



Product Design and Development

Desain Perancangan Troli Ergonomi Bagi Pekerja *Material Handling* UMKM Sigma Motor.

Kevin Ferdinand Anderson^a, Fuad Dwi Hanggara^b, Adi Nugroho^{*c}

^{abc} Program Studi Teknik Industri Universitas Universal, Kompleks Maha Vihara Duta Maitreya Bukit Beruntung, Kota Batam 29456, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 05 Juli 2023

Revisi Akhir: 15 Agustus 2023

Diterbitkan Online: 15 September 2023

KATA KUNCI

Material Handling, REBA, NBM

KORESPONDENSI *

Telepon : 0852-922-51882

E-mail: aaddinugroho@gmail.com

ABSTRACT

The development of the industrial sector requires researchers to continue to innovate, from an industrial management system, workflow design, to product innovation. There are so many innovations from products that are created to make it easier for users to do their work. But still, there are many MSMEs that still use human energy to do certain jobs, one of which is lifting and carrying loads manually or commonly referred to as Manual Materials Handling (MMH). In one case of the MSMEs spare part distributor "Sigma Motor", it was found that the workers still use Manual Material Handling, and this material handling is done repeatedly with the distance that they must travel in 8 meters. With this distance each worker per minute can manage to transport 3 boxes at a time. This has an impact on reduced work productivity, the emergence of pain in workers both temporary and permanent, increasing the possibility of accidents. This study uses the Nordic Body Map (NDM) method to analyze the most common complaints and the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method to analyze worker posture. As well as anthropometric measurements to determine the dimensions of the trolley design for proposal to MSMEs. This study aims to determine complaints of pain, worker posture when handling materials, and existing risks. Also, to design a trolley for proposal to MSMEs with ergonomics studies. With the proposal design trolley, hope that can help workers in transporting boxes of goods from the loading area to container trucks and in other way. So, the result of this research is to change a work process on MSMEs in material handling by using tools from the trolley design as a suggestion to MSMEs to help workers in material handling.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor industri manufaktur memiliki peran penting dalam penguatan ekonomi di Indonesia. Usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) merupakan salah satu contoh industri yang sedang berkembang. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pertumbuhan produksi industri manufaktur mikro dan kecil pada tahun 2019 mengalami kenaikan sebesar 5,80 persen terhadap tahun 2018 (Dra. Marlina Kamil. MM, 2020).

Terdapat banyak sekali inovasi dari produk-produk yang tercipta sehingga memudahkan penggunaannya dalam melakukan pekerjaannya, namun saat ini banyak sekali dijumpai UMKM masih menggunakan tenaga manusia untuk melakukan pekerjaan tertentu, salah satunya yaitu pekerjaan mengangkat dan membawa beban secara manual atau yang biasa disebut dengan Manual Material Handling (MMH). Menurut (Harari et al., 2020), aktifitas mengangkat, memindahkan, mendorong, menarik, membawa, atau menahan objek dengan menggunakan tenaga otot manusia merupakan aktivitas pekerjaan dari MMH. Material handling atau penanganan material merupakan proses yang mencakup operasi dasar dalam pergerakan, perlindungan, penyimpanan dan pengendalian bahan dan produk di seluruh pembuatan (manufaktur), pergudangan, distribusi, konsumsi dan pembuangan (disposal). Proses Material Handling atau

penanganan material ini sangat penting karena semua bahan dan produk harus ditangani dengan baik sehingga dapat mencapai tujuannya dengan aman dan juga untuk menjaga kondisi dan kualitas produk yang ditangani tersebut (Santiasih, 2013).

Dalam pelaksanaannya, material handling atau penanganan material yang efektif dan efisien, akan meningkatkan kapasitas produktif dan juga mengurangi waktu produktif sehingga dapat memungkinkan berkurangnya biaya operasional yang pada akhirnya akan menguntungkan perusahaan ataupun pelanggan. Material handling atau Penanganan material yang buruk akan mengakibatkan penundaan dan gangguan terhadap proses produksi maupun jasa (Baba Md Deros et al., 2015). Hingga saat ini, kegiatan material handling atau penanganan material sebagian besar masih menggunakan tenaga manusia dari lifting (mengangkat) hingga putting (menempatkan). Seperti yang terjadi pada usaha distributor spare part Sigma Motor yang berlokasi di Sei. Panas. Kegiatan usaha ini telah beroperasi lebih dari 10 tahun. Dalam menjalankan operasinya, usaha ini masih menggunakan tenaga utama manusia untuk berbagai pekerjaan, salah satu pekerjaan diantaranya penanganan material.

Rangkaian alur pekerjaan dimulai dari barang jadi atau produk yang di pesan oleh UMKM Sigma motor telah sampai

pada gudang penyimpanan barang. Barang tersebut kemudian dipindahkan ke area pemuatan untuk diperiksa. Para pekerja akan mengangkat barang tersebut dan berjalan 8 meter dari truk kontainer hingga area pemuatan. Setelah barang selesai di periksa maka barang akan dimasukkan kedalam tempat penyimpanan masing-masing yang selanjutnya barang jadi atau produk di beli oleh pelanggan. Barang pesanan akan di kumpulkan ke area pemuatan untuk dilakukan pemeriksaan pesanan sebelum di angkat ke dalam truk kontainer. Setelah barang telah selesai diperikasa, pekerja akan memindahkan barang tersebut kedalam truk kontainer. Pekerja akan berjalan sejauh kurang lebih 8 meter untuk mengangkat barang pesanan. Untuk mendukung kegiaan operasinya, UMKM sigma motor mengoperasikan 10 karyawan yang berkerja dalam pekerjaan material handling. Pemandahan barang memerlukan waktu kurang lebih 20 hingga 30 menit, dimana setiap pekerja mampu mengangkat dan memindahkan 3 kotak per menitnya (observasi lapangan).



Gambar 1. Aktifitas Pengangkutan
(sumber : observasi)

Mengangkat barang berat merupakan salah satu penyebab utama terjadinya cedera atau musculoskeletal disorders di tempat kerja (Daruis et al., 2017). Menurut Daruis berat beban 16-55 kg dapat meningkatkan resiko cedera. *musculoskeletal disorders (MSDs)* yaitu sekumpulan gejala atau gangguan yang berkaitan dengan jaringan otot, tendon, ligamen, kartilago, sistem syaraf, struktur tulang, dan pembuluh darah. MSDs pada awalnya menyebabkan sakit, nyeri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, gemetar, gangguan tidur, dan rasa terbakar (Baba M. Deros et al., 2010). Pada tahun 2001, Biro Statistik Tenaga Kerja melaporkan bahwa lebih dari 36 % cedera yang melibatkan hari kerja yang terlewat adalah akibat cedera bahu dan punggung (UNC, 2021). Kerja berlebihan dan trauma kumulatif adalah faktor terbesar dalam cedera ini. Seperti pekerjaan para pekerja UMKM distributor Sigma Motor dimana pekerja memindahkan kotak-kotak barang dengan rata-rata 3 kotak per menit dalam waktu 20-30 menit, dan berat dari kotak rata-rata melebihi 15 kg. Dalam hasil analisa keusioner *Nordic Body Map (NDM)* 10 pekerja ditemukan adanya cidera keseleo pada bagian pinggang sebanyak 100%, pada bagian pinggul sebanyak 90%, dan pada bagian punggung sebanyak 80% yang disebabkan oleh aktifitas ini (observasi lapangan). Aktifitas membungkuk yang diikuti gerakan memutar merupakan gerakan yang paling sering digunakan oleh pekerja yang dapat menyebabkan resikonya cedera.

Berdasarkan penjelasan tersebut, selain bertujuan untuk mengetahui tingkat potensi resiko yang terjadi pada aktifitas *material handling*, penelitian ini juga bertujuan memberikan usulan perbaikan terhadap aktifitas penanganan material yang terjadi di UMKM Sigma Motor melalui perancangan alat bantu penanganan *material handling*. Dasar penelitian ini mengacu pada hasil Kuisisioner *Nordic Body Map* yang diterjemahkan dalam perhitungan antropometri. (Umam, 2020). Dalam penelitiannya, umam menjelaskan bahwa pekerja yang mengoperasikan perancangan alat bantu bisa mengurangi keluhan *musculoskeletal disorders* sebesar 26% dan kelelahan sebesar 37,5%, serta meningkatkan produktifitas sebesar 59,4%

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Manual Material Handling (MMH)*

Kebanyakan bidang konstruksi, manufaktur, dan pertambangan memerlukan beberapa tugas penanganan material secara manual atau *manual material handling (MMH)*. MMH merupakan sebuah aktivitas memindahkan beban oleh tubuh secara manual dalam rentang waktu tertentu (Affa & Putra, 2017). Selama ini, kebanyakan pekerja menganggap kegiatan MMH hanya sebatas pada kegiatan mengangkat/menurunkan (*lifting/lowering*). Padahal penanganan manual tidak terbatas pada kegiatan tersebut. *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* mengklasifikasikan kegiatan MMH menjadi lima (Rajesh, 2016), di antaranya:

- 1) Mengangkat/menurunkan (*lifting/lowering*)
- 2) Mendorong/menarik (*push/pull*)
- 3) Memutar (*twisting*)
- 4) Membawa (*carrying*)
- 5) Menahan (*holding*)

Setiap pekerjaan yang melibatkan MMH termasuk risiko tinggi untuk cedera. Aktivitas MMH yang tidak tepat dapat menimbulkan kerugian bahkan kecelakaan pada pekerja. Akibat yang ditimbulkan dari aktivitas MMH yang tidak benar salah satunya adalah gangguan *muskuloskeletal atau muskulokeletal disorders (MSDs)*. MSDs merupakan suatu kondisi yang mengganggu fungsi sendi, ligamen, otot, saraf, dan tendon. Penggunaan otot yang berlebihan atau otot menerima beban statis secara berulang dalam jangka waktu yang lama, hal ini dapat mengakibatkan gangguan pada sistem *muskuloskeletal*. Gangguan ini dapat memengaruhi setiap area dalam tubuh, mencakup leher, bahu, pergelangan tangan, punggung, pinggul, lutut, dan kaki (Mayasari & Saftarina, 2016).

Sebuah penelitian menunjukkan hampir 25 persen kecelakaan kerja di Indonesia diakibatkan oleh MMH (Daruis et al., 2017). Rata-rata pekerja mengalami cedera pada tulang belakangnya. Para ahli keselamatan pun yakin bahwa cedera tulang belakang memiliki hubungan yang sangat erat dengan kegiatan MMH. Tingginya tingkat cedera, penyakit akibat kerja, atau kecelakaan kerja akibat MMH selain merugikan pekerja, juga akan berdampak buruk terhadap kinerja perusahaan, di antaranya penurunan produktivitas perusahaan, beban biaya pengobatan yang cukup tinggi, dan ketidakhadiran pekerja serta penurunan kualitas kerja.

2.2 Manajemen Resiko MMH

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengendalikan kecelakaan kerja akibat MMH yaitu menggunakan alat bantu mekanik seperti *trolley*, *forklift*, atau *conveyer* (Mayasari & Saftarina, 2016). Meskipun alat bantu mekanik tersebut dapat meminimalkan risiko, namun penting bagi perusahaan untuk menerapkan pengendalian secara menyeluruh dan sistematis. Terkait manajemen risiko MMH (Daruis et al., 2017), *Worksafe Australia's National Standard* merekomendasikan pengusaha dan pengurus untuk melakukan identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko yang timbul dari aktivitas MMH.

1. Identifikasi Risiko

Aktivitas MMH yang mungkin berbahaya bagi keselamatan dan kesehatan pekerja harus diidentifikasi. Beberapa cara paling efektif untuk mengidentifikasi risiko terkait MMH adalah:

- Periksa catatan cedera dan kecelakaan kerja sebelumnya yang terjadi di tempat kerja.
- Lakukan wawancara dengan pekerja dan perwakilan.
- Lakukan survei atau inspeksi langsung ke tempat kerja.

2. Penilaian Risiko

Begitu seluruh aktivitas MMH yang berisiko sudah diidentifikasi, pengurus harus melakukan penilaian dan menemukan faktor-faktor yang memengaruhi risiko. Berikut aspek-aspek yang dapat menjadi acuan saat melakukan penilaian risiko yang berhubungan dengan MMH:

- Aktivitas dan pergerakan pekerja.
- Tata letak tempat kerja dan stasiun kerja.
- Posisi dan sikap kerja.
- Durasi dan frekuensi pekerja melakukan aktivitas MMH.
- Jarak dan tempat pekerja memindahkan beban.
- Berat beban.
- Pengerahan tenaga.
- Karakteristik beban dan peralatan kerja.
- Organisasi dan lingkungan kerja.
- Keterampilan kerja dan pengalaman kerja

Kebutuhan khusus-pekerja yang dalam proses pemulihan mungkin memerlukan waktu untuk membangun kembali keterampilan dan kemampuan kerja mereka.

2. Pengendalian Risiko

Penting bagi Anda melalui dua langkah sebelumnya untuk menentukan tindakan pengendalian yang tepat sesuai risiko yang telah diidentifikasi. Berikut pengendalian risiko yang dapat Anda lakukan:

- Rekayasa Teknik
 - Memodifikasi objek kerja

Anda mungkin perlu mengubah bentuk objek berukuran besar menjadi lebih kecil agar lebih mudah disimpan, dikemas, atau dipindahkan.
 - Memodifikasi tata letak tempat kerja dan stasiun kerja

Hal ini dimaksudkan untuk meminimalkan jangkauan atau posisi tubuh membungkuk dan menyediakan permukaan kerja pada ketinggian yang tepat.
 - Menggunakan alat bantu mekanik

Alat bantu mekanik yang digunakan harus sesuai dengan jenis pekerjaan MMH yang banyak dilakukan di tempat kerja.

- Memodifikasi tugas/aktivitas

Misalnya, dari menarik objek menjadi mendorong objek. Pada prinsipnya, tenaga yang dikeluarkan untuk menarik objek lebih besar dari pada mendorong objek. Untuk mengurangi beban saat mendorong objek, pekerja juga dapat memperbaiki landasan/permukaan kerja, memberikan roda tambahan pada landasan objek kerja atau menggunakan peralatan, seperti hand lift, container, dll.
- Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman

Faktor lingkungan kerja, seperti suhu, pencahayaan, kebisingan, getaran, ventilasi, dll. harus sesuai dengan standar yang diperkenankan.
- Pengendalian Administratif
 - Memberikan alternatif tugas-tugas berat diganti dengan tugas-tugas ringan.
 - Memberikan variasi dalam pekerjaan untuk menghilangkan/mengurangi pengulangan.
 - Mengatur jadwal kerja, kecepatan kerja, atau cara kerja.
 - Memberikan waktu pemulihan, misalnya jeda istirahat dalam waktu singkat.
 - Melakukan rotasi kerja.
 - Memodifikasi cara kerja.

Hal ini dimaksudkan agar pekerja melakukan pekerjaannya di dalam *power zone*, yakni di atas lutut, di bawah bahu, dan dekat dengan tubuh.
- Evaluasi Berkelanjutan

Evaluasi berkelanjutan berfungsi sebagai proses pengendalian risiko untuk mengidentifikasi perubahan atau persyaratan lebih lanjut.

2.3 Nordic Body Map

Nordic Body Map (NBM) merupakan instrumen kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh (Rahdiana, 2017). NBM bertujuan untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja, melakukan identifikasi dan memberikan penilaian terhadap keluhan rasa sakit yang dialami. Melalui kuesioner ini dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari tidak sakit, agak sakit, sakit dan sangat sakit. Hasil NBM dapat mengestimasi jenis dan tingkat keluhan, kelelahan, serta kesakitan pada bagian-bagian otot yang dirasakan pekerja, dengan melihat dan menganalisis peta tubuh yang diambil dari pengisian kuesioner NBM mulai dari rasa yang tidak nyaman sampai sangat sakit. Menurut (S. Santoso et al., 2014), untuk mengetahui lebih detail bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja dapat digunakan metode *Nordic body map*, meskipun bersifat subjektif, namun kuesioner ini sudah terstandarisasi dan valid untuk digunakan. Mekanisme atau cara kerja instrumen ini yaitu, responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap bagian tubuhnya yang dirasakan sakit selama melakukan aktivitas kerja sesuai dengan skala likert yang telah ditentukan. Kemudian responden mengisi pada formulir kuesioner *nordic body map*, dengan cukup memberi tanda ceklis atau silang pada

bagian tubuh mana saja yang dirasakan sakit oleh responden sesuai dengan tingkat keluhan yang dirasakan responden.

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan melalui pengisian kuesioner *Nordic Body Map (NDM)* yang diberikan kepada responden. Kemudian dari hasil yang telah di dapat dilakukan skoring dengan skala likert yang telah di tetapkan. Skala tersebut berupa keterangan yang ada di dalam kuesioner yaitu tidak sakit (tidak merasakan gangguan pada bagian tertentu) dengan skor 1, agak sakit (merasakan sedikit gangguan atau rasa nyeri pada bagian tertentu) dengan skor 2, sakit (merasakan ketidaknyamanan pada bagian tubuh tertentu) dengan skor 3, dan sangat sakit (merasakan ketidaknyamanan pada bagian tertentu dengan skala yang tinggi) dengan skor 4.

Cara ini juga telah dikembangkan oleh (Pratama et al., 2017). Untuk mengetahui setiap keluhan bagian tubuh yang dialami oleh para pekerja dengan membagninya kedalam empat kategori yaitu tidak sakit, agak sakit, sakit, dan sangat sakit, untuk bagian tubuh yang di identifikasi yaitu bagian leher, bahu, lengan, punggung, pinggang, pantat, siku, pergelangan tangan, tangan, paha, lutut, betis, pergelangan kaki, dan kaki.

2.4 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Rapid Entire Body Assessment adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan pergelangan tangan dan kaki seorang operator (Sulaiman & Purnama Sari, 2016) dan (Schwartz et al., 2019). Metode ini juga dipengaruhi faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktifitas pekerja. Penilaian dengan menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan postur kerja operator (McAtamney & Hignett, 2004).

REBA merupakan suatu metode penelitian untuk penilaian tubuh dengan cepat secara keseluruhan. Metode ini tidak membutuhkan peralatan spesial dalam penilaian postur punggung, leher, kaki, dan lengan tangan dan pergelangan tangan. Setiap pergerakan diberi dengan skor yang telah ditetapkan (Joshi & Deshpande, 2020).

khusus. Ini memudahkan peneliti untuk dapat dilatih dalam melakukan pemeriksaan dan pengukuran tanpa biaya peralatan tambahan. Pemeriksaan REBA dapat dilakukan di tempat yang terbatas tanpa mengganggu pekerja. Berikut ini adalah *range* dan *score* pergerakan tubuh berdasarkan metode REBA. Dalam usaha untuk penilaian 4 (empat) faktor beban eksternal, jumlah gerakan, kerja otot statis, tenaga atau kekuatan, dan postur, REBA dikembangkan bertujuan untuk (McAtamney & Hignett, 2004):

- 1) Sistem analisis postural yang peka terhadap risiko muskuloskeletal dalam berbagai tugas.
- 2) Membagi tubuh menjadi beberapa segmen untuk diberi kode satu per satu, dengan mengacu pada bidang gerakan.
- 3) Menyediakan sistem penilaian untuk aktivitas otot yang disebabkan oleh postur statis, dinamis, cepat berubah, atau tidak stabil.
- 4) Merefleksikan bahwa kopling penting dalam penanganan beban tetapi tidak selalu melalui tangan.
- 5) Memberikan level tindakan dengan indikasi urgensi.

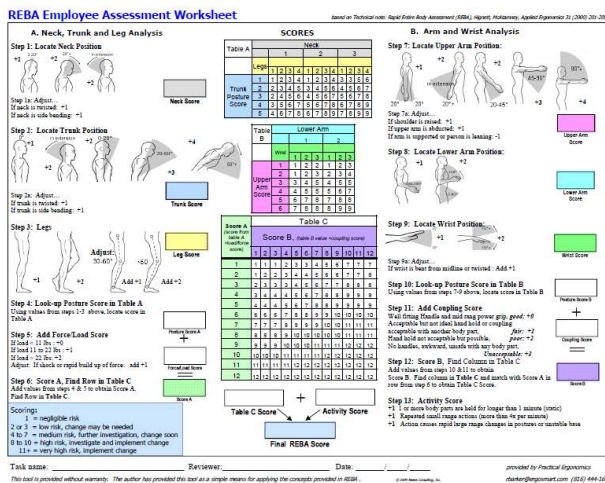
Dalam perkembangannya, metode REBA sangat berkaitan erat dengan ilmu ergonomi, khususnya pada bagian antropometri yang mengkhususkan mengenai pengaturan kerja pada dimensi tubuh manusia.(Mayasari & Saftarina, 2016). Setidaknya ada empat tujuan yang akan dicapai dengan pendekatan ergonomi dan *Rapid Entire Body Assessment*, diantaranya (Sari, 2019),

- 1) Kesejahteraan fisik dan mental ditingkatkan dengan mencegah cedera dan penyakit terkait pekerjaan, mengurangi beban kerja fisik dan mental, mencari promosi dan kepuasan kerja.
- 2) Peningkatan kesejahteraan sosial dengan meningkatkan kualitas kontak sosial dan koordinasi kerja yang baik, untuk meningkatkan jaminan sosial baik pada masa usia produktif maupun setelah tidak produktif.
- 3) Terciptanya keseimbangan rasional aspek teknis, ekonomi, dan antropologis dari setiap sistem kerja yang dilaksanakan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

2.5 Penelitian Terdahulu

Dalam perkembangannya, setidaknya ada beberapa penelitian terdahulu yang mencoba merealisasikan konsep pengembangan produk pada aktifitas MMH yang bertujuan mengurangi cedera pada bagian tubuh pekerja/operator. Beberapa hasil penelitian tersebut diantaranya :

1. Penelitian (Talapatra et al., 2019), terhadap pekerja di tempat kerja sangat bergantung pada faktor risiko MSD, pengukuran antropometri, dan dimensi trolis. Dimensi trolis yang ada memiliki ketidaksesuaian dengan pengukuran antropometri pekerja sehingga trolis dirancang kembali untuk mengurangi MSD pekerja. 2 pengukuran antropometri dari 50 pekerja diambil. Survei menunjukkan bahwa MSD terjadi pada pekerja untuk 2 parameter (Tinggi pegangan, radius roda). Perawakan dan tinggi siku dievaluasi untuk menunjukkan ketidaksesuaian antara trolis dan pengukuran antropometri pekerja. Uji *chi-square* dilakukan untuk mengetahui hubungan antara dimensi antropometri dengan dimensi trolis. Ketinggian pegangan tidak diterima karena nilai persentase yang lebih tinggi. Juga, jari-jari roda ditemukan terlalu kecil. Maka, dalam penelitian, trolis baru diperkenalkan berdasarkan



Gambar 2 Penilaian REBA (sumber : (Joshi & Deshpande,2020)

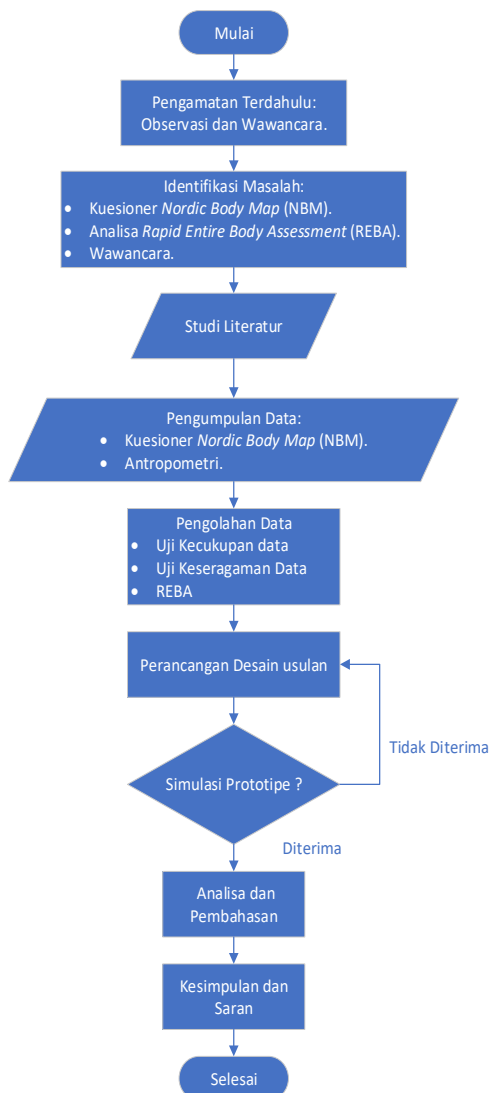
REBA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang menimbulkan resiko cedera dan melakukan perbaikan sesegera mungkin. REBA dikembangkan tanpa membutuhkan piranti

- pengukuran antropometri pekerja untuk meningkatkan efisiensinya di tempat kerja.
2. Penelitian (Radin Umar et al., 2019), Pengangkat troli non-motor telah dirancang dan dikembangkan dalam studi ini, berdasarkan masukan partisipatif dari pengguna akhir. Operasi kerja aktual dari prototipe pengangkat troli dengan ketelitian tinggi telah berhasil disimulasikan dalam penanganan lembaran logam secara manual dan telah menunjukkan beberapa janji awal untuk meningkatkan efisiensi kerja serta kondisi keselamatan dan kesehatan kerja. Melalui tugas simulasi yang berulang, penggunaan prototipe yang dikembangkan mengurangi waktu siklus (hingga 47%) dan pemanfaatan tenaga kerja (dari dua menjadi satu). *Prototipe* tersebut juga meningkatkan komponen keselamatan dari aktivitas penanganan manual dengan memastikan kontak fisik minimal dengan tepi tajam pada lembaran logam. Akhirnya, pengangkat troli yang dikembangkan memungkinkan postur kerja yang lebih baik (pengurangan nyata dalam peringkat skor RULA dan REBA di segmen proses tugas tertentu) untuk mentransfer lembaran logam dan menghilangkan kebutuhan untuk memberikan kontak / dukungan manual ke lembaran logam berat selama proses transfer.
 3. Penelitian (Sokhibi et al., 2018), perbaikan fasilitas kerja berupa perancangan troli ergonomi di Penggilingan Padi Desa Kedungdowo, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kudus” untuk mengurangi keluhan posisi kerja sehingga akan berdampak pada posisi kerja yang ergonomi. Dengan pendekatan antropometri, pengolahan data yang dilakukan diperoleh hasil perancangan troli ergonomi dengan ukuran tinggi troli 100, 81 cm; diameter genggaman tangan troli 4,77 cm; panjang troli 71 cm; dan lebar troli 52 cm. Posisi kerja pengangkut beras lebih nyaman karena menggunakan troli ergonomi, hal ini dibuktikan dengan terjadinya penurunan keluhan pada pekerja pengangkut beras berdasarkan hasil kuesioner terutama pada keluhan punggung dari 30 pekerja menjadi hanya 1 pekerja. Penelitian ini dapat dilanjutkan pada perancangan troli yang mampu menurunkan beban pada lengan tangan.
 4. Penelitian (Hassri et al., 2020), perancangan Troli pengangkut sampah didasari karena adanya suatu masalah ataupun kesulitan dalam proses pengambilan dan pembuangan sampah pada pasar modern Batunuggal, dengan fasilitas yang ada tidak hanya memakan tenaga yang banyak melainkan waktu yang cukup banyak, sehingga terjadi penumpukan sampah di TPA pasar. Troli pengangkut sampah diberi sistem, kuncian, dan roda, yang bertujuan memfasilitasi alat troli agar dapat mencapai tujuan dari fungsi troli tersebut, troli dapat memobilisasi, mengangkut, dan membuang sampah menjadi lebih mudah. dengan adanya alat ini dapat mengefisienkan waktu hingga 55% yaitu menjadi 17 menit pada proses pengumpulan sampah dan mobilisasi, 40 menit pada penakian dan pencucian sehingga total dari waktu yang dibutuhkan yaitu 57 menit.
 5. Penelitian (Yiwa et al., 2019), masalah dari kasus mencuci dari lansia memiliki kebiasaan membungkuk saat beraktivitas, khususnya ketika mencuci. Kebiasaan ini dapat berdampak buruk bagi lansia karena faktor penurunan fungsi tubuh yang membuat beraktivitas menjadi tidak nyaman. Berdasarkan hasil penelitian terhadap lansia di panti wreda GKJ Gondokusuman maka pernyataan masalah (problem statement) dari penelitian ini adalah lansia memerlukan alat bantu dalam saat aktivitas mencuci yang dapat mengurangi postur membungkuk dan memudahkan perpindahan saat membawa cucian karena, berisiko menyebabkan permasalahan pada bagian muskuloskeletal terkhususnya bagian tulang belakang. Dengan gagasan desain produk yang memiliki kemampuan dalam menaikkan dan menurunkan ember agar saat mencuci para lansia dapat berdiri sambil mencuci pakaian mereka, dan menambahkan roda agar dapat lebih mudah dalam perpindahan.
 6. Penelitian (Parapaga et al., 2018), perlu ada perhatian lebih terhadap pemilihan alat bantu yang tepat sehingga dapat menurunkan rasa sakit pada bagian tubuh karyawan yang melakukan pengadaan barang di bagian logistik. Maka dengan usulan desain troli barang dengan pendekatan antropometri, rancangan troli yang diusulkan untuk karyawan RSUGMT, terutama bagi karyawan yang melakukan pengambilan barang di ruangan logistik Desain Troli dapat membantu serta mengurangi atau mencegah terjadinya cedera dikarenakan posisi kerja yang salah, pada saat karyawan melakukan pengambilan barang di ruangan logistik, khususnya ruangan yang harus melewati tangga.
 7. Penelitian (Anwardi et al., 2019), perancangan ulang troli kursi ergonomi yang menggunakan data antropometri. Aspek ergonomi yang didapat dari penelitian perancangan ulang troli kursi ergonomi dapat dilihat dari segi fisiologi kerjanya. Dari tingkat keluhan rasa sakit yang diterima karyawan yang disebar melalui kuesioner nordic body map mengalami penurunan, yang awal menggunakan troli lama sebesar 69,04% menurun menjadi 8,33% ketika menggunakan troli kursi ergonomi sehingga produktivitas kerja karyawan meningkat sebesar 20,88% dimana dalam 1 hari kerja karyawan rata-rata hotel dapat membawa 164 tumpukan kursi/hari dengan troli kursi ergonomi yang sebelum hanya dapat membawa rata-rata 136 tumpukan kursi/hari. Perancangan ulang troli kursi ergonomi membuat beban yang diterima tubuh menurun sehingga karyawan hotel menjadi lebih baik dari sebelumnya.
 8. Penelitian (Astuti et al., 2013), Proses pengantaran makanan tersebut ternyata tidak ergonomis karena menimbulkan beberapa keluhan dari lansia. Keluhan tersebut antara lain kelelahan kerja yang diidentifikasi dengan *Cardiovascular Load (CVL)* dan nyeri pada bagian tubuh yang diidentifikasi dengan *Nordic Body Map (NBM)*. Troli yang dihasilkan dalam penelitian mempunyai aspek ergonomis. Dikatakan ergonomis karena troli makanan yang dihasilkan mempunyai tinggi troli 97.83 cm sesuai dengan ukuran tinggi siku berdiri lansia sehingga lansia merasa nyaman ketika mendorong troli karena posisi lengan bawah sekitar 90° dari sumbu tubuh menurut metode REBA posisi lengan bawah yang tidak menimbulkan cedera adalah 60° sampai 100° dari sumbu tubuh, kedalaman tiap rak 7 cm jadi lansia masih bisa mengambil gelas di rak bagian bawah tanpa membungkuk karena tinggi rak bagian bawah sama dengan tinggi kaki sampai ke telapak tangan yaitu sebesar 75 cm, dan lebar troli 42 cm.

9. Penelitian (Raj et al., 2016), membawa barang-barang elektronik di rumah dan kantor. Jadi harus ada cara untuk membawa benda melalui tangga dengan cara yang lebih efisien tanpa pengguna menggunakan banyak tenaga saat membawa benda. Dengan demikian troli panjat tangga dibuat sedemikian rupa sehingga dapat membawa beban berat melewati tangga dan juga digunakan untuk membawa beban pada permukaan datar dari satu tempat ke tempat lain dengan sedikit tenaga manusia. Hal ini mengurangi upaya manusia untuk membawa beban berat melalui tangga dan juga pada permukaan datar dan terbukti lebih menguntungkan di semua tempat seperti industri, sekolah, perguruan tinggi, dll.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian secara sistematis mengikuti langkah-langkah berikut.



Gambar 3. Langkah- Langkah Penelitian

3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.1.1 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mengumpulkan data pada penelitian ini yaitu:

- 1) Observasi (pengamatan)
Observasi ini dilakukan dengan mengamati pergerakan yang terjadi saat manual material handling untuk mengetahui kondisi postur pekerja.
- 2) Wawancara
Wawancara dilakukan dengan cara menggali informasi kondisi awal mengenai aktivitas kerja, biodata pekerja, keluhan dan keinginan serta ketidak nyamanan pekerja pada saat melakukan aktivitas pemindahan barang, aktivitas jam kerja, identitas pekerja dan lama bekerja. Dengan jumlah populasi adalah 10 pekerja, maka dari itu keseluruhan pekerja dijadikan *sample* untuk perancangan troli.
- 3) Kuisioner
Pengertian kuisioner adalah sebuah daftar pertanyaan yang harus di jawab oleh orang yang akan di jadikan (responden). Dalam metode ini menggunakan kuisioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui keluhan *musculoskeletal disorder (MSDs)* yang dibagikan kepada pekerja.

3.1.2 Pengolahan Data

Setelah pengumpulan dan pengukuran data, data yang didapat kemudian akan diuji dan diolah menggunakan tahapan berikut.

Uji kecukupan data

Uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui apakah data yang diambil telah cukup atau belum. Misalnya uji kecukupan data pada penelitian ini menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95%. (Sokhibi et al., 2018)

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (1)$$

Keterangan :

- N' : Jumlah data Teoritis
 K : tingkat keyakinan
 S : derajat ketelitian
 N : Jumlah data pengamatan
 X : data

Dimana jika $N' \leq N$ maka data dianggap cukup, dan sebaliknya jika $N' \geq N$ data dianggap tidak cukup dan peneliti akan melakukan penambahan data.

Uji Keseragaman data

Bertujuan untuk mengetahui apakah data yang didapat telah seragam dan tidak melebihi dari batas kontrol atas BKA dan batas kontrol bawah BKB yang telah ditentukan.

$$\text{Nilai rata - rata} = \bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

$$\text{Standart deviasi} = \sigma x = \sqrt{\sum \frac{(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$\text{BKA} = \bar{x} + k \sigma x \quad (4)$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k \sigma x \quad (5)$$

Tabel 1. Perhitungan Persentil

Persentil	Perhitungan
1-st	$\bar{x} - 2,325\sigma x$
2.5-th	$\bar{x} - 1,96\sigma x$
5-th	$\bar{x} - 1,64\sigma x$
10-th	$\bar{x} - 1,28\sigma x$
50-th	\bar{x}

90-th	$\bar{x} + 1,28\sigma x$
95-th	$\bar{x} + 1,64\sigma x$
97-th	$\bar{x} + 1,96\sigma x$
99-th	$\bar{x} + 2,325\sigma x$

3.2 Variabel Penelitian

Perancangan produk MMH berdasarkan beberapa indikator variabel penelitian, diantaranya ;

- 1) Dimensi antropometri pekerja
- 2) Hasil kuesioner *nordic body map (NBM)*
- 3) Hasil rapid *entire body assessment (REBA)*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Nordic Body Map (NDM)

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner terhadap 10 responden/pekerja, diperoleh informasi keluhan yang sering terjadi atau dialami bagian tubuh ketika melakukan pekerjaan MMH. Pengelompokan tingkat keluhan dibagi dalam kedalam 4 kategori, diantaranya tidak ada keluhan sama sekali dengan skor 1, sedikit ada keluhan nyeri (agak sakit) dengan skor 2, ada keluhan nyeri (sakit) dengan skor 3, dan keluhan sangat nyeri (sangat sakit) dengan skor 4.

Tabel 2. Hasil penilaian NDM

Responden	Responden:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Otot Skeletal:									
Leher	2	4	1	2	2	4	3	3	1	3
Tengkuk	2	4	2	3	1	4	3	3	1	3
Bahu Kiri	1	2	1	4	3	4	1	1	1	4
Bahu Kanan	1	2	1	4	3	4	1	1	1	4
Lengan Atas Kiri	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1
Punggung	2	4	3	4	4	4	2	3	3	4
Lengan atas kanan	2	1	1	4	2	2	1	1	1	1
Pinggang	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4
Pinggul	4	3	3	3	4	4	2	4	4	4
Pantat	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
Siku Kiri	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
Siku Kanan	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Lengan bawah kiri	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Lengan bawah kanan	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Pergelangan tangan Kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pergelangan tangan kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tangan Kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tangan Kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Paha Kiri	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Paha Kanan	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Lutut Kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2
Lutut Kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2
Betis Kiri	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
Betis Kanan	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
Pergelangan kaki kiri	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
Pergelangan Kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kaki kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total Skor:	38	46	35	53	44	57	37	39	42	52

Tabel 2 menunjukkan hasil rekapitulasi keluhan yang dialami pekerja saat melakukan pekerjaan *material handling*, dengan menganalisis bagian tubuh yang dirasakan sakit. Dari informasi yang dikumpulkan, diperoleh informasi keluhan sakit pada bagian pinggang sebanyak 100%, pada bagian pinggul sebanyak 90%, dan pada bagian punggung sebanyak 80%. Serta data diatas juga terdapat keluhan rasa sakit pada bagian tengkuk sebanyak 60%, bagian leher sebanyak 50%, dan juga pada bagian bahu sebanyak 40%.

4.2 Analisa Data REBA

Pengambilan foto/dokumentasi aktifitas menggunakan media kamera, postur tersebut di gambar menggunakan aplikasi *MagicPoser*. Dengan menggunakan aplikasi tersebut tergambar jelas 3 dimensi pada postur pekerja saat material handling, terakhir menggunakan *software Kinovea* untuk mengukur besar sudut dari postur pekerja. Pengolahan data dengan metode REBA dilakukan pada aktifitas pemindahan barang dari area pemuatan ke mobil truk. Pemilihan penggunaan metode REBA ketika stasiun kerja tersebut membutuhkan pergerakan dari seluruh tubuh. Postur tubuh yang akan dianalisa adalah postur tubuh yang memungkinkan untuk menyebabkan rasa sakit sesuai dengan kuesioner *Nordic Body Map*.



Gambar 4. Postur pekerja saat *Material Handling* (sumber: observasi lapangan)

1. Grup A

a) Leher

Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa pergerakan leher termasuk dalam posisi lurus dengan sudut 28°. skor REBA untuk kolom leher ini adalah 2 maka skor pada kolom leher adalah 2.

b) Badan

Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa pergerakan badan termasuk dalam posisi membungkuk dengan sudut 71° sehingga Skor REBA untuk pergerakan badan adalah 4.

c) Kaki

Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa kaki tertopang ketika berjalan dengan bobot tersebar secara merata diberi skor 1, lutut membentuk sudut 157° sehingga terjadi perubahan skor +1. Skor REBA untuk pergerakan kaki ini dengan diam ditempat maka skor adalah 1, dengan skor sebelumnya 1+1=2 maka skor pada kolom kaki adalah 2.

Hasil penentuan skor untuk grup A dengan menggunakan Tabel A.

Tabel 3. Tabel A

Tabel A	Leher												
	1				2				3				
Kaki													
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Badan	1	1	2	3	4	1	2	3	5	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Setelah didapatkan nilai dari tabel A kemudian dijumlahkan dengan skor untuk berat beban yang diangkat dengan ketentuan seperti yang tercantum pada tabel, pekerja mengangkat barang yang beratnya > 10 kg memiliki skor 2 dan dilakukan berulang-ulang sehingga terjadi perubahan skor 2+1=3. Maka dari nilai skor tabel A diperoleh 6 ditambah dengan skor nilai beban adalah 3 sehingga 6+3=9, sehingga nilai skor A adalah 9.

Tabel 4. Tabel B

Tabel B	Lengan Bawah					
	1			2		
Lengan atas	Pergelangan					
	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	2	3
	3	3	4	5	4	5
	4	4	5	5	5	6
	5	6	7	8	7	8
	6	7	8	8	8	9

Setelah mendapat skor tabel B yaitu 4, kemudian di jumlahkan dengan skor kopling. Pada kegiatan dianggap dapat diterima dengan bagian tubuh lain, maka skor yang di peroleh adalah. Sehingga skor pada grup B adalah 4+1=5.

Tabel 5. Tabel C

Scor A	Tabel C											
	Skor B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	11	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Nilai skor yang diperoleh dari tabel C adalah 10, dalam melakukan aktivitas, posisi tubuh pekerja mengalami tindakan jarak kecil berulang (lebih dari 4x per menit) dan tindakan menyebabkan perubahan besar yang cepat dalam postur atau

basis yang tidak stabil. Sehingga skor REBA adalah 10+1+1=12, pada skor ini aktivitas tergolong dalam risiko sangat tinggi dan segera terapkan perubahan.

4.3 Pengumpulan Data Anthropometri

Tabel 6. Data Anthropometri

Dimensi tubuh	Ukuran Pekerja (cm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Siku tegak lurus	115	107	103	108	106	100	115	113	116	110
2 Lebar dari bahu	42	41	45	46	44	41	42	42	43	44

$$N' = \left[\frac{2/0.05 \sqrt{10 \cdot 119733 - 1194649}}{1093} \right]^2 = 3.6$$

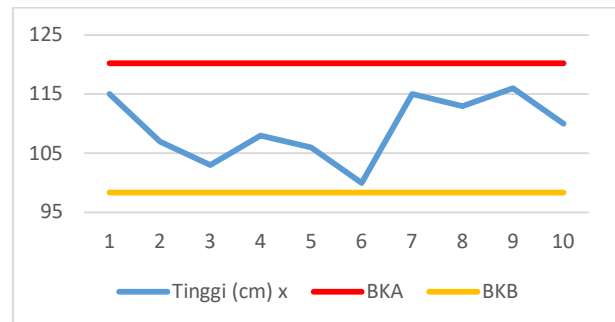
Dari pengukuran diatas bahwa data sudah mencukupi karena nilai N' < N = 3.6 < 10. Maka data yang telah di teliti dinyatakan sudah cukup dengan tingkat kepercayaan 95 % dan tingkat ketelitian 5%.

$$\text{Nilai rata - rata} = \bar{x} = \frac{\sum x}{n} \bar{x} = \frac{1093}{10} = 109.3$$

$$\text{Standart deviasi} = \sigma x = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{268.1}{10 - 1}} = 5.5$$

$$BKA = \bar{x} + k \sigma x = 109.3 + (2 \times 5.5) = 120.2cm$$

$$BKA = \bar{x} - k \sigma x = 109.3 - (2 \times 5.5) = 98.4cm$$



Gambar 5. Keseragaman Data

Berdasarkan hasil pengujian terhadap semua data antropometri, diperoleh informasi bahwa data/informasi ukuran mempunyai keseragaman dalam batas toleransi yang digunakan, sehingga data/informasi tersebut data diolah.

4.3 Analisis Persentil data Antropometri

- a. Persentil tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)

$$P5th = \bar{x} - (1.645\sigma) = 109.3 - (1.645 \times 5.5) = 100.8cm$$

$$P50th = \bar{x} = 109.3cm$$

$$P95th = \bar{x} + (1.645\sigma) = 109.3 + (1.645 \times 5.5) = 113.3cm$$

Maka hasil dari persentil 95-th menggambarkan ukuran tinggi siku yang “terbesar” yaitu 100.8 cm dan persentil 5-th sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil” yaitu

113.3 cm. Sedangkan persentil 50-th menggambarkan ukuran nilai tengah dari tinggi siku yaitu 109.3 cm.

- b. Persentil lebar dari bahu (diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)

$$P5th = \bar{x} - (1.645\sigma) = 42.5 - (1.645 \times 1.7) = 41cm$$

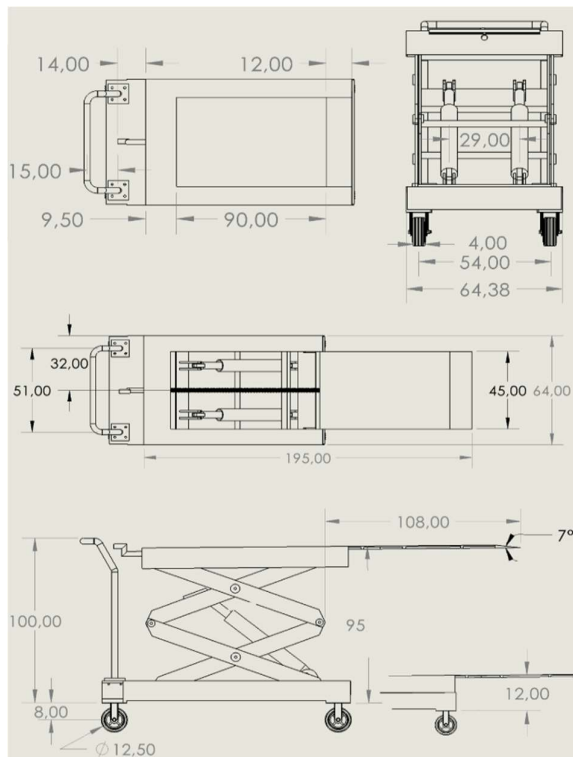
$$P50th = \bar{x} = 42.5cm$$

$$P95th = \bar{x} + (1.645\sigma) = 42.5 + (1.645 \times 1.7) = 45.6cm$$

Maka hasil dari persentil 95-th menggambarkan ukuran lebar bahu yang “terbesar” yaitu 41 cm dan persentil 5-th sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil” yaitu 45.6 cm. Sedangkan persentil 50-th menggambarkan ukuran nilai tengah dari lebar bahu yaitu 42.5 cm.

4.4 Desain Produk.

Perancangan troli ergonomi dilakukan dengan menggunakan *software Solidwork*. Ukuran yang digunakan untuk merancang troli ergonomi adalah berdasarkan perhitungan dari nilai *persentile*. Untuk ukuran tinggi gagang troli digunakan berdasarkan nilai dari persentile 95-th, untuk ukuran lebar gagang troli berdasarkan nilai persentil 95-th. Untuk ukuran panjang dan lebar troli ergonomi digunakan berdasarkan ukuran panjang dan lebar kotak dan dimensi truk. Hasil keseluruhan ukuran troli ergonomi dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Desain Troli (sumber : *solidwork*)

Tabel 7. Spesifikasi Rancangan

No	Nama Komponen	Ukuran (cm)				Bahan	Part Sekunder
1	Gagang troli	20.0	X	60.0	X	89.0	Bar Besi Baut

2	Dasar troli	140.5	X	64.0	X	6.0	lat besi	Baut + Bearing
3	Ujung dasar troli	5.0	X	60.0	X	5.5	lat besi	Baut
4	Meja troli	99.5	X	64.0	X	6.0	Plat besi	Baut + Bearing
5	Lidah meja troli	102.0	X	45.0	X	1.5	Plat besi	Baut
6	Scissor Lift	92.5	X	54.0	X	8.0	Plat besi	Baut + Bearing
7	Hidrolik	7.0	X	7.0	X	70.0	Pipa besi + Karet Seal	Baut
8	Worm Gear	112.0	X	5.0	X	5.0	Bar Besi	
9	Roda troli	12.5	X	4.0	X	14.3	Karet + Besi	Baut

4.5 Analisis Rekomendasi Metode Pengangkatan Barang

Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan saat mengangkat dan memindahkan barang, dapat diperhatikan pada berikut.

- 1) Berat barang

Pekerja tidak memperhatikan berat barang yang mereka angkat, dan setiap perkerja mengangkat dan memindahkan 3 kotak per menit tanpa. Dalam mengangkat dan memindahkan barang hal yang pertama dilakukan adalah melihat atau mengukur berat dari barang tersebut. Berat maksimum yang dianjurkan untuk diangkat oleh 1 orang adalah 16 kg. Jika berat barang melebihi berat maximum tersebut, dianjurkan untuk menggunakan alat bantu seperti troli atau diangkat oleh 2 orang.
- 2) Teknik mengangkat dan memindahkan barang

Saat mengangkat, pekerja sering menggunakan otot pada lengan dengan posisi membungkuk.

 - a) Posisikan badan cukup dekat dengan barang yang akan diangkat.
 - b) Posisikan barang berada diantara kedua kaki.
 - c) Posisikan badan dengan menekuk kaki (posisi jongkok) untuk mengambil barang yang berada di bawah.
 - d) Saat mengangkat, gunakan otot kaki sebagai titik angkat, bukan pinggang atau punggung, kemudian posisikan barang dekat atau menempel dengan badan.
 - e) Saat berjalan memindahkan barang, posisikan tangan lurus ke bawah menahan beban, punggung dan leher tetap tegak, tidak membungkuk. posisikan barang tidak menghalangi pandangan.
 - f) Saat melakukan manuver berbelok, memutar, berbalik, dan lainnya, gunakan tumpuan kaki, bukan pinggang atau punggung
 - g) Posisi akhir benda ada di bawah, kembali gunakan posisi jongkok untuk meletakkan benda, dengan badan tetap tegap saat menurunkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberap kesimpulan sebagai bagian usaha perbaikan bagi pekerja *material handling*. Diantaranya,

- 1) Hasil data keluhan pekerja berdasarkan NDM ditemukan keluhan sakit pada bagian pinggang sebanyak 100%, pada bagian pinggul sebanyak 90%, dan pada bagian punggung sebanyak 80%. Serta data diatas juga terdapat keluhan rasa sakit pada bagian tengkuk sebanyak 60%, pada bagian leher sebanyak 50%, dan juga pada bagian bahu sebanyak 40%. Hasil postur kerja pada operasi material handling secara manual, berdasarkan analisis metode REBA didapatkan aktivitas material handling dari area pemuatan hingga truk kontainer diperoleh nilai skor REBA tertinggi yaitu sebesar 12, yang masuk kategori level 5. Artinya aktifitas tersebut memiliki risiko sangat tinggi.
- 2) Berdasarkan hasil pengukuran anthropometri, diperoleh dimensi ukuran produk troli yang dapat digunakan sebagai alat bantu pekerja yang memiliki ukuran tinggi 114 cm, panjang 92.5 cm, dan lebar 64 cm, serta menambah fitur naik setinggi 106 cm, fitur turun mencapai 26 cm, yang dapat menjangkau kotak dengan lidah dengan panjang 108 cm

Sedangkan saran yang dapat diberikan bagi pihak perusahaan, sebaiknya lebih memperhatikan postur kerja pekerja, karena postur kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan resiko cedera yang tinggi. Hal ini dapat di hindari melalui penggunaan alat bantu yang dapat menyebabkan postur kerja yang lebih baik. Bagi penelitian berikutnya, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap material yang digunakan dalam pembuatan produk troli tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Affa, M. N., & Putra, B. I. (2017). Analisis Manual Material Handling Pada Pekerja Borongan Di PT. JC dengan Metode NBM dan RWL. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 1(1), 22. <https://doi.org/10.21070/prozima.v1i1.703>
- Anwardi, Permata, E. G., Nofirza, & Harpito. (2019). Merancang Ulang Manual Material Handling Troli Kursi Ergonomis Untuk Mengurangi Tingkat Keluhan Rasa Sakit dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Karyawan Banquet. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 5(1), 11–19. <https://doi.org/10.24014/jti.v5i1.6137>
- Astuti, R. D., Rochman, T., & Sari, A. E. (2013). *Perancangan Troli Makanan Untuk Lanjut Usia Berdasarkan Prinsip Ergonomi*.
- Daruis, D. D. I., Rosly, A. L., Abd Aziz, I., Hishamuddin, N. S., & Md Deros, B. (2017). Ergonomic risk assessment of manual material handling at an automotive manufacturing company. *Pressacademia*. <https://doi.org/10.17261/pressacademia.2017.606>
- Deros, Baba M., Daruis, D. D. I., Ismail, A. R., Sawal, N. A., & Ghani, J. A. (2010). Work-related musculoskeletal disorders among workers' performing Manual Material Handling work in an automotive manufacturing company. *American Journal of Applied Sciences*, 7(8), 1087–1092. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.1087.1092>
- Deros, Baba Md, Daruis, D. D. I., & Basir, I. M. (2015). A Study on Ergonomic Awareness among Workers Performing Manual Material Handling Activities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1666–1673. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.238>
- Dra. Marlina Kamil. MM. (2020). Statistik Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Triwulan IV-2018. *Badan Pusat Statistik*, 13, 1–16. <https://jakarta.bps.go.id/pressrelease/2019/11/01/375/tingkat-penghunian-kamar--tpk--hotel--berbintang-dki-jakarta-pada-bulan-september-2019-mencapai-58-97-persen.html>
- Harari, Y., Bechar, A., & Riemer, R. (2020). Workers' biomechanical loads and kinematics during multiple-task manual material handling. *Applied Ergonomics*, 83(September 2018). <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102985>
- Hassri, B. I., Pambudi, T. S., & Sadika, F. (2020). Perancangan Troli Pengangkut Sampah Pada Pasar Modern Batununggal Indah Designing. *E-Proceeding of Art & Design*, 7(2), 5662–5672.
- Joshi, M., & Deshpande, V. (2020). Investigative study and sensitivity analysis of Rapid Entire Body Assessment (REBA). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 79(February), 103004. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103004>
- Mayasari, D., & Saftarina, F. (2016). Ergonomi sebagai Upaya Pencegahan Musculoskeletal Disorders pada Pekerja. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*.
- McAtamney, L., & Hignett, S. (2004). Rapid Entire Body Assessment. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, 31, 8-1-8–11. <https://doi.org/10.1201/9780203489925.ch8>
- Parapaga, L., Tumewu, T. W., & Rachmadi, R. (2018). Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Anthropometri. *Jurnal Realtech*, 14(1), 15–20.
- Pratama, P., Tannady, H., Nurprihatin, F., Ariyono, H. B., & Sari, S. M. (2017). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Quick Exposure Check dan Nordic Body Map. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri*.
- Radin Umar, R. Z., Ahmad, N., Halim, I., Lee, P. Y., & Hamid, M. (2019). Design and Development of an Ergonomic Trolley-Lifter for Sheet Metal Handling Task: A Preliminary Study. *Safety and Health at Work*, 10(3), 327–335. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.06.006>
- Rahdiana, N. (2017). Identifikasi Risiko Ergonomi Operator Mesin Potong Guillotine Dengan Metode Nordic Body Map (Studi Kasus Di PT. XZY). *IndustryXplore*, 2(1), 1–12.
- Raj, P. J. P., Fuge, P. M. M., Caleb, R. P., & Natarajan, G. (2016). Design and Fabrication of Pedal Powered Stair Climbing Trolley. *International Journal of Recent Trends in Engineering and Research*, 3(5), 89–102. <https://doi.org/10.23883/ijrter.2018.4153.afiwg>
- Rajesh, R. (2016). Manual Material Handling: A Classification Scheme. *Procedia Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.114>
- Santiasih, I. (2013). Kajian Manual Material Handling Terhadap Kejadian Low Back Pain Pada Pekerja Tekstil. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri; Volume 8, No.1, Januari 2013DO - 10.12777/Jati.8.1.21-26* . <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgti/article/view/4775>

- Santoso, S., Yasra, R., & Purbasari, A. (2014). Perancangan Metode Kerja Untuk Mengurangi Kelelahan Kerja Pada Aktivitas Mesin Bor Di Workshop Bubut Pt. Cahaya Samudra Shipyard. *Profisiensi*, 2(2), 155–164.
- Sari, I. N. (2019). *Penerapan Ergonomi Terhadap Keselamatan Pegawai Dalam Suatu Perusahaan*.
- Schwartz, A. H., Albin, T. J., & Gerberich, S. G. (2019). Intrarater and inter-rater reliability of the rapid entire body assessment (REBA) tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 71(January), 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.02.010>
- Sokhibi, A., Alifiana, M. A., & Ghozali, M. I. (2018). Perancangan Troli Ergonomi pada Aktivitas Pengangkutan Beras di Penggilingan Padi. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 2(2), 111. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v2i2.840>
- Sulaiman, F., & Purnama Sari, Y. (2016). Analisis Postur Kerja Pekerja Proses Pengesahan Batu Akik Dengan Menggunakan Metode REBA. *Jurnal Teknovasi*, 3(1), 16–25.
- Talapatra, S., Mohsin, N., & Murshed, M. (2019). An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry. *American Journal of Industrial and Business Management*, 09(12), 2156–2167. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2019.912143>
- Umam, U. K. (2020). *Perancangan Troli Sebagai Alat Bantu Angkut Galon Air Dengan Metode Antropometri*.
- UNC. (2021). *Lifting and Material Handling*. Institutional Integrity and Risk Management.
- Yiwa, M. M., Guspara, W. A., & Nur, C. (2019). Perancangan Troli Untuk Mencuci Pakaian Berbasis Desain Inklusif. *4 Ruang Kreatif: Gaya Hidup Perkotaan, Ruang Dan Media Sosial, Kampung Siber, Wisata Kreatif*, 451–462.