tanda centang (✓) pada kolom berikut ini, jika ada keluhan ketidaknyamanan yang dirasakan pada bagian tubuh (menurut gambar)

No	Jenis Keluhan	Sebelum Kerja		Setelah Kerja	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
0	Sakit pada leher				
1	Sakit pada bahu, leher				
2	Sakit pada kiri bahu				
3	Sakit pada kanan bahu				
4	Sakit pada kiri atas lengan				
5	Sakit pada punggung				
6	Sakit pada kanan atas lengan				
7	Sakit pada pinggang				
8	Sakit pada pantat				
9	Sakit pada bagian bawah pantat				
10	Sakit pada kiri atas				
11	Sakit pada kanan atas				
12	Sakit pada kiri lengan bawah				
13	Sakit pada kanan lengan bawah				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
16	Sakit pada tangan kiri				
17	Sakit pada tangan kanan				
18	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
19	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
20	Sakit pada betis kiri				
21	Sakit pada betis kanan				
22	Sakit pada telapak kaki kiri				
23	Sakit pada telapak kaki kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada kaki kiri				
27	Sakit pada kaki kanan				

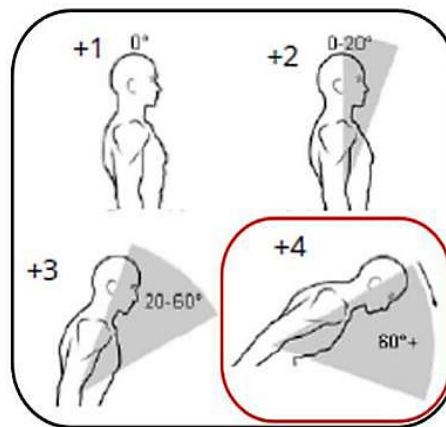

**Gambar 2.** Identifikasi Masalah (NBM)

Gambar 2. menunjukkan bahwa operator merasakan sakit pada 22 dari 28 bagian tubuh setelah bekerja, padahal kondisi sebelum bekerja operator tidak merasakan sakit pada tubuhnya. Setelah dilakukan survei, penulis melakukan assesment menggunakan REBA untuk mengetahui pada proses apa posisi terburuk terjadi.

**Tabel 1.** Identifikasi Masalah (REBA)

No	Step Docking Fuel Tank	REBA Score	Capture Position	Capture Score	Level of Urgency
1	Install Bracket to Lifter	1 Poin		SCORE 1 1.0 OK 2.0 Low risk, change may be needed 3.0 Medium risk, further investigation, change soon 4.0 High risk, investigate and implement change 5.0 Very high risk, implement change	4
2	Lift Up from Flowrack	10 Poin (Lower Layer)		SCORE 10 1.0 OK 2.0 Low risk, change may be needed 3.0 Medium risk, further investigation, change soon 4.0 High risk, investigate and implement change 5.0 Very high risk, implement change	1
3	Put Down to Docking Lifter	6 Poin		SCORE 6 1.0 OK 2.0 Low risk, change may be needed 3.0 Medium risk, further investigation, change soon 4.0 High risk, investigate and implement change 5.0 Very high risk, implement change	2
4	Docking to Unit & Tightening	2 Poin		SCORE 2 1.0 OK 2.0 Low risk, change may be needed 3.0 Medium risk, further investigation, change soon 4.0 High risk, investigate and implement change 5.0 Very high risk, implement change	3

Tabel 1. menggambarkan bahwa pada 4 tahapan proses pemasangan tangki bensin, tahapan pengambilan tangki bensin adalah tahapan yang terburuk dengan skor 10 poin yang artinya pekerjaan tersebut beresiko tinggi, butuh dilakukan investigasi, dan harus dilakukan perubahan (Firdaus & Sujarno, 2023).



**Gambar 3.** Posisi Membungkuk

Gambar 3. menunjukkan bahwa posisi terburuk yang terjadi pada proses pengambilan tangki bensin adalah posisi membungkuk  $>90^\circ$ , posisi ini sangat berperan terhadap adanya keluhan muskuloskeletal pada operator dan yang membuat hasil dari REBA sebesar 10 poin. Adanya posisi membungkuk ini bukan hanya berdasarkan keluhan operator saja tetapi juga dilakukan analisa secara langsung dengan melihat proses pemasangan tangki bensin, agar semua masalah yang ada dapat terlihat, dan selain adanya posisi membungkuk terdapat juga posisi pengambilan tangki bensin yang tidak teratur ketika mengambil dari *flowrack*. Kedua temuan ini dapat disebut sebagai posisi *baratsuki*. Selain posisi *baratsuki*, terdapat juga masalah pada *flowrack* itu sendiri yaitu tangki bensin tidak dapat turun ketika tangki bensin terdepan diambil.

### Menetapkan Target

Metode SMART untuk menetapkan target improvement yang terdiri dari Specific, Measurable, Achievable, Relevant, dan Time-bound.

<b>S</b>	Perbaikan dilakukan pada proses pemasangan tangki bensin unit C-MPV tipe <i>hybrid</i> , pada <i>pos under body 3</i> di <i>line chassis 2 assembly shop plant 1</i> .
<b>M</b>	Hasil REBA mencapai skor 1-3 poin, tidak ada posisi membungkuk $>20^\circ$ , dan hasil survei NBM dapat menurun dari 22/28 <i>body part</i> .
<b>A</b>	Berdasarkan analisa, posisi membungkuk $>20^\circ$ dapat dihilangkan jika pengambilan tangki bensin hanya pada <i>layer atas flowrack</i> .
<b>R</b>	Selaras dgn 3 <i>Promises &amp; 4 Priorities Toyota</i> , <i>safety</i> adalah prioritas pertama dalam bekerja. Sejalan juga dgn KPI & target divisi yaitu "0" <i>High Burden Job</i> .
<b>T</b>	Aktivitas dilakukan selama periode magang 8 Januari – 7 Agustus 2024.

**Gambar 4.** Metode SMART

### Specific

Perbaikan dilakukan pada proses pemasangan tangki bensin unit C-MPV tipe *hybrid*, pada *pos under body 3* di *line chassis 2 assembly shop plant 1*.

### Measurable

Hasil REBA mencapai skor 1-3 poin, tidak ada posisi membungkuk  $>20^\circ$ , dan hasil survei NBM dapat menurun dari 22/28 *body part*.

### Achievable

Berdasarkan analisa, posisi membungkuk  $>20^\circ$  dapat dihilangkan jika pengambilan tangki bensin hanya pada *layer atas flowrack*.

### Relevant

Selaras dgn 3 *Promises & 4 Priorities Toyota*, *safety* adalah prioritas pertama dalam bekerja. Sejalan juga dengan KPI & target divisi yaitu "0" *High Burden Job* (Toyota Motor Manufacturing Indonesia).

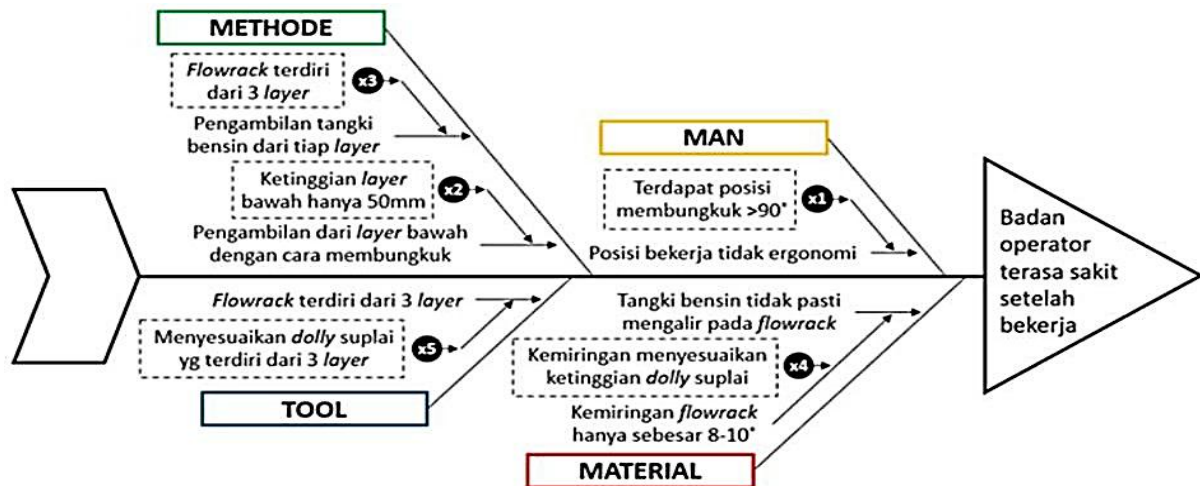
### Time-bound

Aktivitas dilakukan selama periode magang 8 Januari – 7 Agustus 2024.



### Analisis Faktor Penyebab

Diagram fishbone digunakan untuk analisa faktor penyebab disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 5. Diagram Fishbone

### Faktor Manusia

Posisi bekerja tidak ergonomi disebabkan oleh adanya membungkuk  $>90^\circ$ .

### Faktor Metode

Pengambilan dari layer bawah dengan cara membungkuk disebabkan oleh ketinggian layer bagian bawah yang hanya 50mm dan pengambilan tangki bensin dari tiap layer disebabkan oleh flowrack yang terdiri dari 3 layer

### Faktor Material

Tangki bensin tidak pasti turun pada flowrack disebabkan oleh kemiringan flowrack yang hanya sebesar  $8-10^\circ$ , dan keterbatasan kemiringan disebabkan oleh penyesuaian ketinggian dolly suplai.

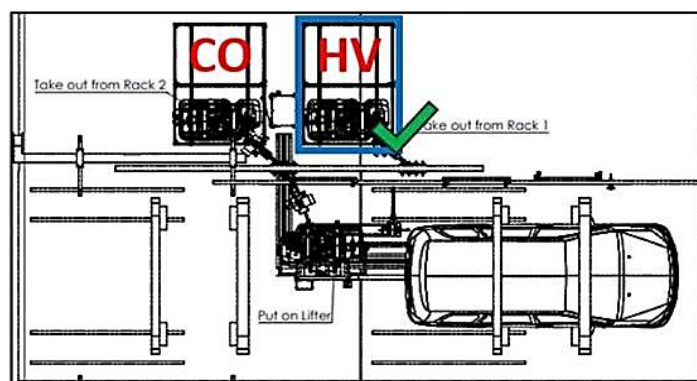
### Rencana Perbaikan

Menentukan rencana perbaikan menggunakan metode 5W2H.

Tabel 2. Metode 5W2H

What	Why Root Cause	When	Where	Who	How Solution	Much
Posisi bekerja tidak ergonomi	Terdapat posisi membungkuk $>90^\circ$	8 Januari s/d 7 Agustus 2024	Hybrid type Post Under Body 3 Line Assembly Shop Plant#1	Muhammad Rafif	Perancangan lifter tangki bensin sistem pneumatic	Rp. 123.000.000
Pengambilan dari layer bawah dengan cara membungkuk	Ketinggian layer bawah hanya 50mm					
Mengambil tangki bensin dari tiap layer	Flowrack terdiri dari 3 layer					
Tangki bensin tidak pasti mengalir pada flowrack	Kemiringan menyesuaikan ketinggian dolly suplai					
Flowrack terdiri dari 3 layer	Menyesuaikan dolly suplai yang terdiri dari 3 layer					

Hasil dari penerapan 5W2H, memutuskan untuk melakukan perancangan dan implementasi lifter tangki bensin tipe hybrid (HV). Lifter dirancang agar menghilangkan posisi membungkuk dan pengambilan dari tiap layer, juga memastikan agar tangki bensin pasti mengalir pada flowrack.

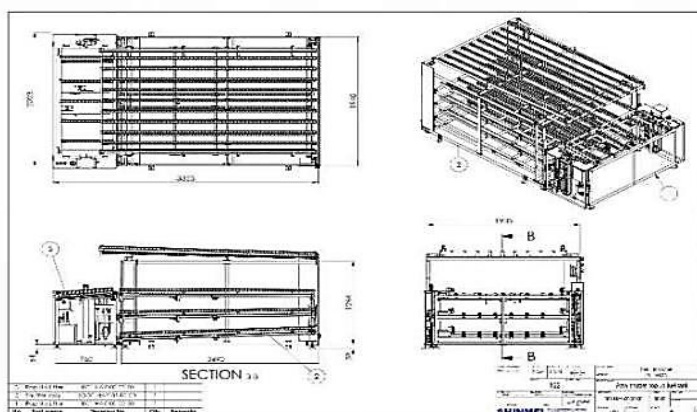


**Gambar 6.** Implementasi pada tipe *hybrid*

Gambar 6. menunjukkan bahwa implementasi dilakukan terlebih dahulu pada tipe *hybrid* karena rasio produksi yang lebih besar dibandingkan tipe konvensional (1:3) dan dilakukan pada satu tipe terlebih dahulu agar implementasi lebih cepat dan efisien.

### Hasil dan Perancangan

Setelah melakukan observasi dan diskusi, penulis membuat ide perbaikan berupa alat bantu produksi yaitu lifter & shutter untuk tangki bensin tipe hybrid unit C- MPV.



**Gambar 7.** Drawing Lifter & Shutter

Gambar 7 adalah drawing dari Lifter & Shutter, lifter berfungsi sebagai countermeasure dari adanya posisi baratsuki dan shutter sebagai countermeasure dari masalah tangki bensin tidak turun pada flowrack. Dari gambar ini dilakukan drawing review untuk menilai apakah alat yang akan dibuat benar-benar bisa menanggulangi masalah yang ada atau tidak. Drawing review dilakukan dengan mengajak semua stakeholder yang terkait yaitu produksi, maintenance, PAD logistik, dan maker. Setelah dilakukan drawing review, proses fabrikasi alat dimulai.



**Gambar 8.** Proses Fabrikasi Alat



Gambar 8 adalah tangkapan layar dari proses fabrikasi lifter & shutter, selama proses fabrikasi berlangsung monitoring terus dilakukan agar berjalan sesuai timeline dan tidak bertolak belakang terhadap tujuan.



**Gambar 9.** Pemasangan Alat Pada *Line* Produksi

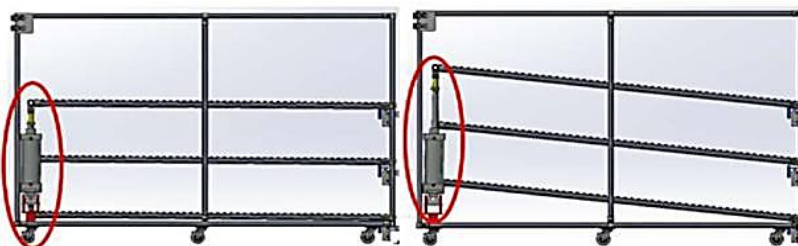
Gambar 9 memperlihatkan lifter & shutter diimplementasikan pada line produksi chassis 2 untuk membantu proses pemasangan tangki bensin unit C- MPV tipe hybrid.



**Gambar 10.** Proses Trial & Sosialisasi

Gambar 10 adalah tangkapan gambar saat proses trial dan sosialisasi setelah alat dilakukan pemasangan, proses ini dilakukan baik pada proses pemasangan tangki bensin maupun pada proses suplai, karena terdapat perubahan metode kerja pada kedua proses tersebut. Setelah tahapan instalasi dan sosialisasi selesai, lifter & shutter digunakan untuk proses produksi dan dilakukanlah monitoring produksi untuk memastikan alat dapat berjalan dengan seharusnya.

Lifter & shutter menggunakan sistem pneumatik, alasan dalam menggunakan sistem ini adalah biaya yang lebih murah dibanding menggunakan sistem elektrik. Lifter dibuat dengan fitur auto sequence yaitu fitur yang dapat membuat alat berjalan otomatis tanpa perlu memberikan input secara langsung sehingga tidak ada waktu menunggu pada operator (Antandito et al., n.d.). Shutter dibuat untuk memungkinkan terjadinya proses suplai namun juga dapat mengatasi masalah tangki bensin tidak turun.

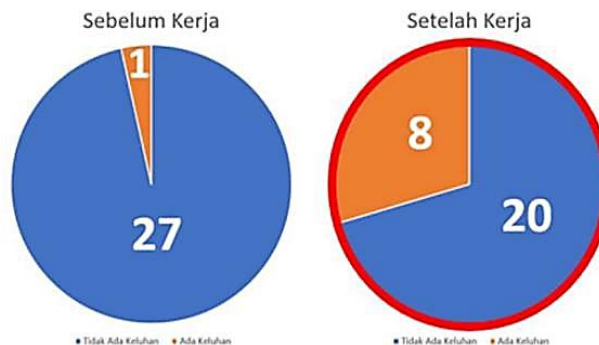


**Gambar 11.** Kondisi Shutter

Gambar 11 adalah penggambaran 2 kondisi shutter, kondisi silinder turun adalah kondisi suplai dan ketika naik adalah kondisi tidak suplai.

### Evaluasi Hasil Perbaikan

Setelah implementasi pada line produksi, dilakukan evaluasi dengan menggunakan NBM untuk mengetahui apakah ada dampak yang diberikan pada kondisi tubuh setelah bekerja selama 8 jam, sebelumnya hasil dari survei adalah rata-rata dari 2 operator 22 bagian tubuhnya terasa sakit setelah bekerja dan hasil setelah implementasi dilakukan sebagai berikut:



**Diagram 12.** Nordic Body Map Result

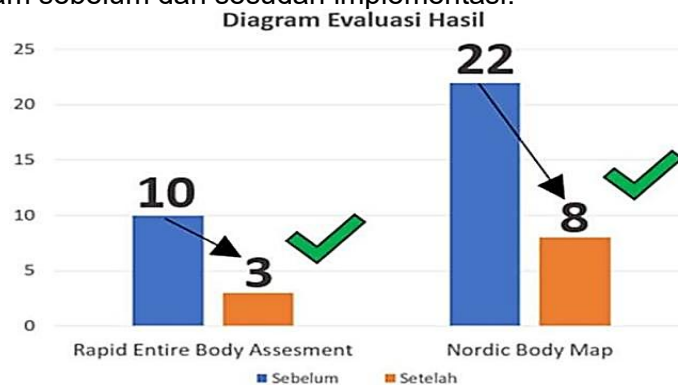
Diagram 12 menunjukkan bahwa kondisi badan operator setelah bekerja lebih baik dari sebelum implementasi, 8 dari 28 bagian tubuh masih terasa sakit setelah bekerja.

Evaluasi terhadap ergonomi juga dilakukan kembali menggunakan REBA, dan hasilnya sebagai berikut:

**Tabel 3.** Rapid Entire Body Assesment Result

Score	RISK
1	Negligible Risk
2 or 3	Low risk, change may be neede
4 to 7	Medium risk, futher investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

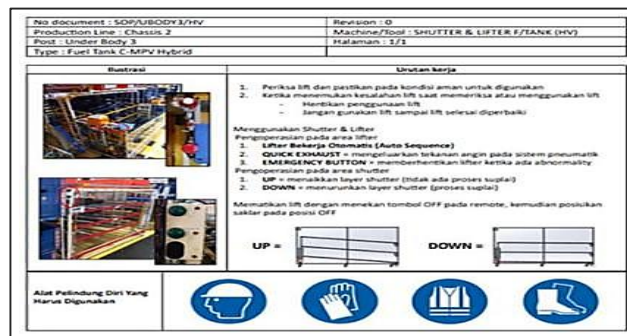
Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil assesment menggunakan REBA menjadi 3 poin yang artinya pekerjaan tersebut adalah pekerjaan yang rendah resiko (Sudarwati et al., n.d.). Berikut diagram sebelum dan sesudah implementasi.



**Diagram 13.** Diagram Evaluasi Hasil

### Standarisasi

Untuk menstandarisasi improvement ini dilakukan pembuatan standar operasional prosedur (SOP). SOP digunakan sebagai standar operasional lifter & shutter. Tetapi tetap dilakukan sosialisasi terlebih dahulu kepada semua operator yang terkait. Saat proses instalasi selesai, trial dan sosialisasi langsung dilakukan agar secara proses operator dapat menyampaikan kekurangan alat dan bisa langsung diperbaiki saat itu juga. Dalam proses instalasi juga terbatas, hanya terdapat 2 hari untuk melakukannya.



**Gambar 14.** Standar Operasional Prosedur

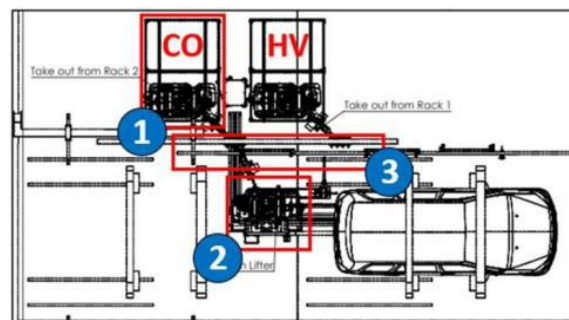
Gambar 14 menggambarkan SOP yang telah dibuat, SOP mengandung tata cara penggunaan lifter & shutter tangki bensin.

### Rencana Selanjutnya

Penulis menyadari penelitian ini tidak bisa secara sempurna membuat proses pemasangan tangki bensin dilakukan dengan ergonomi, maka dari itu untuk menyempurnakan ergonomi pada proses pemasangan tangki bensin penulis merencanakan langkah-langkah perbaikan sebagai berikut.

**Tabel 4.** Langkah perbaikan lanjutan

No	Perbaikan Selanjutnya
1	Melakukan perbaikan yang sama pada tipe konvensional (CO).
2	Menurunkan ketinggian docking lifter, agar ketika meletakkan tangki bensin ke docking lifter lengan tidak mengangkat $>90^\circ$ , sehingga dapat menurunkan skor REBA yang saat ini bernilai 6 poin (Medium Sisk).
3	Merancang alat bantu yang dapat menghilangkan posisi mengangkat tangki bensin, sehingga menurunkan skor REBA menjadi 1 poin karena tidak ada beban yang perlu di angkat dan tidak perlu mengangkat lengan $>20^\circ$ .



**Gambar 15.** Layout Perbaikan Selanjutnya

Permasalahan ergonomi dalam proses pemasangan tangki bensin pada pos kerja Under Body 3 PT XYZ telah teridentifikasi secara sistematis melalui pendekatan kombinasi Nordic Body Map (NBM) dan Rapid Entire Body Assessment (REBA). Identifikasi ini mengungkapkan bahwa operator mengalami keluhan muskuloskeletal pada 22 dari 28 bagian tubuh setelah bekerja, terutama pada bagian punggung, leher, dan lengan. Posisi kerja yang paling dominan adalah membungkuk lebih dari  $90^\circ$ , yang tidak hanya menimbulkan ketidaknyamanan fisik, tetapi juga menciptakan risiko jangka panjang terhadap kesehatan kerja operator.

Penerapan metode NBM dan REBA dalam penelitian ini sejalan dengan berbagai studi yang menegaskan bahwa kedua alat tersebut merupakan metode yang sangat efektif dalam mengidentifikasi dan menganalisis risiko gangguan muskuloskeletal (WMSD) di sektor manufaktur. NBM digunakan untuk memetakan keluhan tubuh secara subyektif berdasarkan pengalaman pekerja, sedangkan REBA memberikan analisis kuantitatif terhadap postur kerja yang dapat menyebabkan ketegangan fisik. Kombinasi keduanya memberikan gambaran menyeluruh tentang sumber dan tingkat risiko ergonomi yang dihadapi pekerja (Triana, 2022; Beatrix & Wijayanto, 2023; Panjaitan et al., 2024).

Dalam studi ini, skor REBA mencapai 10 poin untuk proses pengambilan tangki dari flowrack nilai yang dikategorikan sebagai “High Risk”, menandakan kebutuhan akan intervensi segera. Temuan ini tidak hanya relevan secara internal, tetapi juga menguatkan hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa skor REBA di atas 7 menandai kondisi kerja yang berisiko tinggi dan perlu perbaikan segera (Nizan et al., 2024; Akkeesuwana et al., 2024).

Untuk menjawab permasalahan tersebut, dilakukan analisis akar penyebab dengan diagram fishbone, yang mampu mengelompokkan faktor penyebab ke dalam kategori manusia, metode, material, dan peralatan. Diagram ini efektif dalam membantu mengurai keterkaitan antar penyebab dan menjadi acuan dalam penyusunan solusi terintegrasi (Paramawardhani & Amar, 2020; Namira et al., 2021). Dalam kasus ini, akar permasalahan mencakup desain flowrack yang terlalu rendah, kemiringan yang tidak optimal, dan metode pengambilan yang mengharuskan operator membungkuk.

Berdasarkan hasil analisis fishbone dan pendekatan 5W2H, intervensi dipilih dalam bentuk perancangan alat bantu ergonomis berupa lifter dan shutter yang menggunakan sistem pneumatik. Pemilihan teknologi pneumatik didasarkan pada efisiensi biaya dan kemampuannya dalam mendukung mekanisme pengangkatan otomatis (*auto sequence*) tanpa input manual dari operator. Teknologi ini telah terbukti dalam berbagai studi sebagai solusi ergonomis yang mampu mengurangi postur membungkuk dan menghilangkan kebutuhan tenaga angkat secara langsung, yang merupakan faktor risiko utama WMSD (Daneshmandi et al., 2019; Ananda & Wisudawati, 2020).

Penerapan lifter & shutter berbasis pneumatik tidak hanya dirancang untuk mengubah metode pengambilan dari flowrack, tetapi juga untuk memperbaiki kontinuitas aliran tangki melalui shutter kontrol. Sistem ini memungkinkan tangki turun otomatis dari flowrack tanpa perlu intervensi operator. Intervensi ini menunjukkan karakteristik ergonomi aktif—yakni intervensi yang tidak hanya memperbaiki kondisi kerja tetapi juga memodifikasi alat dan lingkungan agar mendukung postur kerja optimal (Hidayat & Ahsan, 2023; Santos et al., 2020).

Setelah implementasi alat bantu ergonomis, dilakukan kembali pengukuran menggunakan NBM dan REBA sebagai evaluasi. Hasilnya menunjukkan perbaikan signifikan: skor REBA turun dari 10 menjadi 3, menandakan pergeseran dari “High Risk” menjadi “Low Risk.” Secara bersamaan, jumlah bagian tubuh yang mengalami keluhan berdasarkan NBM turun dari 22 menjadi hanya 8 bagian tubuh. Perubahan ini menguatkan klaim berbagai studi bahwa penerapan alat bantu ergonomis dapat menurunkan skor REBA secara signifikan hingga 47% dalam beberapa kasus (Kumar & Thangavelu, 2024; Nizan et al., 2024).

Penurunan keluhan muskuloskeletal seperti ini juga tercermin dalam studi Budiyanto & Setiyoso (2021), yang mencatat bahwa setelah intervensi ergonomis, keluhan di punggung bawah dan bahu pekerja menurun secara drastis. Hal ini juga didukung oleh penelitian Hawari et al. (2023) yang menekankan bahwa penggunaan alat bantu untuk menstabilkan postur kerja terbukti berpengaruh terhadap peningkatan kenyamanan dan pengurangan kelelahan otot.

Selain aspek teknis dan ergonomis, keberhasilan intervensi ini diperkuat melalui pelaksanaan standarisasi proses kerja dalam bentuk penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP). Pembuatan SOP untuk penggunaan alat bantu ergonomis menjadi komponen penting dalam keberlanjutan perbaikan. SOP ini tidak hanya menjelaskan cara penggunaan lifter & shutter, tetapi juga menjadi pedoman keselamatan kerja. Penerapan SOP yang disertai pelatihan operator telah terbukti dalam banyak studi sebagai pendekatan yang mampu memperkuat implementasi ergonomi secara berkelanjutan (Widodo et al., 2019; Nidhar & Pramono, 2024).

Langkah penting lainnya adalah perencanaan perbaikan lanjutan yang mencakup implementasi alat bantu serupa pada tipe konvensional (CO), penurunan ketinggian docking lifter untuk menghindari angkat lengan lebih dari 90°, serta pengembangan alat bantu tambahan yang dapat menghilangkan kebutuhan pengangkatan tangki secara manual. Semua perbaikan ini ditujukan untuk menurunkan skor REBA menjadi 1 dengan kategori “Negligible Risk” dan menunjukkan orientasi berkelanjutan terhadap peningkatan ergonomi kerja.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan implementasi lifter untuk proses pemasangan tangki bensin unit C-MPV tipe hybrid, dapat disimpulkan bahwa alat ini berhasil mengurangi hasil REBA dari 10 poin menjadi 3 poin serta menurunkan hasil survei NBM dari 22 bagian tubuh yang terasa sakit menjadi hanya 8 bagian tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan lifter mampu mengubah pekerjaan yang awalnya berisiko tinggi terhadap kesehatan menjadi pekerjaan dengan risiko rendah, sekaligus mengurangi keluhan muskuloskeletal pada operator. Selain itu, penggunaan shutter juga terbukti efektif dalam mengatasi masalah tangki bensin yang tidak turun pada flowrack, yaitu dengan menerapkan mekanisme lifting. Namun demikian, masih terdapat bagian tubuh yang terasa sakit setelah bekerja, yang kemungkinan disebabkan oleh fakta bahwa perbaikan baru diterapkan pada tipe hybrid saja, sedangkan tipe konvensional masih menggunakan metode lama sebelum implementasi alat bantu pada tipe hybrid.

## REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar implementasi lifter tidak hanya diterapkan pada unit C-MPV tipe hybrid, tetapi juga diperluas ke seluruh lini produksi, termasuk tipe konvensional yang hingga saat ini belum mengalami perbaikan. Hal ini penting untuk memastikan standar ergonomi kerja yang merata dan meminimalisasi risiko keluhan muskuloskeletal di semua tipe kendaraan. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi berkala terhadap efektivitas alat bantu yang telah diterapkan serta pelatihan berkelanjutan bagi operator untuk memastikan penggunaan alat sesuai prosedur. Penelitian lanjutan juga dapat mengkaji efisiensi waktu kerja dan produktivitas operator pasca implementasi lifter sebagai parameter tambahan untuk mengukur keberhasilan alat bantu ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT XYZ yang telah memberikan izin dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh operator dan tim produksi yang telah bersedia menjadi responden serta memberikan data dan masukan yang sangat berharga. Tidak lupa, penulis menyampaikan apresiasi kepada dosen pembimbing serta semua pihak yang telah mendukung kelancaran proses perancangan, implementasi, dan penyusunan artikel ini hingga selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acosta, M., Vilches, S., Cantú, J., & Chacara-Montes, A. (2019). Implementation of the lean ergonomics approach to process performance improvement. *Journal of Microfinance Planning and Control*, 10-21. <https://doi.org/10.35429/jmpc.2019.15.5.10.21>
- Akkeesuwan, A., Pochana, K., & Chairapat, S. (2024). Developing an observational technique for agricultural ergonomics risk assessment (aera). *Work*, 80(3), 1387-1404. <https://doi.org/10.1177/10519815241291679>
- Ananda, V. and Wisudawati, N. (2020). Analisis postur kerja pada pengangkutan buah kelapa sawit menggunakan metode rula dan reba. *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.32502/js.v5i2.3146>
- Antandito, D. J., Choiri, M., & Riawati, L. (n.d.). *Lean manufacturing approach in furniture production process with cost integrated value stream mapping methods (A case study in PT. Gatra Mapan, Ngijo, Malang)*.
- Asadi, N. and Sadeghi-Yarandi, M. (2024). Investigating the relationship between environmental and cognitive ergonomics with work-related musculoskeletal disorders: a case study in an automobile industry. *Work*, 1-16. <https://doi.org/10.3233/wor-240275>
- Beatrix, M. and Wijayanto, A. (2023). Posture analysis using the rapid entire body assessment (reba) & nordic body map (nbm) methods to reduce the risk of musculoskeletal disorders (msds) in automotive company. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 09(02), 29-35. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2023.9.2.4>



- Budiyanto, T. and Setiyoso, F. (2021). Designing an ergonomic-based work facility of dough stirrer for kerupuk cipir using rapid entire body assesment (reba) analysis to reduce musculoskeletal complaints and increase productivity. *Logic Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi*, 21(2), 87-92. <https://doi.org/10.31940/logic.v21i2.2454>
- Daneshmandi, H., Kee, D., Kamalinia, M., Oliaei, M., & Mohammadi, H. (2019). An ergonomic intervention to relieve musculoskeletal symptoms of assembly line workers at an electronic parts manufacturer in iran. *Work*, 61(4), 515-521. <https://doi.org/10.3233/wor-182822>
- Fikri, S. and Nugraha, A. (2022). Usulan perancangan alat bantu perpindahan barang yang ergonomis dari stasiun kerja mesin shearing ke mesin bending di pt.xyz. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4635>
- Firdaus, E. J., & Sujarno, P. A. (2023). Penilaian postur tubuh pekerja dan perbaikan sistem kerja dengan metode RULA dan REBA pada PT. Sharp Electronics Indonesia, 8(2).
- Firmansyah, M. and Azwar, A. (2022). Analisis postur kerja dan resiko musculoskeletal disorder (msds) pada operator produksi di konveksi syambia collection. *Retims*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.32897/retims.2022.4.1.1779>
- Haekal, J., Hanum, B., & Prasetyo, D. E. (2020). Analysis of operator body posture packaging using Rapid Entire Body Assessment (REBA) method: A case study of pharmaceutical company in Bogor, Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 6(7), 27-36. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2020.3620>
- Hawari, N., Sulaiman, R., & Rosalam, C. (2023). Conceptual design, fabrication and validation on prototype of industrial ergonomic trolley-lifter for wood furniture industry. *Alam Cipta International Journal of Sustainable Tropical Design & Practice*, 16(2), 71-78. <https://doi.org/10.47836/ac.16.2.paper08>
- He, X., Xiao, B., Wu, J., Chen, C., Li, W., & Yan, M. (2023). Prevalence of work-related musculoskeletal disorders among workers in the automobile manufacturing industry in china: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16896-x>
- Hidayat, R. and Ahsan, A. (2023). Work posture analysis with reba and rula method on production operators repair and maintenance of lpg 3kg at pt. xyz. *Technium Romanian Journal of Applied Sciences and Technology*, 17, 301-306. <https://doi.org/10.47577/technium.v17i.10091>
- Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á. J. (2020). An overview of REBA method applications in the world. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>
- Kumar, G. and Thangavelu, R. (2024). Postural analysis and ergonomic intervention of unorganized workers in indian construction sectors. *Work*, 1-12. <https://doi.org/10.3233/wor-220557>
- Mandiri, A., et al. (n.d.). *Peranan ergonomi di tempat kerja*.
- Murdiyanto, D., & Santoso, P. B. (2016). Rekayasa sistem informasi manajemen perakitan berbasis group technology untuk mendukung proses assembly frame body bus. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 75-85.
- Namira, A., Anas, A., Amalia, R., & Tui, R. (2021). Evaluation of achievement of overburden production target using fishbone diagram method at pit a site b pt xyz, south sumatera province. *Epi International Journal of Engineering*, 4(2), 158-167. <https://doi.org/10.25042/10.25042/epi-ije.082021.08>
- Nidhar, A. and Pramono, A. (2024). Ergonomic chairless chair operator assembly manufaktur otomotif untuk mengurangi gejala musculoskeletal disorders. *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 10(2), 81-88. <https://doi.org/10.30656/intech.v10i2.8852>
- Nizan, N., Ali, N., & Hussain, S. (2024). Managing ergonomic risk assessment among assembly operators in the small-scale fabrication sector. *Process Safety Progress*, 43(S1). <https://doi.org/10.1002/prs.12585>

- Nugraha, R. and Rahmi, P. (2024). Pengaruh beban kerja dan stres kerja terhadap kinerja karyawan di pt. indoneptune net manufacturing kabupaten bandung. *Syntax Idea*, 6(7), 3024-303. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i7.3870>
- Nurdin, A., Rusindiyanto, R., & Saifudin, J. (2020). Analisis faktor lingkungan kerja fisik dan penentuan waktu istirahat kerja di pt. xyz. *Juminten*, 1(6), 37-48. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i6.179>
- Olutade, O., Adeyinka, A., & Durodola, O. (2023). Exploring lean six sigma: a comprehensive review of methodology and its role in business improvement. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 4(6), 939-947. <https://doi.org/10.54660/ijmrge.2023.4.6.939-947>
- Panjaitan, N., Silitonga, N., Lubis, J., & Faris, M. (2024). Optimization of work posture at pt. xyz: analysis of the rapid entire body assessment (reba) method to improve health and productivity. *Logistic and Operation Management Research (Lomr)*, 3(2), 69-82. <https://doi.org/10.31098/lomr.v3i2.2773>
- Paramawardhani, H. and Amar, K. (2020). Waste identification in production process using lean manufacturing: a case study. *Journal of Industrial Engineering and Halal Industries*, 1(1), 39-46. <https://doi.org/10.14421/jiehis.1827>
- Putu, A., et al. (2022). Musculoskeletal disorder (MSDs) pada pekerja kantoran di Surabaya. *Jurnal Endurance: Kajian Ilmiah Problema Kesehatan*, 7(2), 323–328. <https://doi.org/10.22216/endurance.v7i2.824>
- Santos, S., Folgado, D., Rodrigues, J., Mollaei, N., Fujão, C., & Gambôa, H. (2020). Explaining the ergonomic assessment of human movement in industrial contexts.. <https://doi.org/10.5220/0008953800790088>
- Sudahwati, W., Marfuah, U., Setiawan, A., Puspita, D. K., & Ramadhan, A. I. (n.d.). Pengaruh ergonomi terhadap QRM bagi pekerja perakitan mobil produk otomotif. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Suherdin, S., Rohendi, N., & Sinaga, Y. (2023). Risk factors of musculoskeletal disorders (msds) among productionworkers in bandung city, indonesia. *International Journal of Health & Medical Research*, 02(11). <https://doi.org/10.58806/ijhmr.2023.v2i11n07>
- Sundar, P., Chowdhury, C., & Kamarthi, S. (2024). Industrial internet of things enabled kata methodology of assembly line productivity improvement: insights from a case study. *Processes*, 12(11), 2611. <https://doi.org/10.3390/pr12112611>
- Suripatty, P. I., & Dharsono, W. W. (2019). Mengurangi down time mesin filling pada produksi minuman botol dengan menggunakan metode quality control circle di PT XYZ.
- Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN). (n.d.). *Glossary TMMIN*. <https://www.toyota.co.id/encyclopedia-glossary>
- Triana, N. (2022). Working posture analysis for skid tank gas filling process using nordic body map and rapid entire body assessment method. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 08(02), 01-07. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2022.8.2.1>
- W, F. and Sukania, I. (2023). Perancangan alat bantu service sepeda yang ergonomis dengan metode reverse engineering (studi kasus umkm teras38ike). *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(2), 210-219. <https://doi.org/10.24912/jmti.v2i2.27003>
- Widodo, L., Ariyanti, S., & Octavia, J. (2019). Peningkatan produktifitas ukm produk sugarwax melalui intervensi ergonomi di stasiun kerja. *Jurnal Ergonomi Dan K3*, 4(1), 29-39. <https://doi.org/10.5614/j.ergo.2019.4.1.5>
- Wijaya, K. (2019). Identifikasi risiko ergonomi dengan metode Nordic Body Map terhadap pekerja konveksi sablon baju. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*.