



**PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK  
MENGURANGI KELUHAN MSDS PADA PROSES *TUMBLING* C-SEAL**

**(STUDI KASUS PT. FLUID SCIENCES BATAM)**

**Galang Febrian Comara<sup>1</sup>, Annisa Purbasari<sup>2</sup>, Abdullah Merjani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam

<sup>2,3</sup> Staf Pengajar Program Studi Tekni Industri, Univesitas Riau Kepulauan Batam  
Jl. Batu aji baru, Batu Aji, Kota Batam, 29461, Indonesia

Email : [galang.febrian@gmail.com](mailto:galang.febrian@gmail.com), [annisa@ft.unrika.ac.id](mailto:annisa@ft.unrika.ac.id), [a\\_merjani@yahoo.com](mailto:a_merjani@yahoo.com)

**ABSTRAK**

PT. Fluid Sciences Batam merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang *manufacturing* yang memproduksi *spare part* pesawat, namun dalam proses produksinya masih ada proses yang tidak ergonomis. Yang berdampak pekerja sering mengalami keluhan dan beresiko menimbulkan cedera otot. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat bantu yang ergonomi untuk mengurangi keluhan MSDs pada proses *tumbling C-Seal*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode NBM, RWL dan Anthropometri. Dengan hasil kuisioner diisi oleh 4 orang pekerja yang beraktivitas pada proses *tumbling* dengan persentase pada level keluhan sakit sebelum perancangan 49 % dan sesudah perancangan mengalami penurunan sebesar 23% . Hasil rata – rata LI awal dari keempat pekerja sebelum perancangan adalah 4.85, dan LI akhirnya adalah 6.60 dan hasil dari rata – rata sesudah perancangan, baik LI awal maupun LI akhir nilainya adalah 0. Ukuran dimensi anthropometri yang digunakan adalah TSB (Tinggi Siku Berdiri) = 112.62 cm dan untuk JTKD (Jangkauan Tangan Kedepan) = 65.26 cm digunakan untuk jarak pekerja dengan alat bantu.

**Kata kunci :** *Anthropometri, NBM, Perancangan dan RWL*

**ABSTRACT**

*PT. Fluid Sciences Batam is a company engaged in manufacturing that produces aircraft spare parts, but in the production process there is still a process that is not ergonomic. The impacts of workers often experience complaints and are at risk of causing muscle injury. Therefore, this study aims to design an ergonomic tool to reduce MSDs complaints on the C-Seal tumbling process. The method used in this research is the method of NBM, RWL and Anthropometry. With the results of the questionnaire filled by 4 workers who move on the tumbling process with the percentage at the level of pain complaints before design 49% and after the design decreased by 23%. The initial average LI yield of the four workers before the design was 4.85, and the final LI was 6.60 and the result of the average after design, either the initial LI or the final LI values was 0. The dimensions of the anthropometric dimension used were TSB (Elbow Standing) = 112.62 cm and for JTKD (Front Hand Reach) = 65.26 cm is used for the working distance with The tools.*

**Keywords :** *Anthropometry, Design, NBM and RWL*



## PENDAHULUAN

Dalam suatu perancangan sistem kerja, sangat penting untuk memperhatikan elemen-elemen gerakan dari operator. Ini disebabkan pada lingkungan kerja yang tidak ergonomis seringkali timbul keluhan-keluhan *musculoskeletal* dari para pekerja. Keluhan tersebut berupa rasa nyeri pada bagian-bagian tubuh tertentu yang mendapat pembebanan yang melebihi batas kemampuan operator atau durasi pembebanan yang terlalu panjang. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon.

Apabila pekerjaan berulang tersebut dilakukan dengan cara yang nyaman, sehat dan sesuai dengan standar yang ergonomis, maka tidak akan menyebabkan gangguan *musculoskeletal* dan semua pekerjaan akan berlangsung dengan efektif dan efisien (TARWAKA, 2013)

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah alat bantu yang ergonomi untuk mengurangi keluhan Msds pada proses *tumbling C-Seal*.

## LANDASAN TEORI

### 1. Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat manusia, kemampuan manusia dan keterbatasannya untuk merancang suatu sistem kerja yang baik agar tujuan dapat dicapai dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, 1979) dalam (Antoni, 2016)

#### 1. *Nordic Body Map* (NBM)

*Nordic body map* adalah salah satu metode pengukuran subjektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja dan dikenal dengan *musculoskeletal*. Sebuah sistem muskuloskeletal (sistem gerak) adalah sistem organ yang memberikan hewan dan manusia kemampuan untuk bergerak menggunakan sistem otot dan rangka. Sistem muskuloskeletal menyediakan bentuk,

dukungan, stabilitas dan gerakan tubuh. Metode *Nordic Body Map* ini merupakan metode yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan (*severity*) atas terjadinya gangguan atau cedera pada otot-otot skeletal.

### 2. Anthropometri

Antropometri dapat diartikan secara jelas yaitu merupakan suatu ilmu yang berkaitan secara khusus menyangkut dimensi tubuh manusia (Norfiza dan Infi, 2011) dalam (Antoni, 2016)

Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya nilai mean (rata-rata) dan SD (standard deviasi). Sedangkan *percentile* adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya : 95 % populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95, persentil 5 % dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 persentil. Besarnya nilai persentil dapat ditentukan dari tabel probabilitas distribusi normal.

Rumus dari varian populasi adalah sebagai berikut :

$$\text{Varian } \sigma = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (1)$$



### 3. *Recommended Weight Limit (RWL)*

*Recommended Weight Limit* 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, 1994) dalam (Anugrah, Rispianda, & Helianty, 2013)

1. Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban di tengah – tengah pekerjaan.
2. Beban diangkat dengan kedua tangan.
3. Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
4. Tempat kerja tidak sempit.

untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut :

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (2)$$

Keterangan :

$$LC = 23 \text{ kg} \\ HM = 25/H \quad (3)$$

$$FM = \text{Frekuensi Multiplier} \\ CM = \text{Coupling Multiplier} \\ VM = (1 - 0.003 | V-75 | ) \quad (4)$$

$$DM = (0.82 + 4.5/D) \quad (5)$$

$$AM = (1 - 0.0032 A) \quad (6)$$

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian ini penulis menggunakan beberapa tahap

metode dalam penelitian, adapun tahapan tersebut sebagai berikut :

### Objek Penelitian

Adapun yang menjadi objek penelitian adalah proses *tumbling* c-seal di PT. Fluid Sciences Batam, kemudian penulis akan melakukan observasi dan pengambilan data, dilanjutkan dengan analisa data untuk menentukan perancangan alat bantu kerja yang harus dilakukan dan yang menjadi subyek dalam penelitian ini adalah 4 orang operator yang mana ke empat operator tersebut pria.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ada dua variabel, yaitu :

#### 1. Variabel bebas

Variabel bebas (*independent*) adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab bagi variabel lain. Dalam penelitian ini menggunakan variabel bebas yaitu : data anthropometri, beban kerja, jumlah operator, data keluhan.

#### 2. Variabel terikat

Variabel terikat (*dependent*) adalah variabel yang dipengaruhi atau disebabkan oleh variabel lain. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah rancangan alat bantu kerja yang ergonomi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penilaian NBM para pekerja sebelum dan sesudah perancangan.



Tabel 1 Data persentase NBM Sebelum Perancangan

No.	Sistem Keluhan	Tingkat Keluhan		
		0 Jml Pekerja	1 Jml Pekerja	2 Jml Pekerja
0	Leher atas	4		
1	Leher bawah	4		
2	Bahu kiri		2	2
3	Bahu kanan			4
4	Lengan atas kiri		3	1
5	Punggung	1	1	2
6	Lengan atas kanan		2	2
7	Pinggang	4		
8	Bawah pinggang	4		
9	Bokong	2	2	
10	Siku kiri			4
11	Siku kanan			4
12	Lengan bawah kiri		2	2
13	Lengan bawah kanan		2	2
14	Pergelangan tangan kiri		4	4
15	Pergelangan tangan kanan		4	4
16	Tangan kiri		2	2
17	Tangan kanan		2	2
18	Paha kiri	3	1	
19	Paha kanan	2	2	
20	Lutut kanan	2	2	
21	Lutut kiri	1	1	2
22	Betis kiri	2	1	1
23	Betis kanan	3	1	
24	Pergelangan kaki kiri		1	3
25	Pergelangan kaki kanan			4
26	Kaki kiri		2	2
27	Kaki kanan	1	1	2
Jumlah skor pada masing - masing kolom		33	38	49

Tabel 2 Data persentase NBM Sesudah Perancangan

No.	Sistem Keluhan	Tingkat Keluhan		
		0 Jumlah Pekerja	1 Jumlah Pekerja	2 Jumlah Pekerja
1	Leher atas	4		
2	Leher bawah	4		
3	Bahu kiri	2	2	
4	Bahu kanan	1	2	1
5	Lengan atas kiri	2	2	
6	Punggung	2	1	1
7	Lengan atas kanan		2	2
8	Pinggang	4		
9	Bawah pinggang	4		
10	Bokong	2	2	
11	Siku kiri		1	3
12	Siku kanan		1	3
13	Lengan bawah kiri		4	
14	Lengan bawah kanan	2	2	
15	Pergelangan tangan kiri	1		3
16	Pergelangan tangan kanan			4
17	Tangan kiri	1	1	2
18	Tangan kanan		2	2
19	Paha kiri	3	1	
20	Paha kanan	2	2	
21	Lutut kanan	2	2	
22	Lutut kiri	1	1	2
23	Betis kiri	2	1	1
24	Betis kanan	3	1	
25	Pergelangan kaki kiri	2	1	1
26	Pergelangan kaki kanan	4		
27	Kaki kiri	2	2	
28	Kaki kanan	3	1	
Jumlah skor pada masing - masing kolom		55	34	23

Dari table diatas menunjukkan bahwa keluhan pada level sakit mengalami penurunan dari yang sebelumnya 49% menjadi 23% hasil ini diperoleh sesudah perancangan alat bantu dan menyebarkan kembali kuisioner, ini menunjukkan bahwa dengan adanya perancangan alat bantu pengangkatan, beban yang diangkat para pekerja dapat berkurang, sehingga dapat mengurangi keluhan rasa sakit pada otot dan dapat mengurangi kelelahan yang dialami para pekerja.

### Pengolahan data anthropometri

DATA DIMENSI OPERATOR TUMBLING							
No	DIMENSI TUBUH (Diukur dalam satuan cm)	Simbol	NAMA KARYAWAN				Rata-rata (x)
			Angga	Farid	Dedi	Taroso	
1	Tinggi siku berdiri	Tsb	103 cm	100 cm	105 cm	115 cm	105.75
2	Jangkauan tangan kedepan	Jtk	68	62	67	68	64.75

Adapun cara perhitungan yang dilakukan dapat diketahui pada contoh pengolahan data TSB (Tinggi Siku Berdiri) :

Menghitung Rata-rata

$$= \frac{103 + 100 + 105 + 115}{4}$$

$$= 105.75 \text{ cm rata-rata yang didapatkan}$$

1. Standar deviasi

$$\text{Varian } \sigma = \frac{\sum (Xi - x)^2}{n}$$

$$= \frac{70.13}{4} = 17.53$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{17.53} = 4.18$$

1. Perhitungan persentil 95<sup>th</sup>

$$\begin{aligned} \text{Persentil } 95^{\text{th}} &= 105.75 + 1.645(4.18) \\ &= 105.75 + 6.87 \\ &= 112.62 \end{aligned}$$

2. Perhitungan persentil 5<sup>th</sup>

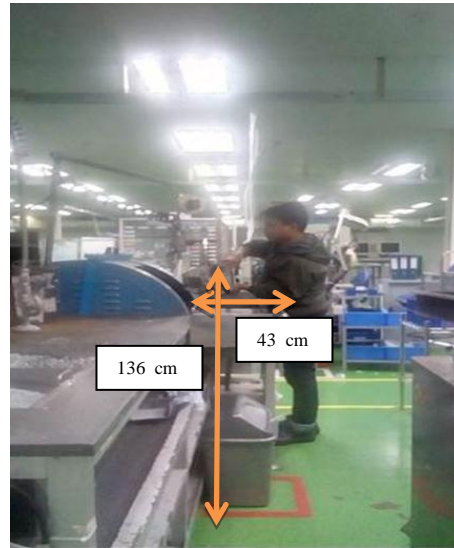
$$\begin{aligned} \text{Persentil } 5^{\text{th}} &= 105.75 - 1.645(4.18) \\ &= 105.75 - 6.87 \\ &= 98.88 \end{aligned}$$



Tabel 3 Hasil Pengukuran Anthropometri pekerja

No	Nama Pekerja	Dimensi yang diukur dengan satuan cm		
		TBT	TSB	JTK
1	Angga	165	103	67
2	Farid	162	100	63
3	Dedi	166	105	65
4	Taroso	168	115	68
Jumlah		661	423	263
Mean		165.25	105.75	65.75
Standar Deviasi		0.53	4.18	0.3
Persentil 95		166.12	112.62	66.24
Persentil 5		164.38	98.88	65.26

Gambar 1 Proses RWL Awal



Gambar 2 Proses RWL Akhir

Tabel 4 Dimensi Alat Terhadap Titik Ukur

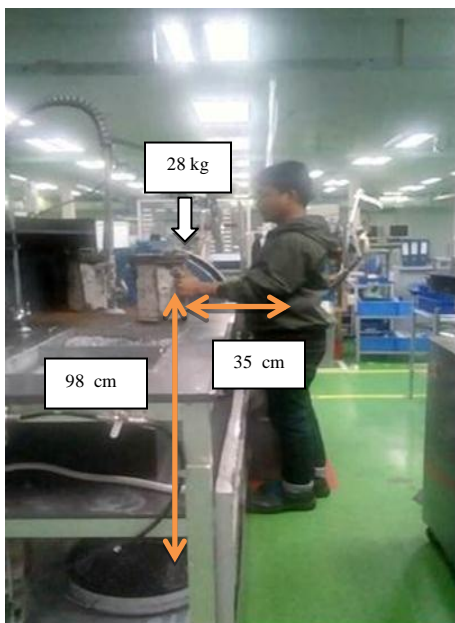
No	Dimensi Alat	Ukuran (cm)	Titik Ukur	Nilai Persentil (cm)	Data Statistik	Selisih Dimensi Alat Bantu Dengan Titik Ukur (cm)
1	Tinggi meja ball bearing	100	TSB	112.62	Persentil 95	12.62
2	Jarak pekerja dengan ball bearing	63	JTKD	65.26	Persentil 5	2.26

**Pengolahan data RWL dan menghitung *Lifting Index*.**

Adapun cara pengolahan data RWL para pekerja yang beraktivitas dibagian proses *tumbling* dapat diketahui pada pengolahan data sebagai berikut :

**Perbandingan RWL Sebelum dan Sesudah Perancangan**

**RWL Sebelum Perancangan**



Posisi Awal

$$HM = 25/H = 25/35 = 0.714$$

$$VM = (1 - 0.003 | V - 75 |) = (1 - 0.003 | 98 - 75 |) = 0.931$$

$$DM = 0.82 + 4.5/D = 0.82 + 4.5/121 = 0.82 + 0.0371 = 0.857$$

FM = 0.45 (dari bab 1 mengangkat 4 tabung sekaligus)

$$AM = (1 - 0.0032 A) = 1$$

CM = 1 (dari data utk V > 75 (98) maka CM = 1)

RWL awal

$$= LC \times HM \times VM \times DM \times FM \times AM \times CM = 23 \times 0.714 \times 0.931 \times 0.857 \times 0.45 \times 1 \times 1 = 5.89$$



Posisi akhir

$$HM = 25/H = 25/43 = 0.581$$

$$VM = (1 - 0.003 | V - 75 |) = (1 - 0.003 | 136 - 75 |) = 0.817$$

DM

$$DM = 0.82 + 4.5/D$$

$$= 0.82 + 4.5/121$$

$$= 0.82 + 0.0371$$

$$= 0.857$$

FM = 0.45 (dari bab 1 mengangkat 4 tabung sekaligus)

$$AM = (1 - 0.0032 A) = 1$$

CM = 1 (dari data utk V > 75 (98) maka CM = 1)

RWL akhir

$$= LC \times HM \times VM \times DM \times FM \times AM \times CM$$

$$= 23 \times 0.581 \times 0.817 \times 0.857 \times 0.45 \times 1 \times 1$$

$$= 4.21$$

LI awal = Load Weight/RWL

$$= 28/5.89$$

$$= 4.75$$

LI akhir = LoadWeight/RWL

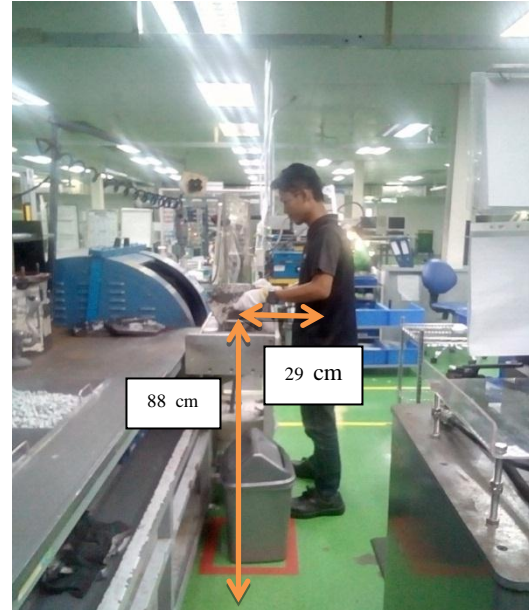
$$= 28/4.21$$

$$= 6.65$$

Tabel 5 Rekapitulasi RWL Sebelum Perancangan

No	Nama Pekerja	RWL Awal	RWL Akhir	LI Awal	LI Akhir
1	Angga	5.89	4.21	4.75	6.65
2	Farid	5.89	4.3	4.75	6.51
3	Dedi	5.57	4.15	5.02	6.74
4	Taroso	5.73	4.3	4.88	6.51

### RWL Sesudah Perancangan



Gambar 3 Proses RWL Akhir



Gambar 4 Proses RWL Akhir



### Penghitungan RWL Sesudah Perancangan

Posisi Awal

$$HM = 25/H = 25/28 = 0.892$$

$$VM = (1 - 0.003 | V - 75 |) = (1 - 0.003 | 88 - 75 |) = 0.961$$

$$DM = 0,82 + 4,5/D$$

$$= 0.82 + 4.5/121$$

$$= 0.82 + 0.0371$$

$$= 0.857$$

FM = 0.45 (dari bab 1 mengangkat 4 tabung sekaligus)

$$AM = 1 - 0.0032 A = 1$$

$$CM = 1 \text{ (dari data utk } V > 75 \text{ (98) maka } CM = 1)$$

RWL awal

$$= LC \times HM \times VM \times DM \times FM \times AM \times CM$$

$$= 23 \times 0.892 \times 0.961 \times 0.857 \times 0.45 \times 1 \times 1$$

$$= 7.61$$

Posisi akhir

$$HM = 25/H = 25/36 = 0.694$$

$$VM = (1 - 0.003 | V - 75 |) = (1 - 0.003 | 110 - 75 |) = 0.895$$

$$DM = 0,82 + 4,5/D$$

$$= 0.82 + 4.5/121$$

$$= 0.857$$

FM = 0.45 (dari bab 1 mengangkat 4 tabung sekaligus)

$$AM = 1 - 0.0032 \times A$$

$$= 1 - 0.0032 \times 90^\circ$$

$$= 0.707$$

$$CM = 1 \text{ (dari tabel)}$$

RWL akhir

$$= LC \times HM \times VM \times DM \times FM \times AM \times CM$$

$$= 23 \times 0.694 \times 0.895 \times 0.857 \times 0.45 \times 0.707 \times 1$$

$$= 3.89$$

$$LI \text{ awal} = \text{Load Weight/RWL}$$

$$= 0/7.61$$

$$= 0$$

$$LI \text{ akhir} = \text{Load Weight/RWL}$$

$$= 0/3.89$$

$$= 0$$

Tabel 5 Rekapitulasi RWL Seseudah Perancangan

No	Nama Pekerja	RWL Awal	RWL Akhir	LI Awal	LI Akhir
1	Angga	7.61	3.89	0	0
2	Farid	7.57	4.02	0	0
3	Dedi	7.07	3.83	0	0
4	Taroso	7.34	3.89	0	0

Tabel 6 Perbandingan Aktivitas RWL Sebelum dan Sesudah Perancangan

No	Nama Pekerja	Sebelum Perancangan				Sesudah Perancangan			
		RWL Awal	RWL Akhir	LI Awal	LI Akhir	RWL Awal	RWL Akhir	LI Awal	LI Akhir
1	Angga	5.89	4.21	4.75	6.65	7.61	3.89	0	0
2	Farid	5.89	4.3	4.75	6.51	7.57	4.02	0	0
3	Dedi	5.57	4.15	5.02	6.74	7.07	3.83	0	0
4	Taroso	5.73	4.3	4.88	6.51	7.34	3.89	0	0
Jumlah		23.08	16.96	19.4	26.41	29.59	15.63	0	0
Rata - rata		5.77	4.24	4.85	6.6	7.39	3.91	0	0

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian maka metode yang digunakan dalam perancangan alat bantu kerja pada proses *tumbling* adalah NBM, RWL dan Anthropometri. Untuk perancangan alat bantu pengangkatan menggunakan *ball bearing* dengan dimensi titik fokus tinggi siku berdiri (TSB) terhadap meja *ball bearing*, dan jangkauan tangan ke depan (JTKD) terhadap jarak pekerja dengan *ball bearing*. Selisih antara dimensi tinggi siku berdiri (TSB) terhadap meja *ball bearing* adalah 12.62 cm dengan memakai persentil 95th, selisih antara jangkauan tangan ke depan (JTKD) terhadap jarak pekerja dengan *ball bearing* adalah 2,26 cm dengan menggunakan persentil 5th

Berdasarkan dari data akhir NBM sesudah perancangan terlihat bahwa keluhan pekerja berkurang dari yang sebelumnya 53% menjadi 41.67%



Nilai RWL Sesudah perancangan adalah LI awal 0 dan LI akhir 0 dari yang sebelum perancangan rata-ratanya LI awal 4.85 dan LI akhir 6.60.

#### Saran

Adapun saran yang diberikan oleh penulis berdasarkan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan setelah dilakukannya usulan perancangan ini beberapa masalah tersebut dapat menjadi solusi permasalahan sebelum perancangan.
2. Dengan adanya penelitian ini penulis berharap perusahaan semakin memperhatikan metode kerja dan peningkatan kualitas kerja di bagian lain selain di proses *tumbling*, serta mendukung usaha perbaikan (*Continuous Improvement*) yang dilakukan karyawan demi pencapaian tujuan perusahaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, S. (2016). Perancangan Meja Konveyor Sebagai Media Pembelajaran Untuk Mempertimbangkan Faktor Antropometri Di Laboratorium Analisa Perancangan Kerja Fakultas Teknik. *Jurnal Teknik Industri*, 12(1), 48–56.
- Anugrah, G., Rispianda, & Helianty, Y. (2013). Analisa Beban Kerja Pekerja Tahapan Pengemasan Unit Padatan PT Petrosida Gresik dengan Metode Recommended Weight Limit ( RWL ). *Reka Integra– ISSN: 2338-5081* ©Teknik Industri Itenas |No.2 |Vol.1| *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol 1(1), 1–9. Retrieved from <http://journal.ppns.ac.id/index.php/SeminARMASTER/article/view/23>

- TARWAKA. (2013). *Dasar Dasar Pengetahuan ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1590/S1516-18462008000300012>