

PERANCANGAN ALAT BANTU *LIFT* MANUAL MENGUNAKAN PENDEKATAN ANTHROPOMETRI DI AREA *FAT BLEND* PT.XYZ

Rizky Fajar Ramdhani¹, Muhammad Ali Akbar²

Program studi Teknik Industri, STT Wastukencana Purwakarta

rizky@stt-wastukencana.ac.id¹, maliakbar@stt-wastukencana.ac.id²

Abstrak. PT.XYZ merupakan perusahaan produsen dengan bergerak di bidang industri pembuatan susu formula. Di salah satu departemen produksi pada perusahaan tersebut yaitu bagian *fat blend* terdapat aktivitas *manual material handling* (MMH) yang di lakukan operator, yaitu penuangan larutan *emulsifier* ke dalam *intermediate tank*. Berdasarkan permasalahan yang timbul di perlukan adanya penanganan perbaikan pada aktivitas pengangkatan tersebut, dengan merancang alat bantu yang dapat memindahkan pengangkatan dengan bantuan alat bantu guna mencegah risiko keluhan *musculoskeletal disorder* pada pekerja. Tahapan dalam perancangan yang di lakukan dengan menghitung nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) menggunakan NIOSH *equation*, kemudian menggunakan metode antropometri dan metode perancangan yang mengadopsi serta modifikasi beberapa tahapan dalam proses perancangan, dengan metode rasional dan NIDA (*Need, Idea, Decision and Action*). Hasil Penelitian di peroleh dengan nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) lebih kecil dari berat aktual wadah berisi larutan dan *Lifting Index* (LI) lebih besar dari 1 ($LI > 1$), Maka aktivitas tersebut tidak di rekomendasikan dan dapat berisiko cedera termasuk risiko keluhan pada *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). Kemudian menghasilkan sebuah rancangan alat bantu dengan pembuatan desain dan *prototype* yang sesuai dengan antropometri pekerja dengan persentil 95th yang menghasilkan tinggi pegangan penggerak ialah 107.2 cm, dan lebar untuk alat bantu 46.1 cm.

Kata Kunci : *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI), *Musculoskeletal Disorder* (MSDs), Antropometri, NIDA (*Need, Idea, Decision and Action*).

Abstract. PT.XYZ is a manufacturing company engaged in the manufacturing of formula milk. In one of the production departments at the company, namely the fat blend section, there is manual material handling (MMH) activity carried out by the operator, namely pouring the emulsifier solution into an intermediate tank. Based on the problems that arise, it is necessary to handle improvements in the lifting activity, planning tools that can move the lifting with the help of assistive devices to prevent the risk of complaints of musculoskeletal disease in workers. The stages in the design are carried out by calculating the Recommended Weight Limit (RWL) and Lifting Index (LI) values using the NIOSH equation, then using the anthropometric method and the applied design method and modification of several stages in the design process, with the rational method and NIDA (Need, Ideas, Decisions, and Actions). The results of the study were obtained with a Recommended Weight Limit (RWL) value smaller than the actual weight of the container containing the solution and the Lifting Index (LI) greater than 1 ($LI > 1$), so this activity is not recommended and can be at risk of injury including the risk of complaints at Musculoskeletal Disorders (MSDs). Then produce a design tool by making designs and prototypes that are following the anthropometry of workers with the 95th percentile which produces a high driving handle that is 107.2 cm, and width for the auxiliary tools 46.1 cm.

Keywords: *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI), *Musculoskeletal Disorder* (MSDs), Anthropometry, NIDA (*Need, Idea, Decision and Action*)

1 Pendahuluan

PT.XYZ mempunyai 2 departemen dalam memproduksi produknya, diantaranya departemen *process and drier* (P&D) dan departemen *filling and packing* (F&P) dan masing-masing mempunyai sub kerjanya masing-masing. Pada salah satu sub di departemen P&D yaitu bagian proses basah dimana awal mula susu di produksi di perusahaan tersebut. Walaupun sebagian besar aktivitasnya terkontrol secara digital dan berproduksi secara otomatis namun pada saat awal pemasukan material bahan-bahannya masih terdapat aktivitas yang masih mengunakan tenaga manusia, aktivitas pemindahan bahannya masih secara manual. dalam hal ini pada saat penelitian dan observasi pada proses pengangkatan beban produk yang di lakukan terdapat indikasi salah satu aktivitas angkat beban *manual material handling* (MMH), yang berisiko terhadap keselamatan operator dan kondisi tubuh

operator yang dilakukan secara manual tanpa menggunakan alat bantu yang di rasa efektif di bagian tersebut, yaitu pada aktifitas penuangan larutan *emulsifier* ke dalam *intermediate tank* yang terdapat pada area *fat blend preparation room*, pada aktivitas pemasukan larutan tersebut.

Di bagian *fat blend* ini terdapat aktivitas rutin yang di lakukan operator secara manual, yaitu penuangan larutan *emulsifier* ke dalam *intermediate tank* setinggi 127 Cm hanya dengan menggunakan alat bantu 2 anak tangga yang terbuat dari aluminium dengan total tinggi tangga yaitu 48 cm, selebihnya menggunakan tangan operator secara langsung dalam mengangkat wadah berbahan *stainles steel* yang berisi larutan *emulsifier* tersebut dengan berat total 31 Kg. Dari aktivitas tersebut terindikasi bahawa terdapat risiko keluhan musculoskeletal disorder pada pekerja. maka di lakukan analisis untuk membuktikanya.

2 Kajian Pustaka

Material handling yang dilakukan manusia disebut sebagai *Manual Material Handling* (MMH). Jika manusia harus bekerja dalam aktivitas *Manual Material Handling* secara berulang-ulang dalam waktu yang lama, maka harus diperhatikan batasan kemampuan metabolisme dan sirkulasi dalam tubuh. Pemindahan bahan secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Kecelakaan industri (*industrial accident*) ini dapat menyebabkan kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkatan berlebih. Berbagai macam cara dalam mengangkat beban yakni dengan kepala, bahu, tangan, punggung, dan sebagainya. Beban yang terlalu berat dapat menimbulkan cedera tulang punggung, jaringan otot, dan persendian akibat gerakan yang berlebihan.

Recommended Weight Limit (RWL) merupakan rekomendasi batas beban

yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara *repetitive* dan dalam jangka waktu yang cukup lama. RWL ini ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Persamaan NIOSH berlaku pada keadaan : (Waters, et al; 1994)

1. Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban ditengah-tengah pekerjaan.
2. Beban diangkat dengan kedua tangan.
3. Pengangkatan atau penurunan benda dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
4. Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
5. Tempat kerja tidak sempit.

Berdasarkan sikap dan kondisi sistem kerja pengangkatan beban dalam proses

pemuatan barang yang dilakukan oleh pekerja dalam eksperimen, penulis melakukan pengukuran terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pengangkatan beban dengan acuan ketetapan NIOSH.

Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut (Waters, et al, 1993):

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad \dots (1)$$

Keterangan :

LC : (*Lifting Constanta*) konstanta pembebanan = 23 kg

HM : (*Horizontal Multiplier*) faktor pengali horisontal = 25/H

VM : (*Vertical Multiplier*) faktor pengali vertikal = $1 - 0,003 [V - 75]$

DM : (*Distance Multiplier*) faktor pengali perpindahan = $0,82 + 4,5/D$

AM : (*Asymetric Multiplier*) faktor pengali asimetrik = $1 - 0,0032 A^{(0)}$

FM : (*Frequency Multiplier*) faktor pengali frekuensi

CM : (*Coupling Multiplier*) faktor pengali kopling (*handle*)

H = Jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh.

Setelah nilai *RWL* diketahui, selanjutnya perhitungan *Lifting Index*, untuk mengetahui *index* pengangkatan yang tidak mengandung resiko cedera tulang belakang, pada persamaan 2..

$$LI = \frac{\text{Berat Beban}}{RWL} \quad \dots(2)$$

Jika $LI > 1$, berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.

Jika $LI < 1$, berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut

V = Jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai

D = Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan

A = Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki.

Untuk *Frequency Multiplier* (FM) adalah :

1. Durasi pendek : 1 jam atau kurang.
2. Durasi sedang : antara 1 – 2 jam.
3. Durasi panjang : 2 – 8 jam.

Untuk *Coupling Multiplier* (CM) adalah :

1. Kriteria *Good*, adalah :
 - Kontainer atau Box merupakan design optimal, pegangan bahannya tidak licin.
 - Benda yang didalamnya tidak mudah tumpah.
 - Tangan dapat dengan nyaman meraih box tersebut.
2. Kriteria *Fair*, adalah :
 - Kontainer atau Box tidak mempunyai pegangan.
 - Tangan tidak dapat meraih dengan mudah.
3. Kriteria *Poor*, adalah :
 - Box tidak mempunyai *Handle*/pegangan.
 - Sulit dipegang (Licin, Tajam, dll).
 - Berisi barang yang tidak stabil, (Pecah, Jatuh, Tumpah, dll).
 - Memerlukan sarung tangan untuk mengangkutnya.

tidak mengandung resiko cedera tulang belakang (Waters, et al; 1993)

Sebagian besar data Antropometri dinyatakan dalam bentuk persentil. Persentil merupakan suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya 95% dari populasi adalah sama atau lebih rendah dari 95 persentil, dan 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 persentil.

Pada perancangan alat bantu *Hand lift* katrol dilakukan dengan pendekatan tahapan umum dan teknik perancangan,

yaitu NIDA (*Need, Idea, Decision, and Action*).

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Dalam pokok bahasan antropometri, 95 persentil akan menggambarkan ukuran manusia yang "Terbesar", sedangkan 5 persentil sebaliknya akan menunjukkan ukuran manusia yang "terkecil". Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang

Beberapa pengolahan data yang harus dilakukan pada data anthropometri adalah :

Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data dilakukan untuk mengetahui tingkat keyakinan tertentu data yang diperoleh seluruhnya berada dalam batas kontrol. Jika terdapat data yang berada di atas batas kontrol atas dan di bawah batas kontrol bawah seharusnya data tersebut dibuang dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya, untuk Pengujian Keseragaman Dengan Menentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) berikut adalah rumus untuk menentukan BKA dan BKB :

Batas Kontrol Atas (BKA) atau *Upper Control Limit* (UCL)

$$K = x + k. \sigma \quad \dots(3)$$

Batas Kontrol Bawah (BKB) atau *Lower Control Limit* (LCL)

$$K = x - k. \sigma \quad \dots(4)$$

Standar deviasi (σ) dapat dihitung dengan

menggunakan rumus persamaan 5

$$S = \sqrt{\frac{\sum Xi - \bar{X}^2}{n-1}} \dots(5)$$

Dimana :

x = Rata - rata pada data, Xi = angka

ada, maka disini diambil rentang 2,5 dan 97.5 persentil sebagai batas-batasnya.

Adapun pendekatan dalam penggunaan data antropometri, adalah sebagai berikut:

1. Pilihlah standar deviasi yang sesuai untuk perancangan yang dimaksud.
2. Carilah data pada rata-rata dan distribusi dari dimensi yang dimaksud untuk populasi yang sesuai.
3. Pilihlah nilai persentil yang sesuai sebagai dasar perancangan.
4. Pilihlah jenis kelamin yang sesuai.

pada data , n = banyaknya data

Uji Kecukupan Data

Uji Kecukupan data dilakukan apakah data cukup atau tidak, untuk data yang telah di uji keseragamannya maka harus di uji kecukupannya karena agar data seragam ada beberapa data yang dibuang maka harus di uji apakah data tersebut cukup atau tidak untuk Uji Kecukupan data menggunakan persamaan rumus 6:

$$N' = \left[\frac{k/s\sqrt{(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum X} \right]^2 \dots(6)$$

Dimana :

N' = Jumlah pengamatan yang dibutuhkan

N = Jumlah pengamatan

Xi = Angka pada data

K = Tingkat keyakinan

S = Derajat ketelitian

bila tingkat keyakiann 0 ~ 50 %, maka $k = 0.67$ bila tingkat keyakiann 50.1 % ~ 68 %, maka $k = 1$ bila tingkat keyakinan 68.2 % ~ 95 % , maka $k = 2$ bila tingkat keyakinan 95 .1 % ~ 99 % , maka $k = 3$ apabila $N' < N$, maka data dinyatakan cukup

Uji Kenormalan Data

Biasanya dengan uji statistik, akan lebih obyektif untuk mengatakan data berdistribusi normal. Berikut salah satu cara dalam menghitung statistik uji kenormalan data :

1. Statistik Dengan Liliforce

“Perumusan ilmu statistik juga berguna dalam pengendalian persediaan untuk menentukan pola distribusi. Pola distribusi tersebut dapat diketahui dengan melakukan uji kenormalan Lilliefors. Pada pengujian ini terdapat 2 jenis hipotesa yaitu :

1. Hipotesa H_0 untuk hipotesa yang berdistribusi normal
2. Hipotesa H_1 untuk hipotesa yang tidak berdistribusi normal

Untuk pengujian hipotesa maka prosedur yang harus dilakukan antara lain :

Nilai data x_1, x_2, \dots, x_n dijadikan angka baku z_1, z_2, \dots, z_n dengan menggunakan pada persamaan rumus 7 :

$$S(z_i) = \frac{\text{banyaknya } z_1, z_2, \dots, z_n \leq z_i}{n} \dots(11)$$

- c. Hitung selisih $F(z_i) - S(z_i)$ tentukan harga mutlaknya.
- d. Cari nilai yang terbesar dari selisih $F(z_i) - S(z_i)$ jadikan L_{hit}
- e. Kriteria pengambilan keputusan adalah :

Jika, $L_{hit} \leq L_{kritik}$, (n) ; maka H_0 diterima, jadi normal

$L_{hit} > L_{kritik}$, (n) ; maka H_0 ditolak, jadi tidak normal

dengan $L_{kritik} = L_{\alpha}$, n adalah nilai kritis uji kenormalan lilliefors dengan taraf nyata dan n banyaknya data” .

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \dots(7)$$

Dengan \bar{x} = rata-rata sampel
 S = simpangan baku sampel
 $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Menghitung rata-rata sampel digunakan rumus persamaan 8 :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots(8)$$

Menghitung simpangan baku digunakan rumus persamaan 9:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots(9)$$

a. Tiap angka baku dan menggunakan daftar distribusi normal baku, hitung peluang :

$$F(Z_i) = P(z \leq z_i) \dots(10)$$

b. Menghitung proporsi z_1, z_2, \dots, z_n .
 Jika proporsi ini dinyatakan oleh $S(z_i)$, maka $S(z_i)$

Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh, persentil ke- 95 akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu.

$$\text{Letak } K_i = \text{data ke } \frac{(n+1) \cdot K_i}{100} \dots(12)$$

3 Metodologi

Metodologi Penelitian ini merupakan rangkaian dan susunan dari semua gambaran proses yang di dapat dari penelitian yang di mulai dari terbentuknya perumusan masalah hingga sampai pada tahap akhir yaitu kesimpulan yang saling keterkaitan satu dengan yang lainnya. Maka pada bab ini tahapan dalam penelitian akan di uraikan secara sistematis yang di uraikan ke dalam beberapa langkah di bawah ini :

- Tahap ke- I = Menentukan topik penelitian
- Tahap ke-II = Metode Pengumpulan data
- Tahap ke-III = Pengumpulan dan pengolahan data
- Tahap ke-IV = Perancangan alat bantu
- Tahap ke-V = Kesimpulan dan saran

Berdasarkan observasi yang di lakukan peneliti pada aktivitas pada area proses basah di PT. XYZ yang di lakukan oleh operator yang bersangkutan, terdapat aktivitas yang berisiko cedera dan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) dalam aktivitas.

Adapun identifikasi dari permasalahan tersebut ialah adanya risiko yang di lakukan saat mengangkat wadah yang berisi larutan emulsify ier yang di lakukan oleh operator fat blend yang terdapat di bagian proses basah dengan berat wadah sebera 31 Kg sebanyak 6 wadah dalam sekali penuangan atau sesuai order kerja produksi (OKP), aktifitas *manual material handling* (MMH) yang di laukan tanpa menggunakan alat bantu , itu artinya hal tersebut di nilai dapat menyebabkan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Hal tersebut menjadi landasan dalam nenentukan latar belakang dan identifikasi permasalahan yang ada

Dari permasalahan yang sudah ditetapkan maka selanjutnya adalah dengan menjabarkan dengan lebih terperinci dan spesifik, sehingga penelitian dapat dengan mudah di tetapkan. Masalah yang di tetapkan pada penelitian ini ialah pada aktivitas penuangan larutan emulsifier pada bagian *fat blend* pada proses basah yang berisiko cedera yang di alami

karyawan, sehingga di lakukan analisis berdasarkan berat beban yang di rekomendasikan serta dengan adanya pengadaan alat bantu dalam memindahkan beban yang di lakukan oleh operator sehingga berpindah pada alat bantu dengan dimensi yang dapat di tentukan sesuai anthropometri pekerja.

Dengan studi lapangan yang di lakukan oleh peneliti maka data yang pertama kali di dapat adalah dengan cara observasi yang diperoleh di lapangan di mana peneliti menemukan masalah untuk di teliti. Tentunya dengan bantuan para pekerja yang terkait dengan kepentingan penelitian dengan mewawancarainya secara langsung, terhadap permasalahan yang sedang terjadi di PT.XYZ.

Dengan metode pengumpulan data dengan cara studi pustaka tujuannya adalah dengan mencari metode-metode maupun informasi yang terkait dengan permasalahan yang sedang di teliti, informasi yang di dapat pun berguna dalam dalam memecahkan masalah baik dengan penelitian sebelumnya maupun teori-teori dari para ahli yang terkait, seperti jurnal ilmiah penelitian, buku,dll

Data yang di dapat dari lapangan dan studi pustaka kemudian di olah melalui beberapa tahapan terlebih dahulu seperti menguji keseragaman data dan kecukupan data. Data yang berada di luar batas kontrol atau yang di sebut data ekstrim yang berada di luar Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali bawah (BKB). Kemudian uji kecukupan data di lakukan dengan syarat ($N' < N$). Artinya ketika data sudah di katakan cukup ialah ketika jumlah (N') atau data teoritis lebih kecil dari pada jumlah (N) atau pengamatan sebenarnya. Kemudian dalam penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5% sebagai bahan acuannya.

Pada penelitian ini, dilakukan dengan cara analisa lapangan dengan memasuka perhitungan RWL dan LI dengan menggunakan persamaan NIOSH *Equation*. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui berat yang di rekomendasikan yang bisa di angkat oleh pekerja. Dari analisis lapangan yang ada maka di gunaka ialah 95-*th percentile*, nilai ini digunakan supaya dalam

proses perancangan sampai jadi alat dapat di gunakan secara garis besar oleh semua pekerja di perusahaan pada saat pemakaiannya. Dengan terlebih dahulu mencari nilai rata-rata (*mean*), dan standar deviasi dari data anthropometri yang diperoleh.

Dalam tahap perancangan terlebih dahulu di buat desain untuk meminimalisir kesalahan dalam perancangan juga sebagai gambaran awal sebagai acuan rancangan alat bantu, di dalamnya terdapat bagian-bagian ukuran dan gambar dimensinya yang di jadikan ukuran atau acuan pada rancangan yang akan di buat hingga menjadi alat yang di maksud dalam gambar menjadi nyata.

Pada tahapan ini di buat sebuah *prototype* awal dengan menggunakan bahan kayu, sebagai langkah menyerupai tujuan dari gambar asli. *Prototype* ini di buat untuk mengetahui cara kerja alat secara nyata sesuai perhitungan persentil untuk alat yang sudah di tentukan sebelumnya. Setelah *prototype* di buat maka langkah selanjutnya adalah memastikan dan menguji alat berfungsi atau tidak, uji fungsional ini juga berfungsi untuk memastikan semua bagian alat berfungsi atau tidak.

Dalam analisis penelitian ini selain observasi lapangan dan wawancara terhadap pekerja yaitu di lakukan pula dengan menggunakan metode perhitungan *recommended weight limit* (RWL) dan *lifting index* (LI) untuk mengetahui apakah pekerjaan yang di lakukan oleh pekerja di rekomendasikan atau tidak dengan cara manual (*Manual Material Handling*), setelah itu menentukan nilai persentil dengan menentukan terlebih dahulu beberapa tahapan metode pengolahan data anthropometri untuk mendapatkan nilai persentil sebagai ukuran pada alat bantu yang didesain dengan metode perhitungan manual dan *software* SPSS v24. Lalu kemudian mendesain alat bantu dengan tujuan mempermudah pekerjaan di area *fat blend*. Dalam mendiesain pun di lakukan dengan menggunakan *software* AutoCad 2016 dan Sketcup 2017. Terakhir dengan merancang *ptototype* untuk di uji secara fungsional.

4 Hasil dan Pembahasan

Pengolahan Data RWL dan LI

Pada tahap dilakukan perhitungan nilai RWL untuk melihat apakah beban pengangkatan yang dilakukan oleh operator direkomendasikan atau tidak. Perhitungan yang dilakukan pada *hand action origin* dan *destination* menggunakan metode RWL *single task*, dikarenakan jarak yang terjadi selalu tetap setiap dilakukam penuangan larutan. Nilai RWL dan *Lifting Index* dihitung berdasarkan persamaan yang dikeluarkan NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*). Rekapitulasi nilai RWL dan *Lifting index* untuk tempat awal (*origin*) dan tempat tujuan (*destination*) dapat di lihat pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil perhitungan RWL dan LI

Aktivitas Pengangkatan	Origin		Destination	
	RWL	LI	RWL	LI
1	13.58	2.28	9.4	3.29
2	11.36	2.64	19.62	1.52

Dari hasil perhitungan RWL terlihat bahwa berat yang direcomendasikan untuk tempat awal (*origin*) kedua aktivitas pengangkatan larutan 13.58 kg dan 11.36 kg, sedangkan tempat tujuan (*destination*) kedua aktivitas pengangkatan 9.4 kg dan 19.62 kg, ini menjelaskan bahwa berat benda yang diangkat tidak sesuai dengan berat yang direkomendasikan. Juga hasil *Lifting Index* pada pengangkatan dari awal (*origin*) kedua aktivitas pengangkatan sebesar 2.28 dan 2,64, sedangkan untuk tempat tujuan (*destination*) adalah sebesar 3.29 dan 1.52, hal ini termasuk kedalam kategori berbahaya bagi operator dan dapat menimbulkan cedera otot karena $Li > 1$.

Dengan ini maka untuk mengurangi risiko cedera otot maka harus memindahkan beban yang di angkat tanpa harus menggunakan tangan kosong dalam aktivitas pengangkatanya.

Analisis Data Anthropometri

Pada tahap ini di lakukan uji kecukupan data pada pada tinggi sikut berdiri dan lebar bahu dengan menggunakan tingkat keyakinan 95 % dan tingkat ketelitian 5 % dengan merujuk pada nilai index dengan keyakinan 95% tersebut ialah 2 (K) serta tingkat ketelitian 5% (S). berikut adalah hasil pengujiannya : tingkat keyakinan untuk Tinggi Duduk Tegak (TDT), (k) 95 % = 2, dari hasil perhitungan $N' (0.07) \leq N (5)$ Jadi data dianggap "Data Cukup" untuk tinggi sikut berdiri dan lebar bahu.

Uji keseragaman data anthropometri

Tabel 2 Rata-rata Tinggi Sikut Berdiri

Tinggi Sikut Berdiri (TSB)					Rata-rata
1	2	3	4	5	
105	105.4	105.5	106	107.2	105.82

Tabel 3 Rata-rata Lebar Bahu

Ukuran Lebar Bahu (LB)					Rata-rata
1	2	3	4	5	
45.2	45.5	45.6	45.7	46.2	45.64

Pada tahapan ini dilakukan dengan uji keseragaman data yang menggunakan *software* SPSS v25 Microsoft Axel. Yang di lakukan untuk mengetahui tingkat homogenitas pada data baik yang ekstrim ataupun data yang berada pada data Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB). Kemudian ialah menghasilkan keseragaman data yang di lakukan dengan melalui beberapa tahapan sebagai berikut

Berikut yaitu menghitung nilai rata-rata dari Tinggi Sikut Berdiri dan Lebar Bahu yang di urutkan berdasarkan nilai terkecil hingga terbesar untuk mempermudah

penjumlahan data pada pembahasan berikutnya, dengan hasil data yang terdapat pada Tabel 2 dan 3 sebagai berikut :

Menghitung Standar Deviasi

Nilai standar deviasi dari Tinggi sikut dan Lebar (TSB) adalah $\sigma=0,85$ dan Lebar Bahu (LB) $\sigma=0,36$

Menghitung Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB).

Pada Pengujian ini di tentukan Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) pada setiap grup variabel yang di tentukan pada data anthropometri Lebar Bahu dan Tinggi Sikut Berdiri. Apabila data yang di hitung berada pada Batas Kendali Bawah (BKB) dan Batas Kendali Atas (BKA) maka data yang di hitung bias di sebut seragam, maka untuk hasil pengujian dapat di lihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut :

Tinggi Sikut Berdiri (TSB)

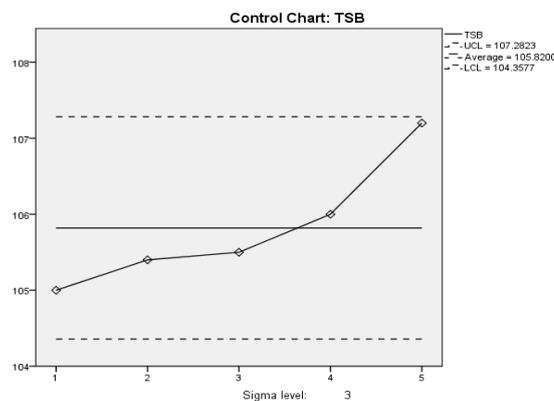
BKA= 107.52

BKB =104.12

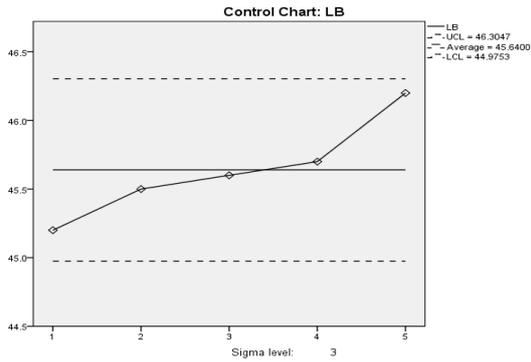
Lebar Bahu

BKA=46,36

BKB=44,92



Gambar 1 Grafik Control Chart Tinggi Sikut Berdiri



Gambar 2 Grafik Control Chart Lebar Bahu

Uji kenormalan data antropometri

Tabel 4 Hasil Uji Statistik Tinggi Sikut Berdiri

Zi	f(zi)	s(zi)	F(Zi) - S(Zi)
-0.965	0.1673	0.2	0.032
-0.494	0.3106	0.4	0.089
-0.377	0.3532	0.6	0.246
0.212	0.5839	0.8	0.216
1.624	0.9478	1	0.052

T hitung = 0.246 Tidak ada pada nilai kritis 0.337 Maka Ho : Sampel Berasal dari Distribusi Normal
 Dalam pengujian kenormalan data anthropometri di gunakan Uji Liliforce. Uji ini.

Tabel 5 Hasil Uji Statistik Lebar Bahu

Z	F(zi)	S(zi)	F(Zi) - S(Zi)
-1.206	0.1138	0.2	0.086
-0.384	0.3505	0.4	0.049
-0.110	0.4563	0.6	0.143
0.165	0.5653	0.8	0.234
1.536	0.9377	1	0.062

T hitung = 0.234 Tidak ada pada nilai kritis 0.337 Maka Ho : Sampel Berasal dari

Distribusi Normal. merupakan normalitas secara nonparametric dengan data sampel yang tersaji hanya terdiri dari 5 sampel dari masing masing- masing data yang di ukur. Hasil Pengujian data untuk Tinggi Sikut Berdiri dan Lebar Bahu. terdapat pada tabel 4 dan tabel 5.

Perhitungan persentil

Setelah memperoleh data, melakukan perhitungan persentil untuk tiap-tiap dimensi dan dilakukan pada data pria maupun wanita. Persentil yang digunakan dalam pengolahan data ini ialah persentil 5-th, 50-th, dan 95-th, perhitungan persentil 95-th pada Tinggi Sikut Berdiri adalah Persentil 95-th = 107.2 Cm, perhitungan persentil 95-th pada Lebar Persentil 95-th = 46.1 Cm

Tabel 6 Dimensi Perancangan Sesuai Data Anthropometri

No	Kebutuhan Anthropometri	Persentil	Dimensi
1	Menentukan Tinggi Sikut Berdiri (TSB) pegangan alat bantu lift manual	95 %	107.2
2	Menentukan Lebar Bahu (LB) alat bantu lift manual	95 %	46.1

Landasan Perancangan Alat Bantu

Pada perancangan alat bantu *Hand lift* katrol dilakukan dengan pendekatan tahapan umum dan teknik perancangan, yaitu NIDA (*Need, Idea, Decision, and Action*) yang di uraikan pada tahapan-tahapan sebagai berikut :

a. Need (Kebutuhan)

Dalam aktivitas persiapan larutan emulsifier. Pada saat opertaor mengangkat larutan terjadi 2 kali aktivitas pemindahan dari meja *trolley* ke tangga kemudian dari tangga ke tank senagai langkah akhir

menuangkan larutan. Diperlukan alat yang bisa memindahkan wadah langsung pada *tank*. Adanya gejala risiko cedera dan aktivitas perlu dilakukan perubahan dalam proses pengangkatannya yang dilakukan operator pada aktivitas penuangan larutan *emulsifier* berdasarkan dengan di buktikan oleh hasil perhitungan RWL dan LI, sehingga diperlukan adanya sebuah alat bantu.

b. Idea (ide)

Agar Proses pengangkatan tidak berkali-kali, maka diperlukan alat bantu yang bisa mengangkatnya langsung ke dalam *intermediate tank*. Risiko cedera pada aktivitas penuangan larutan *emulsifier* dapat di atasi dengan sebuah alat bantu manual berupa alat bantu tambahan dengan sistem kerja katrol yang penampangnya bisa di naikan dan di turunkan, sehingga pengangkatan larutan *emulsifier* yang dilakukan operator dapat di gantikan dengan alat bantu. Adapun dalam perancangannya di lakukan dengan mempertimbangkan kondisi larutan yang tidak boleh berisiko terjadinya kontaminasi silang dari timbulnya mikroba dari alat di pakai, maka alat yang di perlukan harus sesuai dengan ketentuan perusahaan pula.

c. Decision (Keputusan)

Desain di buat berupa alat sejenis *lift* manual tambahan yang terletak pada penampangnya bisa dinaikkan dan diturunkan sesuai keinginan. tujuannya supaya pekerja dapat mengangkat wadah dengan leluasa karna tidak perlu mengangkat dengan tangan kosong.

Perancangan alat bantu *lift* manual dengan mekanisme menaikan wadah larutan *emulsifier* dengan penggerak sejenis *gear* yang di bantu dengan kayuhan tangan dengan menggunakan pengukuran yang di dapat dengan hasil perhitungan uji persentil sehingga tinggi dan lebar dari alat dapat di tentukan sesuai postur tubuh pekerja. Sehingga wadah berisi larutan bisa di

angkat dengan alat bantu tanpa harus dilakukan dengan tangan kosong dan tidak harus membungkuk saat mengangkat wadah.

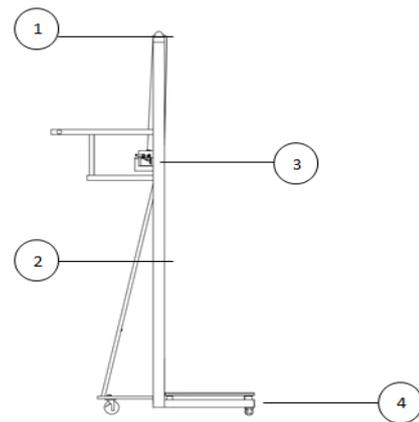
d. Action (Tindakan)

Disain dan perancangan *Prototype* atau purwarupa alat bantu *lift* manual dengan sistem katrol sebagai rupa dan bentuk awal untuk di gunakan sebagai uji fungsional adapaun purwarupa yang di buat di rancang dengan mendekati fungsi awal yang telah di jelaskan pada pembahasan sebelumnya.

Pemetaan Bagian Utama Desain Alat Bantu Lift Manual

Rancangan *lift* manual terdiri dari empat bagian utama, yaitu :

1. Rangka atas
2. Rangka tengah
3. Sistem Penggerak
4. Rangka bawah



Gambar 3. Pemetaan bagian Desain *prototype*

E. Pembuatan Prototype

Dalam Perancangan alat bantu *lift* manual pada proses pengangkatan larutan *emulsifier* pada proses *fat blend* ini, maka di buat *prototype*. Kendatipun dalam pembuatan *prototype* ini juga mempertimbangkan nilai ekonomis dalam pembuatannya. Tujuan pembuatan *prototype* ini tidak lain ialah agar bisa memastikan semua fungsi dari alat yang di desain dan di rencanakan sesuai fungsi yang di harapkan. Bahan utama dari pembuatan

prototype ini adalah kayu selain itu di gunkana roda, skrup, paku dan alat penggerak dari bahan-bahan yang ekonomis dan memadai dalam menunjang pembuatan *prototype* dari alat itu sendiri yang bisa di lihat pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. *Prototype Lift Manual*
Pengangkatan Larutan *Emulsifier*

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian aktivitas penuangan larutan *emulsifier* dibagi menjadi 3 tahapan penuangan. Tahap kesatu, wadah *stainless steel* berisi larutan *emulsifier* di angkat dari meja troli menuju ke anak tangga bantu satu. Tahap ke dua, mengangkat larutan berisi wadah *emulsifier* ke dalam anak tangga ke dua dan tahap ketiga mengangkat larutan dari anak tangga terakhir menuju *intermediate tank* kemudian pekerjaan selanjutnya ialah dengan melakukan tahap ke 1 sampai tahap 3 selanjutnya secara berulang hingga wadah berisi larutan habis sesuai dengan Order Kerja Produksi (OKP).
2. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh nilai *recommended weight limit* untuk tempat awal (*origin*) pada

kedua aktivitas pengangkatan yang di lakukan satu operator adalah 13.58 kg, sedangkan tempat tujuan (*destination*) pada kedua aktivitas tersebut ialah 9.40 kg. Sedangkan untuk nilai aktivitas pengangkatan ke dua ialah (*origin*) 11.36 kg, dan (*destination*) sebesar 19.62 kg. Ini menjelaskan bahwa berat benda yang diangkat saat pertama pengangkatan aktivitas pertama sebesar 31 kg dan pengangkatan aktivitas ke 2 adalah 30 kg, tidak sesuai dengan berat yang di rekomendasikan. *Lifting index* pada pengangkatan aktivitas ke satu di tempat awal (*origin*) kedua aktivitas pengangkatan pada satu operator tersebut sebesar 2.28 , sedangkan tempat tujuan (*destination*) adalah sebesar 3.29 , sedangkan untuk nilai *lifting index* pada aktivitas penuangan yang ke dua ialah untuk (*origin*) sebesar 2.62 dan (*destination*) sebesar 1.52 , hal ini di kategorikan berbahaya bagi operator dan dapat menimbulkan risiko cedera otot punggung karena LI menunjukkan > 1

3. Menghasilkan usulan desain dan perancangan sebuah alat bantu berupa *lift* manual yang penampangnya bisa di naikan dan di turunkan dengan sistem tarik ulur dengan katrol dan penggerak dengan roda-roda gigi, ini di usulkan sebagai pengganti proses angkat dalam aktivitas penuangan larutan *emulsifier* di area *fat blend*, sehingga dapat mengurangi risiko keluhan *musculoskeletal disorder* maupun kemungkinan risiko kecelakaan kerja yang dapat timbul pada saat bekerja. Dalam membuat dimensi pengukuran alat bantu di lakukan dengan menghitung dimensi pada tinggi alat dan lebar pegangan alat bantu sesuai dengan perhitungan data antropometri pada pekerja dengan persentil 95th yang menghasilkan tinggi alat sampai pada penggerak 107.2 cm dan lebar alat bantu 46.1 cm dan total tinggi alat bantu ialah 167 cm dari dasar roda sampai ujung rangka atas sesuai dengan pertimbangan rasional pada dimensi mesin serta kondisi ruangan

6. Saran

Penelitian lebih lanjut di harapkan dalam mengembangkan rancangan baik dari sistem gerak maupun jenis bahan yang di gunakan dapat di arahkan dengan metode perancangan yang lebih terstruktur dan sistematis dengan melibatkan faktor – faktor yang melibatkan perhitungan, perhitungan biaya, mekanika teknik serta sistem pengangkatan yang lebih kompleks dan simpel tentunya di sesuaikan dengan kebutuhan penelitian

Referensi

2004. *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta. UNISBA Press.
- Ilmu dan Seni, Rineka Cipta, Jakarta.
- Kuswana, W.S. 2014. *Ergonomi dan K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya.
- Nurmianto, Eko. 2008. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi kedua*. Surabaya. Guna Wijaya.
- Purnomo Ronal Natalianto, Mulyono Julius *, Santosa Hadi .2017. *Perancangan Alat Bantu Angkut Tabung LPG 3 Kg Yang Ergonomis (Studu Kasus Di UD.X)*. Jalan Kalijudan 37 Surabaya. Jurnal Ilmiah Widya Teknik, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Thomas R Waters, Ph.D., Vern Putz-Anderson, Ph.D., Anm Garg, Ph.D., *Aplication Manual For The Revised Niosh Lifting Wquation*.1994. Ohio 45226. U.S. Department Of Health And Human Servics, Public Health Servic Centers for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health Division of Biomedical and Behavioral Science Cincinnati.
- Waters, TR., dkk. 1994. *Aplication Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*. US. Departement of Health and Human Services Tarwaka, dkk., 2004. *Ergonomi dan Aplikasinya*. Jakarta.