

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Beban Kerja

Menurut Tarwaka (2015) dalam (Indah Yuslistyari et al., 2022), beban kerja (*workload*) dapat didefinisikan sebagai suatu perbedaan antara kapasitas atau kemampuan pekerja dengan tuntutan pekerjaan yang harus dihadapi. Beban kerja yang berlebihan akan menyebabkan kelelahan dan stress bagi pekerja, sedangkan beban kerja yang terlalu sedikit akan menyebabkan kebosanan. Maka dari itu beban kerja seharusnya berada pada keadaan normal. Menurut (Alyafi Dg Matiro et al., 2021), beban kerja terbagi menjadi 3 tingkatan yaitu:

1. Beban kerja di atas normal artinya waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan lebih besar dari jam kerja tersedia atau volume pekerjaan melebihi kemampuan pekerja
2. Beban kerja normal artinya waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan sama dari jam kerja tersedia atau volume pekerjaan sama dengan kemampuan pekerja
3. Beban kerja di bawah normal artinya waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan lebih kecil dari jam kerja tersedia atau volume pekerjaan lebih rendah dari kemampuan pekerjaan.

Beban kerja dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal pekerja. Menurut (Al Haj Al Haddad et al., 2022), faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja antara lain:

1. Faktor eksternal, yaitu beban yang berasal dari luar tubuh pekerja seperti:
 - a. Tugas-tugas yang bersifat fisik seperti stasiun kerja, tata ruang, tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi kerja, sikap kerja, dan tugas-tugas yang bersifat psikologis, seperti kompleksitas pekerjaan, tingkat kesulitan, tanggung jawab pekerjaan.
 - b. Organisasi kerja, seperti lamanya waktu bekerja, waktu istirahat, shift kerja, kerja malam, sistem pengupahan, model struktur organisasi, pelimpahan tugas dan wewenang.

- c. Lingkungan kerja adalah lingkungan kerja fisik, lingkungan kimiawi, lingkungan kerja biologis dan lingkungan kerja psikologis.
2. Faktor internal Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri akibat dari reaksi beban kerja eksternal. Faktor internal meliputi faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, dan kondisi kesehatan) dan faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan dan kepuasan).

Dari beban kerja yang berlebihan akan menimbulkan beberapa dampak negatif. Menurut Irawati (2017) dalam (Octaviaji & Hidayati, 2024), dampak negatif yang ditimbulkan yaitu:

1. Kualitas kerja menurun

Beban kerja yang terlalu berat tidak diimbangi dengan kemampuan tenaga kerja, kelebihan beban kerja akan mengakibatkan menurunnya kualitas kerja karena akibat dari kelelahan fisik dan turunnya konsentrasi, pengawasan diri, akurasi kerja sehingga hasil kerja tidak sesuai dengan standar

2. Keluhan pelanggan

Keluhan pelanggan timbul karena hasil kerja yaitu karena pelayanan yang diterima tidak sesuai dengan harapan seperti harus menunggu lama, hasil layanan yang tidak memuaskan.

3. Kenaikan tingkat absensi

Beban kerja yang terlalu banyak bisa juga mengakibatkan pegawai terlalu lelah atau sakit. Hal ini akan berakibat buruk bagi kelancaran kerja organisasi karena tingkat absensi terlalu tinggi, sehingga dapat mempengaruhi terhadap kinerja organisasi secara keseluruhan.

2.2 Beban Kerja Fisik

Kerja fisik adalah kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaga (Yusuf et al., 2023). Beban kerja menunjukkan seberapa banyak aktivitas fisik yang dilakukan manusia selama bekerja, seperti: mendorong, menarik, mengangkat dan menurunkan beban. Kerja fisik dapat menyebabkan perubahan pada fungsi alat-alat tubuh yang dapat dideteksi melalui:

1. Konsumsi oksigen
2. Denyut jantung

3. Peredaran darah dalam paru-paru
4. Temperatur tubuh
5. Konsentrasi asam laktat dalam darah
6. Tingkat penguapan

Penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan dua metode objektif, yaitu metode secara langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja. Meskipun metode dengan menggunakan asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang cukup mahal. Sedangkan metode pengukuran tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama bekerja (Tarwaka, 2004) dalam (Novi Ahadtul Husna, 2021)

2.3 Manual *Material handling*

Material handling diartikan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), Penyimpanan (*storing*), dan pengawasan (*controlling*) dari material dengan segala bentuknya. Manual *material handling* adalah proses pemindahan barang secara manual. Manual *material handling* merupakan aktivitas yang meliputi membawa, mengangkat, menurunkan mendorong dan menarik beban (Yusuf et al., 2023).

Pemilihan manusia sebagai pekerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab. Penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan.
2. Untuk beban ringan akan lebih murah bila dibandingkan dengan menggunakan mesin.
3. Tidak semua material dapat dipindahkan dengan alat.

Manual *material handling* masih sangat diperlukan karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan menggunakan alat yaitu bahwa pemindahan material secara manual dapat dilakukan dalam ruang terbatas dan dimana dalam

melakukan aktivitasnya pekerja sangat mengandalkan fisik manusia untuk mengangkat barang.

2.4 Metode *Cardiovascular Load* (%CVL)

Cardiovascular Load (%CVL) adalah suatu metode analisis untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimal (Yasmin et al., 2023). *Cardiovascular Load* (%CVL) digunakan untuk mengetahui beban kerja fisik melalui pengukuran denyut nadi. Denyut nadi seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah kondisi normal maupun kondisi tidak normal dan aktivitas fisik yang dapat dilihat setelah pemeriksaan denyut nadi (Lubis dan Siregar, 2017) dalam (Aryanny et al., 2021). Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seiring dengan perubahan pembebanan. Perhitungan dilakukan berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Denyut nadi dapat diukur dengan alat *oxymeter*. Perhitungan *Cardiovascular Load* (%CVL) menurut (Tarwaka, 2015) dalam (Aryanny et al., 2021) sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}$$

Adapun penjelasan dari rumus tersebut sebagai berikut:

1. Denyut Nadi Kerja (DNK) merupakan denyut nadi yang diperoleh pada saat seseorang atau pekerja dalam keadaan bekerja
2. Denyut Nadi Istirahat (DNI) merupakan denyut nadi yang diperoleh pada saat seseorang atau pekerja dalam keadaan istirahat
3. Nadi Kerja merupakan Selisih antara jumlah DNK dan DNI
4. Denyut nadi maksimum diperoleh dari
 - a. Untuk jenis kelamin perempuan = $200 - \text{umur}$
 - b. Untuk jenis kelamin laki-laki = $220 - \text{umur}$

Dari data perhitungan %CVL, data perhitungan dapat dibandingkan dengan klasifikasi pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Klasifikasi %CVL

Tingkat Beban	Kategori %CVL	%CVL	Klasifikasi CVL
0	Ringan	< 30%	Tidak terjadi kelelahan
1	Sedang	30 s.d 60%	Diperlukan perbaikan
2	Agak Berat	60 s.d 80%	Kerja dalam waktu singkat
3	Berat	80 s.d 100%	Diperlukan tindakan segera
4	Sangat Berat	>100%	Tidak diperbolehkan melakukan aktivitas

Sumber: Tarwaka, 2015 dalam Aryanny, 2021

2.5 Antropometri

Antropometri berasal dari bahasa latin yaitu *anthropos* yang berarti manusia dan *metricos* yang berarti ukuran. Sehingga *antropometri* diartikan sebagai studi sistematis mengenai pengukuran tubuh manusia terkait dengan ukuran tubuh (Azmi et al., 2021). Dengan mengetahui ukuran dimensi tubuh manusia, perancangan peralatan dan produk dapat disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia sehingga menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman. Data pengukuran tubuh *antropometri* ini menjadi dasar yang sangat penting dalam merancang fasilitas stasiun kerja, tujuannya untuk memastikan kesesuaian antara dimensi tubuh pengguna dan desain yang digunakan.

Menurut (Panero, 2003) dalam (Pattiasina et al., 2021) berdasarkan cara pengukurannya, *antropometri* terbagi atas dua macam, yaitu:

1. *Antropometri statis*, *Antropometri statis* adalah pengukuran data yang mencakup pengukuran atas bagian-bagian tubuh seperti dimensi kepala, batang tubuh dan anggota badan lainnya pada posisi standar (tegak sempurna). Pengukuran *antropometri statis* biasanya digunakan untuk mendesain barang-barang yang digunakan manusia seperti meja, kursi dan pakaian.
2. *Antropometri dinamis*, *Antropometri dinamis* adalah pengukuran yang dilakukan pada posisi tubuh sedang bekerja atau melakukan aktivitas. Dimensi yang diukur

pada *antropometri dinamis* diambil secara linier (lurus) dan saat pemakai melakukan aktivitasnya seperti ketinggian orang saat berjalan.

Dalam perancangan, digunakan prinsip perancangan berbasis *persentil* untuk mengakomodasi ukuran tubuh populasi. *Persentil* ke-5 (P5) umumnya digunakan pada dimensi yang berkaitan dengan jangkauan atau keterjangkauan agar dapat digunakan oleh operator dengan ukuran tubuh relatif kecil. *Persentil* ke-95 (P95) digunakan pada dimensi yang memerlukan ruang atau ukuran yang lebih besar agar dapat mengakomodasi operator dengan ukuran tubuh relatif besar. Sementara itu, *persentil* ke-50 (P50) dapat digunakan untuk memperoleh ukuran tengah yang mewakili sebagian besar populasi.

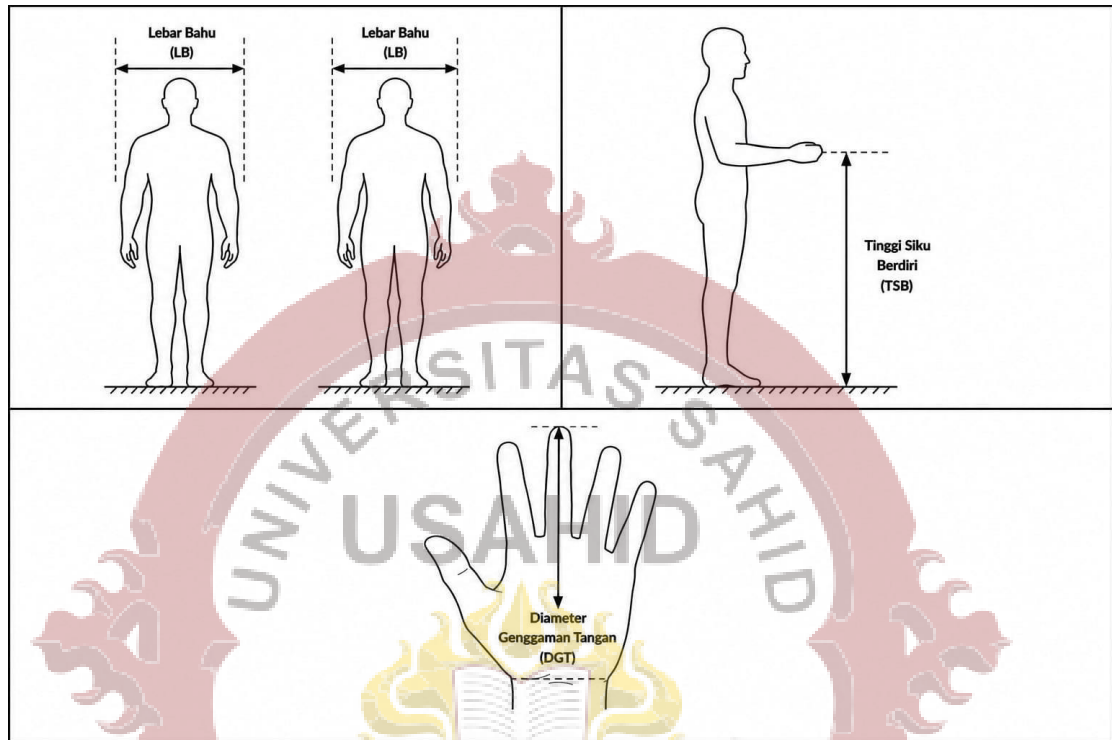
Menurut (Nur Iskandar & Janari, 2021) data *antropometri* yang digunakan dalam pembuatan alat bantu *material handling* berupa troli yaitu data lebar bahu (LB), tinggi siku berdiri (TSB), dan diameter genggam tangan (DGT). Penjelasan dari masing-masing data *antropometri* sebagai berikut:

Tabel 2.2 Data *antropometri* yang digunakan untuk merancang troli

No	Dimensi <i>Antropometri</i>	Simbol	Penjelasan
1	Lebar Bahu	LB	Menentukan lebar pegangan atau ruang gerak operator agar dapat digunakan oleh operator bertubuh besar
2	Tinggi Siku Berdiri	TSB	Menentukan tinggi pegangan troli sehingga operator bertubuh pendek tetap nyaman saat mendorong troli
3	Diameter Genggaman Tangan	GDT	Menentukan diameter <i>handle</i> atau pegangan tangan agar troli nyaman digenggam oleh sebagian besar operator

Sumber: Nur Iskandar & Janari, 2021

Menurut (Pheasant, 2003) Ilustrasi pengambilan data pengukuran *antropometri* dalam membuat alat bantu *material handling* berupa troli sebagai berikut:



Gambar 2.1 Ilustrasi pengambilan data pengukuran *antropometri*

Sumber: Pheasant, 2003

2.6 Aplikasi *Sketch Up*

Software sketch up adalah software yang berkembang untuk mengilustrasikan gambar dengan tampilan 3 dimensi. *Sketch up* dipakai pada beberapa bidang ilmu pengetahuan seperti arsitektur, sipil, filem animasi, gaming, desain grafis dan ilustrator. Kelebihan *software sketch up* adalah memudahkan siapapun tanpa harus menguasai rumitnya teknik dan perhitungan. Selain itu aplikasi ini memiliki beberapa kelebihan yaitu dapat merubah gambar mulai dari 2D vector, 3D realistis, ataupun gambar yang sangat menyerupai dengan *skets*/tangan kondisi eksisting. Aplikasi ini juga mudah dan tidak memakan *space* penyimpanan (Adly et al., 2021).

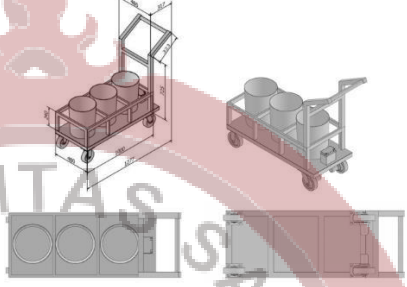
2.7 Penelitian Terdahulu

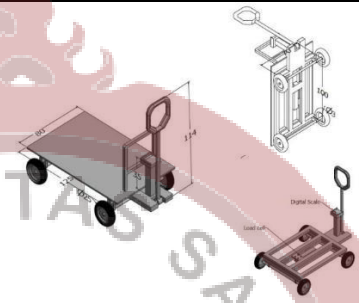
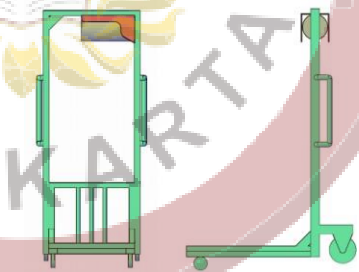
Penelitian terdahulu dilakukan sebagai upaya peneliti untuk memperoleh perbandingan, inspirasi dan arah baru dalam pengembangan penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian terdahulu membantu peneliti dalam memposisikan penelitian yang dilakukan serta menunjukkan keasliannya. Untuk mendukung penelitian ini, peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan tema yang dikaji, baik yang telah dipublikasikan maupun yang belum dipublikasikan, kemudian merangkum hasil-hasil tersebut. Berikut adalah penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan tema yang sedang ditulis.

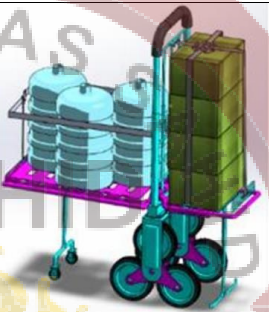
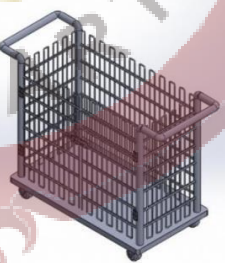


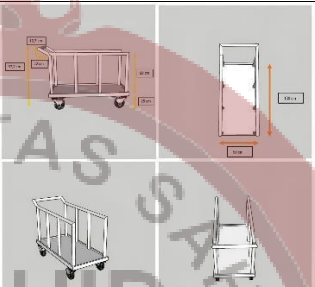
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Jenis <i>Material handling</i>	Rancangan	Mempertimbangkan lebar lintasan	Hasil Penelitian
1.	Andrian Anwar, Nurul Hudaningsih (2024)	Perancangan Alat Pengangkut Telur Yang Ergonomis Menggunakan Pendekatan Ergonomi dan <i>Value Enggenering</i>	<i>Cardiovascular Load</i> (%CVL)	Pengangkutan telur		X	Hasil dari penelitian ini yaitu pembuatan alat pengangkut telur yang ergonomis. Solusi ini dipilih untuk meningkatkan kinerja, mengurangi risiko cedera dan menjaga kualitas produk.

2.	Rika Andriyani Dinata, Pipin Anggaliya, Aden Puja Bachtiar, Ari Hadhiwibowo, Mega Andriyanti Dinata, Nino Setyo Utomo, Rahma Fauziyah, Moh Rizal Ngambah Segara (2024)	Perancangan Ulang Troli Untuk Mengurangi Kelelahan Kerja Pengangkutan Kerang Pada Mina Sumber Mas Indramayu	<i>Cardiovascular Load</i> (%CVL) dan <i>Antropometri</i>	Pengangkutan kerang		X	Hasil dari penelitian ini yaitu pembuatan alat bantu <i>material handling</i> menggunakan <i>antropometri</i> . Alat bantu ini diharapkan dapat mengurangi gangguan <i>muskuloseletal</i> serta meningkatkan efisien kerja nelayan dalam pemindahan hasil tangkap.
----	---	---	---	---------------------	---	---	--

3.	Moh Arief Andri Hartono, Jaka Purnama (2024)	Rancang Bangun Alat Bantu Angkut Bahan Baku Guna meningkatkan Efektivitas <i>Material handling</i> dengan Pendekatan Ergonomi	<i>Cardiovascular Load</i> (%CVL) dan <i>Antropometri</i>	Pengangkutan kerupuk		X	Hasil penelitian yang diperoleh yaitu % CVL sebelum menggunakan rancangan alat bantu pekerja 1 = 72,5%, pekerja 2 = 61,22% menjadi pekerja 1 = 43%, pekerja 2 = 26%
4.	Aulia Annai Nashida, Dzifani Ayu Nuriyadi, Namira Sekar Prameswari, Islah Putri Senthika, Zira Naelawati,	Perancangan Troli Ergonomis sebagai Alat Bantu Angkut Karung dengan Quality Function Deployment pada Penggilingan Padi Sri Rezeki di Banyumas	<i>Rapid Entry Body Assesment (REBA)</i> dan <i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	Pengangkutan padi		X	Hasil penelitian diperoleh penurunan nilai REBA menjadi skor 2 (rendah) dan peningkatan produktivitas menjadi 40%.

	Rahma, Rani Aulia Imran (2024)						
5.	Adhi Irawan, Etika Muslimah (2025)	Perancangan Alat Bantu Pemindahan Produk Menggunakan Metode <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	<i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	Pengangkutan barang supermarket		V	Hasil penelitiannya adalah desain yang inovatif troli yang dirancang agar dapat melewati anak tangga dan dapat dilipat.
6.	Virda Milianawati, Hendro Prassetio, Sri Suci Yuniar (2022)	Usulan Rancangan <i>Material handling floor handtruck</i> menggunakan Metode <i>Verein Deutsche Ingiuieuer 2222 di CV New Bank</i>	<i>Verein Deutsche Ingiuieuer 2222</i>	Pengangkutan kain konveksi		X	Hasil penelitian yaitu rancangan alat <i>material handling</i> .

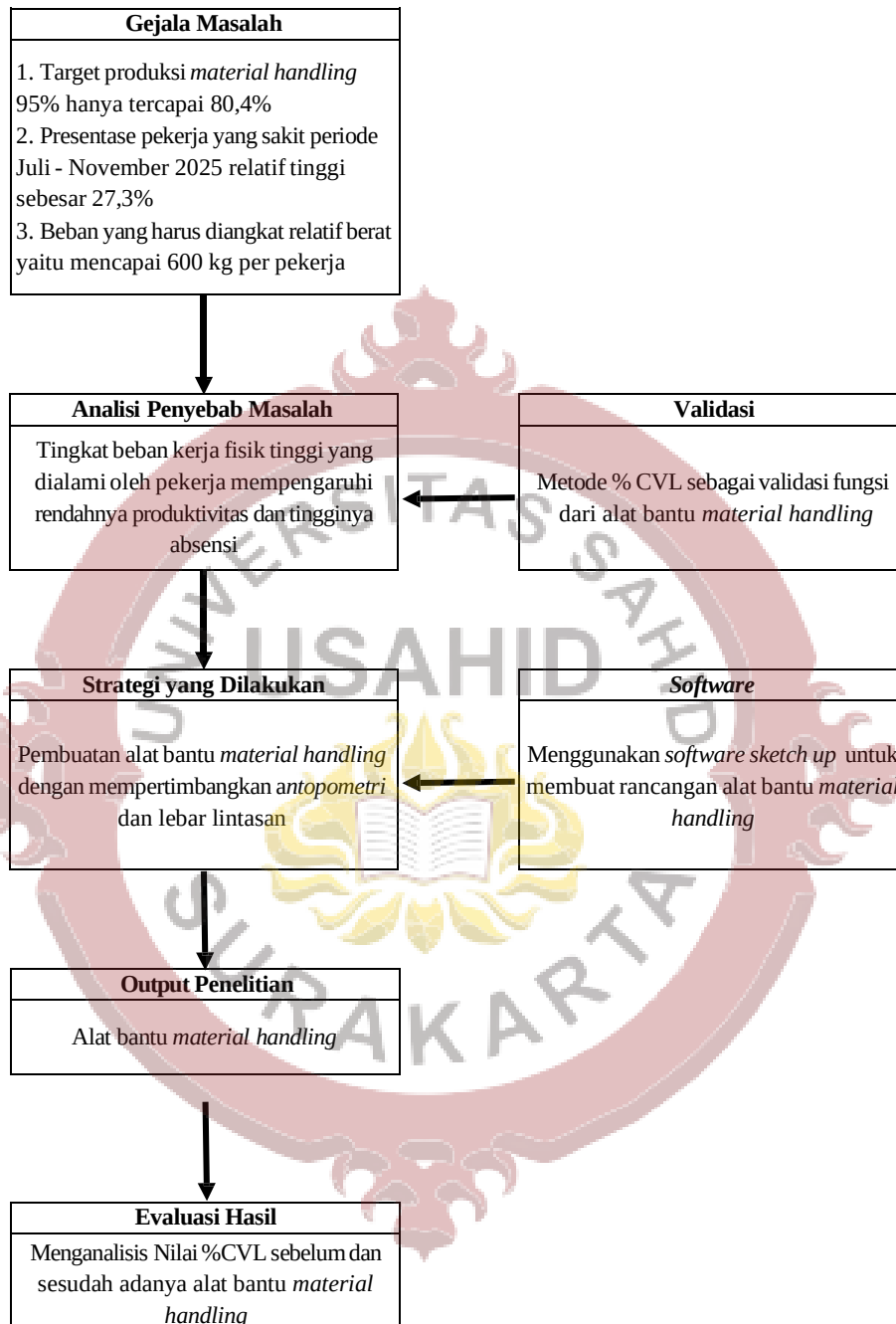
7.	Olsha Nastaain Annas (2026)	Pembuatan Alat Bantu <i>Material handling</i> Untuk Menurunkan Tingkat Kelelahan Operator	<i>Cardiovascular Load (%CVL)</i>	Pengangkatan roll kain		V	Hasil penelitian yaitu terdapat alat bantu <i>material handling</i> untuk mengangkut roll kain. Diperoleh nilai %CVL dari 60,1% menjadi 29,7%.
----	-----------------------------------	---	---------------------------------------	---------------------------	---	---	---

Penelitian-penelitian sebelumnya banyak perancangan alat bantu *material handling* berupa troli, akan tetapi belum ditemukan penelitian secara khusus membahas perancangan troli untuk aktivitas pemindahan roll kain. Pada penelitian ini, fokus penelitian diarahkan pada proses manual *material handling* berupa roll kain departemen *Inspecting* di PT Behaestex.

Lebar lintasan menjadi pertimbangan utama karena kondisi lintasan pada gudang *Inspecting* yang sempit, yaitu hanya 1 meter. Oleh karena itu, diperlukan desain troli yang sesuai agar troli dapat melewati lintasan dan bermanuver dengan baik. Poin ini belum terjawab pada penelitian terdahulu yang membahas tentang troli untuk membantu aktivitas manual *material handling*.

2.8 Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir penelitian ini menggambarkan hubungan antara gejala masalah, analisis penyebab, strategi yang dilakukan, output dan evaluasi hasil. Pada tahap awal, ditemukan gejala utama yaitu terjadi penurunan produktivitas pada *operator material handling* departemen *Inspecting* dimana target kerja bulanan sebesar 95% hanya tercapai 80,4%. Selain itu teridentifikasi persentase ketidakhadiran karyawan akibat sakit yang relatif tinggi pada bulan Juli – November 2025 hingga 27,3%. Kondisi ini menunjukkan adanya permasalahan serius yang mempengaruhi efektivitas kerja. Strategi yang dilakukan adalah pengukuran beban kerja fisik menggunakan metode %CVL. Output penelitian yaitu dengan pembuatan alat bantu *material handling* untuk membantu proses pemindahan material sehingga beban yang harus ditanggung pekerja menjadi lebih ringan sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Setelah adanya alat bantu *material handling* dilakukan evaluasi untuk menilai efektivitas alat bantu tersebut. Pembuatan alat bantu *material handling* diharapkan dapat mengurangi tingkat kelelahan fisik operator dan meningkatkan produktivitas. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat digambarkan kerangka berpikir sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kerangka Berfikir