

PERANCANGAN ULANG ALAT POLISHING UNTUK MEMPERBAIKI POSTUR KERJA DI IKM YUNGKI EDUTOYS YOGYAKARTA

Chandra Dewi Kurnianingtyas^{*1)} dan Bondan Brahmantyo²⁾

¹⁾Program Pascasarjana Ilmu Kedokteran, Universitas Udayana Denpasar
Jl. PB. Sudirman Denpasar, 80232, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia
Jl. Babarsari No.43 Yogyakarta 55281, Indonesia

ABSTRAK

Industri kecil dan menengah (IKM) Yungki Edutoys memproduksi mainan anak kecil yang terbuat dari bahan dasar kayu. IKM ini berada di Jalan Wonosari Km. 7, Baturetno, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan menggunakan kuisioner *Nordic Body Map* (NBM) terhadap seluruh pekerja. Penelitian pendahuluan menunjukkan adanya keluhan musculoskeletal pada beberapa bagian tubuh pada saat pekerja bekerja pada proses pengoperasian mesin *polisher*. Analisis biomekanika dilakukan pada bidang referensi tubuh *sagittal plane*. Segmen tubuh yang dianalisis biomekanika adalah lengan kanan dan kiri, punggung, dan kaki. Penilaian dan perbaikan postur dianalisis menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Perbaikan yang dilakukan dengan merancang ulang mesin *polisher* menjadi lebih ergonomis. Hasil dari penelitian ini adalah penurunan resiko cedera *musculoskeletal* yang ditunjukkan melalui penurunan gaya yang diterima segmen tubuh pekerja. Penurunan pada lengan kiri saat amplas pada gaya otot *deltoid* sebesar 9,2%, gaya reaksi pada sumbu x (Rx) 54%, gaya reaksi pada sumbu y (Ry) 9,7%. Lengan kanan saat amplas terjadi penurunan gaya otot *deltoid* sebesar 2,8%, gaya reaksi pada sumbu x (Rx) 30%, gaya reaksi pada sumbu y (Ry) 80%. Lengan kiri saat amplas terjadi penurunan gaya otot *deltoid* sebesar 9,2%, gaya reaksi pada sumbu x (Rx) 54%, gaya reaksi pada sumbu y (Ry) 9,7%. Bagian punggung saat amplas terjadi penurunan gaya otot *erector spinae* sebesar 45%, gaya reaksi pada sumbu x (Rx) 61%, gaya reaksi pada sumbu y (Ry) 21%. Bagian kaki pada saat amplas terjadi penurunan gaya otot *quadriceps* sebesar 2,4%, gaya reaksi pada sumbu x (Rx) 7,2%. Penurunan gaya dalam setiap segmen menunjukkan bahwa resiko cedera *musculoskeletal* yang dialami pekerja telah menurun dari sebelum perbaikan. Skor RULA pada proses amplas sebelum perbaikan adalah 5 yang berarti resiko sedang serta perlu dilakukan perbaikan segera dan setelah perbaikan menurun menjadi 3 yang berarti resiko rendah atau mungkin perlu membutuhkan perbaikan, selain itu juga terjadi penurunan rata-rata waktu proses pengamplasan dari 130,5 detik menjadi 101,8 detik.

Kata Kunci : Biomekanika, *Musculoskeletal*, Postur Kerja, Perancangan ulang

1. Pendahuluan

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) terdapat cukup banyak Industri manufaktur besar, sedang, mikro dan kecil. Salah satu industri yang terdapat di DIY adalah industri kerajinan kayu. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta industri kayu skala mikro dan kecil pada triwulan II tahun 2015 terhadap triwulan I tahun 2015 mengalami pertumbuhan positif sebesar 10,82 persen. Angka pertumbuhan ini juga sejalan dengan pertumbuhan produksi industri mikro dan kecil di tingkat nasional sebesar 5,09 persen. Penelitian dilakukan di Yungki Edutoys. Tujuan penelitian adalah perbaikan postur kerja pada proses *polishing* menggunakan analisis biomekanika untuk mengurangi keluhan *musculoskeletal* dan menurunkan waktu proses di Yungki Edutoys Yogyakarta.

Proses produksi secara umum terdiri dari lima proses. Proses pembuatan mainan tersebut adalah proses *cutting*, membentuk pola, *drilling*, *polishing*, dan *finishing*. Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan kuisioner *Nordic Body Map* dan wawancara terhadap seluruh

pekerja pada setiap proses menunjukkan bahwa Proses *polishing* adalah proses yang paling menimbulkan keluhan *musculoskeletal*, karena fasilitas kerja yang tidak ergonomis. Pada proses *polishing*, postur pekerja tidak ergonomis karena pekerja harus bekerja dengan posisi punggung membungkuk, dan kepala menunduk dalam waktu 5 jam kerja pada saat proses *polishing*.

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan kuisioner *Nordic Body Map* dan wawancara terhadap seluruh pekerja di bagian *polishing* menunjukkan bahwa bagian tubuh yang mengalami keluhan *musculoskeletal* adalah bagian leher, bahu, punggung atas, punggung bawah, lengan, pergelangan tangan, paha, lutut, dan pergelangan kaki. Keluhan *musculoskeletal* merupakan rasa sakit yang dialami otot-otot skeletal (Tarwaka dkk, 2004). Setiap keluhan-keluhan pekerja yang dirasakan tidak boleh dibiarkan begitu saja, karena dalam jangka yang panjang keluhan tersebut bisa saja mengganggu kesehatan pekerja dan mempengaruhi tingkat performansi pekerja. Menurut Wulandari (2016) faktor yang mempengaruhi performansi pekerja adalah postur kerja pada saat bekerja. Menurut Jäger (2003) bila postur kerja tidak tepat atau bagian tubuh menekuk berlebihan maka pekerja akan merasa tidak nyaman dalam bekerja bahkan dapat menyebabkan cedera *musculoskeletal*.

Menurut Herdiman (2009) analisis biomekanika dapat digunakan dalam mengkaji postur kerja yang nyaman bagi pekerja. Melalui analisis biomekanika akan didapatkan besaran gaya tiap segmen tubuh yang bermanfaat untuk mengevaluasi postur kerja, metode kerja, dan membuat rekomendasi postur kerja yang baik. Berdasarkan uraian fakta-fakta di atas, menunjukkan bahwa diperlukan *Redesign Alat Polishing* untuk Memperbaiki Postur Kerja di IKM Yungki Edutoys Yogyakarta. Perancangan fasilitas menggunakan data antropometri. Wignjosoebroto dkk (2004, 2006, 2012) secara luas antropometri akan digunakan sebagai bahan pertimbangan ergonomis dan perancangan desain produk maupun sistem kerja serta berkaitan dengan interaksi manusia. Antropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik ukuran tubuh manusia, bentuk, dan kekuatan serta penerapan data-data antropometri untuk perancangan masalah desain (Nurmianto, 2003). Menurut Pulat (1992) Antropometri adalah suatu study tentang dimensi tubuh manusia.

2. Metode

Pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung dan wawancara dari pekerja di bagian *polishing* di Yungki Edutoys Yogyakarta. Data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah berupa hasil penilaian Postur kerja dengan RULA, data keluhan bagian tubuh, waktu proses, dimensi fasilitas kerja, postur kerja, dan data *anthropometri* pekerja yang berguna untuk menentukan ukuran dari fasilitas kerja yang diperbaiki.

a. Analisis Data

Analisis dan perhitungan biomekanika dilakukan pada bagian tubuh lengan kiri, lengan kanan, punggung, dan kaki. Bidang referensi yang digunakan adalah bidang *sagittal plane*. Melalui analisis biomekanika ini nantinya diperoleh besaran gaya yang diterima segmen tubuh saat melakukan kerja. Besaran gaya segmen tubuh tersebut dibandingkan sebelum dan sesudah perbaikan. Postur kerja pada saat mengoperasikan mesin *polisher* dianalisis menggunakan RULA. Skor RULA yang didapat dibandingkan sebelum dan sesudah perbaikan.

b. Membuat Rancangan Ulang Fasilitas Kerja

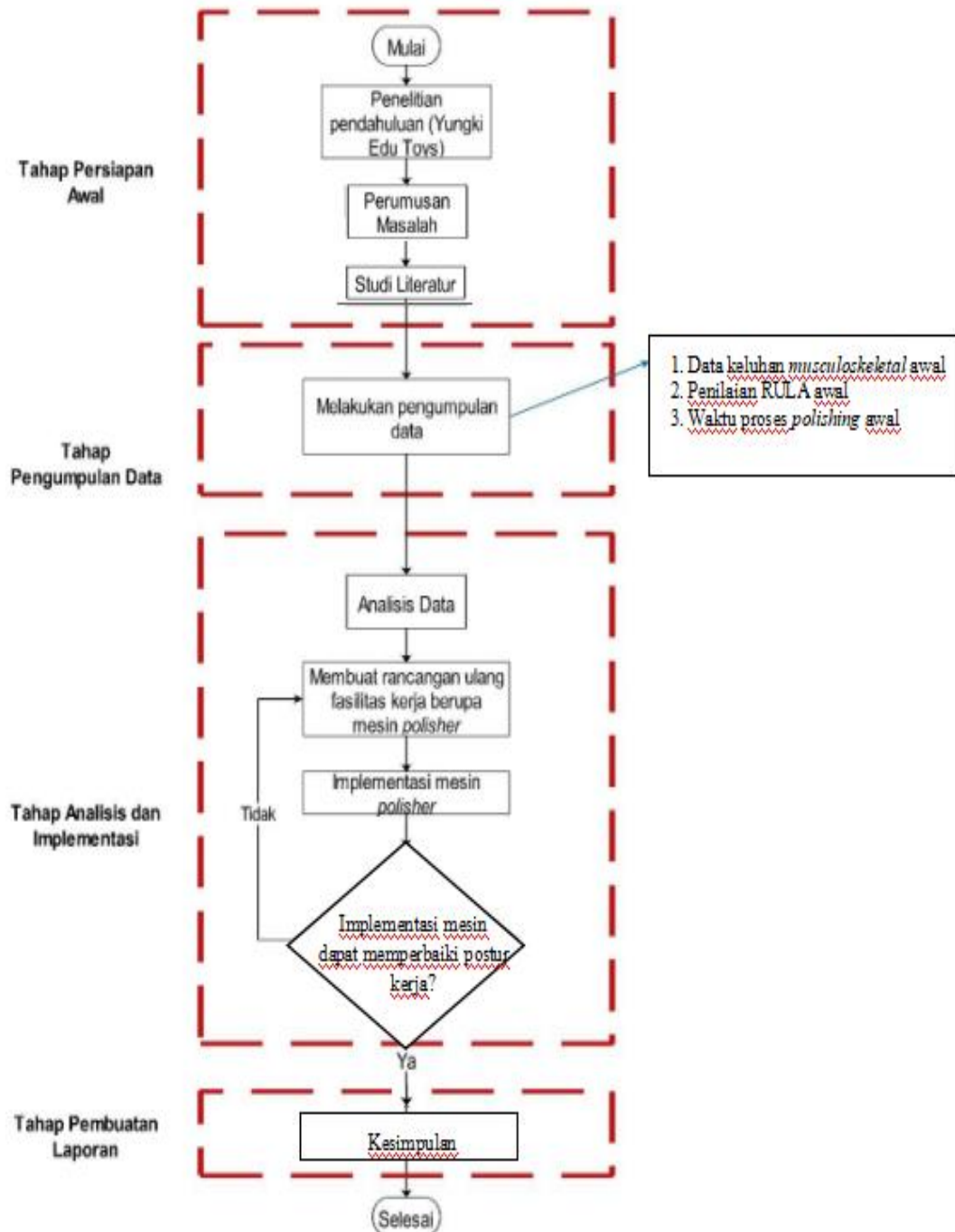
Tahap ini adalah tahap untuk melakukan perancangan fasilitas kerja menggunakan *software CAD* yaitu Catia V5 R20. *Software* tersebut digunakan untuk menggambar seluruh bagian part dan gambar 3 dimensi dari fasilitas yang dirancang.

c. Implementasi Fasilitas Kerja

Sebelum melakukan implementasi fasilitas kerja, peneliti melakukan realisasi rancangan dengan membuat rancangan tersebut.

d. Kesesuaian Fasilitas Kerja

Setelah selesai dalam proses pembuatan rancangan maka dilakukan implementasi fasilitas kerja tersebut untuk dilihat apakah fasilitas kerja sudah menurunkan besaran gaya yang diterima segmen tubuh dan dapat menurunkan skor RULA dan waktu proses



Gambar 1. Alur Penelitian

3. Hasil dan pembahasan

a. Analisis biomekanika dan evaluasi postur kerja

Berikut ini adalah salah satu perhitungan pada analisis biomekanika untuk lengan kanan. Terdapat beberapa komponen-komponen dalam perhitungan yang telah diketahui dan yang dicari dalam analisis biomekanika. Berikut adalah data-data komponen-komponen tersebut

W (berat pekerja) = $55 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2$	=	539N
H (Tinggi pekerja)	=	1,55 m
Massa material yang diampelas	=	0,11 Kg
WD (berat benda yang dibawa Pekerja) : $0,11 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/cm}^2/2$	=	0,539 Kg
AB (panjang titik <i>cartilage</i> ke titik <i>deltoid</i>)	=	0,08 H
AC (panjang titik <i>cartilage</i> ke titik berat lengan atas)	=	0,2 H
CD (panjang titik <i>cartilage</i> ke titik <i>olecranon</i>)	=	0,2 H
AE (panjang titik <i>olecranon</i> ke titik <i>ganglion</i>)	=	0,1 H
CF (panjang titik <i>olecranon</i> ke titik berat lengan bawah)	=	0,085H
Wua (berat lengan atas)	=	0,03 W
Wlah (berat lengan bawah)	=	0,02 W
α (sudut proyeksi vertical yang dibentuk otot <i>deltoid</i>)	=	25°
β (sudut proyeksi horizontal yang dibentuk AC, AE dan AD)	=	59°
σ (sudut proyeksi horizontal yang dibentuk CF dan CD)	=	24°
m (sudut proyeksi 3D, antara tubuh dengan seluruh lengan)	=	37°

● Tangan Kanan

Terdapat beberapa komponen-komponen dalam perhitungan yang telah diketahui dan yang dicari dalam analisis biomekanika.

FM (gaya di otot *deltoid*)

FMx (gaya FM pada sumbu x)

FMy (gaya FM pada sumbu y)

RX (reaksi gaya horizontal)

RY (reaksi gaya vertikal)

$$\sum F_x = 0$$

$$R_x - FM_x = 0$$

$$R_x - FM * \cos(\alpha + \beta) = 0$$

$$R_x = FM * \cos(\alpha + \beta)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{My} + R_y - W_{ua} - W_{lah} - W_D = 0$$

$$R_y = W_{ua} + W_{lah} + W_D - FM * \sin(\alpha + \beta)$$

$$\sum MA = 0 \text{ (Arah momen gaya searah jarum jam = +)}$$

$$FM_x * AB * \sin(\beta) - F_{My} * AB \cos(\beta) + W_{ua} * AE * \cos(\beta) + W_{lah} * (CF * \cos(\sigma) + AC * \cos(\beta)) + W_D * (CD * \cos(\sigma) + AC * \cos(\beta)) = 0$$

$$(FM * \cos(\alpha + \beta)) * AB * \sin(\beta) - (FM * \sin(\alpha + \beta)) * AB \cos(\beta) + W_{ua} * AE * \cos(\beta) + W_{lah} * (CF * \cos(\sigma) + AC * \cos(\beta)) + W_D * (CD * \cos(\sigma) + AC * \cos(\beta)) = 0$$

$$-0,05 FM = -4,63$$

$$FM = 88,49 \text{ N}$$

$$R_x = FM * \cos(\alpha + \beta)$$

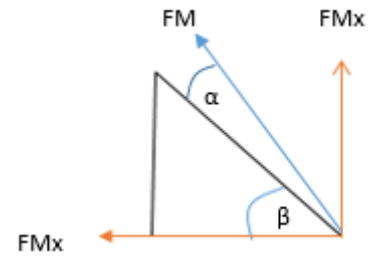
$$R_x = 10,78 \text{ N}$$

$$R_y = W_{ua} + W_{lah} + W_D - FM * \sin(\alpha + \beta)$$

$$R_y = -60,35 \text{ N}$$

Keterangan sudut ;

$\sin(\alpha + \beta) = FM_y / FM \rightarrow FM_y = FM * \sin(\alpha + \beta)$
 $\cos(\alpha + \beta) = FM_x / FM \rightarrow FM_x = FM * \cos(\alpha + \beta)$
 $\sin(\beta)$ pada Segmen AB = FM_y / AB
 $\cos(\beta)$ pada Segmen AB = FM_x / AB
 $\cos(\beta)$ pada Segmen AC = W_{ua} / AC
 $\cos(\beta)$
 pada Segmen AE = $W_{ua} / AE \cos(\sigma)$
 pada Segmen CF = $W_{lah} / CB \cos(\sigma)$
 pada Segmen CD = $W_{lah} /$



Gambar 2. Free Body Diagram Lengan Kanan

Postur kerja dievaluasi dengan menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Gaya yang diterima di segmen tubuh dianalisis dengan biomekanika. Berikut ini adalah hasil perhitungan biomekanika dan evaluasi postur kerja pada aktivitas mengambil material, proses pengamplasan dan meletakkan material.

Tabel 1. Perbandingan RULA dan Biomekanika Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Elemen	Sebelum Perbaikan					Sesudah Perbaikan				
	Skor RULA	Segmen	Biomekanika			Skor RULA	Segmen	Biomekanika		
			FM (N)	Rx(N)	Ry(N)			FM (N)	Rx(N)	Ry(N)
Mengambil material	5	Lengan	99	19	69	3	Lengan	97	17	68
Proses Amplas	5	Lengan Kiri	172	30	142	3	Lengan Kiri	157	14	129
		Lengan Kanan	88	11	60		Lengan Kanan	86	7	7
		Punggung	315	143	573		Punggung	172	56	454
		Kaki	2745	1613	1681		Kaki	2678	1498	2759
Meletakkan material	5	Lengan	109	41	73	3	Lengan	86	3	58

Keterangan:

- FM = gaya di otot deltoid
- Rx = reaksi gaya horizontal
- Ry = reaksi gaya vertikal

Tabel 2. Perbandingan Besaran Gaya pada Setiap Aktivitas Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Aktivitas	Segmen Tubuh	Komponen Gaya (Newton)	Gaya Sebelum Perbaikan	Gaya Setelah Perbaikan	Prosentase Penurunan
Mengambil Part	Lengan Kiri	FM	99.26	97.22	2.1%
		Rx	18.94	16.88	11%
		Ry	-69.41	-67.72	2.4%
Meletakan Part	Lengan Kanan	FM	108.68	86.30	21%
		Rx	40.712	3.01	93%
		Ry	-72.73	-58.22	20%
Proses Amplas	Lengan Kanan	FM	88.49	86.03	2.8%
		Rx	10.78	7.49	30%
		Ry	-60.34	-7.07	88%
	Lengan Kiri	FM	172.65	156.82	9.2%
		Rx	29.98	13.66	54%
		Ry	-142.54	-128.73	9.7%
Proses Amplas	Punggung	FM	314.75	171.55	45%
		Rx	142.89	55.85	61%
		Ry	572.58	454.34	21%
		RA	590.15	457.76	22%
		RS	0.13	0.06	50%
Proses Amplas	Kaki	FM	2744.73	-2678.02	2.4%
		Rx	1613.31	-1497.53	7.2%
		Ry	-1681.53	2759.18	0%

b. Perbaikan fasilitas kerja

Perbaikan fasilitas yang dilakukan bertujuan untuk memperbaiki postur tubuh pekerja, mengurangi gaya yang diterima oleh segmen tubuh dan mengurangi keluhan *musculoskeletal* pekerja bagian *polishing*. Melalui perbaikan fasilitas, maka postur kerja menjadi lebih baik..

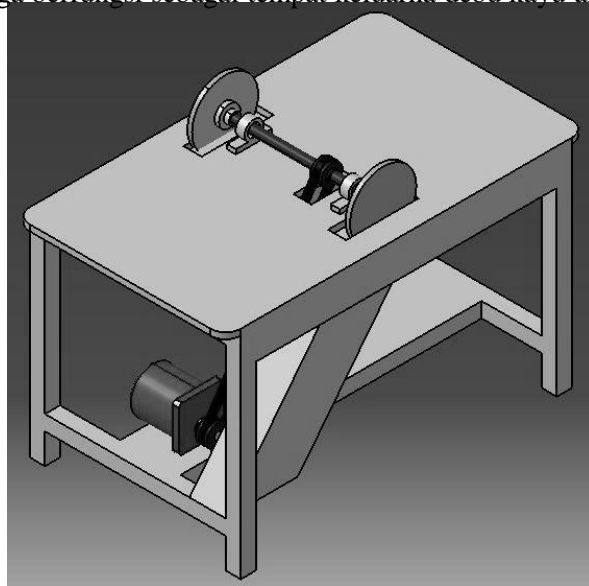
Risiko cedera *musculoskeletal* terjadi akibat postur kerja yang buruk dan pekerja bekerja dalam waktu yang cukup lama. Untuk mengurangi risiko cedera *musculoskeletal* dengan analisis biomekanika dapat dicapai dengan memperbaiki postur tubuh pekerja yang tidak wajar. Posisi atau postur kerja tidak wajar yang dimaksud adalah duduk dengan kursi kecil dengan punggung membungkuk akibat letak mesin yang pendek pada saat proses pengamplasan.

Perbaikan dari segi postur tubuh pekerja tersebut dapat dicapai dengan merancang fasilitas yang sesuai dengan ukuran *anthropometri* operator. Usulan mesin *polisher* yang dirancang memungkinkan pekerja untuk melakukan proses pengamplasan dengan duduk pada kursi yang sesuai dengan postur tubuh dan bagian punggung tidak perlu membungkuk lagi.

Perbaikan dari segi waktu proses dapat dicapai melalui fasilitas yang lebih ringkas. Fasilitas kerja lebih ringkas yang dimaksud adalah fasilitas kerja yang dapat meminimalkan gerakan pekerja yang sebenarnya tidak diperlukan dalam pekerjaan. Fasilitas kerja yang dirancang diharapkan juga dapat menurunkan waktu proses pengambilan dan peletakan material karena pada kedua sisi sudah diberikan ruang untuk meletakan material yang diampelas dan yang sudah selesai di proses.

Postur kerja yang baik, juga perlu didukung oleh fasilitas kerja yang aman untuk pekerja. Fasilitas kerja aman yang dimaksud adalah fasilitas kerja yang bebas dari sakit yaitu fasilitas kerja yang memiliki komponen-komponen yang tidak melukai pekerja. Usulan fasilitas kerja

diberikan pengaman dari pergerakan *belt* dan dinamo yang dapat melukai kaki, selain itu pengaman tersebut juga berfungsi sebagai tempat keluarnya debu kayu akibat dari proses pengamplasan.



Gambar 3. Perbaikan Fasilitas Kerja

Berikut adalah bagian-bagian dari mesin *polisher* yang dirancang :

- a. Meja
Meja berfungsi sebagai penopang utama dan tempat melekatnya komponen-komponen dari keseluruhan mesin *polisher*. Meja dirancang dengan ketinggian yang sesuai agar postur pekerja menjadi lebih baik.
- b. Penampung debu
Penampung debu berfungsi sebagai jalan keluarnya debu dari hasil proses pengamplasan serta menjadi pelindung kaki dari *belt* dan dinamo yang berputar.
- c. Dinamo
Dinamo merupakan penggerak utama dari mesin *polisher* yang dirancang.
- d. *Pully*
Pully merupakan ujung penggerak dari dinamo dan piringan amplas yang dihubungkan dengan *belt*.
- e. Piringan Amplas
Piringan amplas merupakan tempat untuk melekatkan amplas yang berguna untuk menghaluskan material.
- f. *Shaft*
Shaft merupakan komponen yang menjadi poros yang menghubungkan semua komponen penggerak mesin.
- g. *V-Belt*
V-Belt berfungsi untuk menghubungkan *pully* dinamo dengan *pully shaft*.

4. Simpulan

Risiko cedera pada operator mesin *polisher* menurun setelah menggunakan mesin *polisher* hasil rancangan. Penurunan resiko cedera tersebut ditinjau dari aspek biomekanika, analisis postur kerja dengan RULA, dan waktu proses sebagai berikut :

- Penurunan gaya yang dialami oleh segmen-segmen tubuh operator pada aktivitas mengambil material, proses pengamplasan material, meletakkan material.
- Terjadi penurunan skor RULA dari tingkat 5 menjadi tingkat 3 pada proses pengamplasan material.
- Mesin *polisher* yang telah dibuat terbukti dapat menurunkan waktu proses dari proses pengamplasan material.

Daftar Pustaka

- Atamney, L. M., & Corlett, E. N. (1993). *RULA : A Survey Method for The Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders*. Institute for Occupational Ergonomics, University of Nottingham, University Park, 91-99.
- Bastian, A.L. (2016). Perbaikan Postur Kerja Pada CO2 *Cleaning Process* di Western Digital (Thailand) Co., LTD. Program Studi Teknik Industri: UAJY.
- Bridger, R. S. (2003). *Introduction to Ergonomics*. New York: McGraw-Hill
- BPS D.I.Yogyakarta. (2016). Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Besar dan Sedang, Triwulan IV Tahun 2015. Diakses pada tanggal 20 September 2016 dari http://yogyakarta.bps.go.id/website/brs_ind/brsInd-20160201115102.pdf
- Chaffin, D. B., Andersson, G., & Martin, B. J. (1999). *Occupational Biomechanics*. New York: Wiley.
- Chuan, T. K., Hartono, M., & Kumar, N. (2010). *Anthropometry of the Singaporean and Indonesian Populations*. International Journal of Industrial Ergonomics, 40(6), 757-766.
- Corlett, E. N. (1993). *Static Muscle Loading and Evaluation of Posture*. (J. R. Wilson, & E. N. Corlett, Eds.) London: Taylor.
- Grandjean, E. (1993). *Fitting The Task to The Man, 4 th ed*. London: Taylor & Francis Inc.
- Helianty, Y., & Regi Hermawan, C. S. W. (2009). Perbaikan Stasiun Kerja Serut Berdasarkan Aspek Antropometri dan Biomekanika.
- Hermawan, E., Lady, L., & Mariawati, A. S. (2015). Perbaikan Metode Kerja Pada Stasiun *Truss And Roof* Dengan Pendekatan Biomekanika Di PT. XYZ. Jurnal Teknik Industri Untirta, 3(2)
- Jäger, P.D.I.M., Griefahn, B., Liebers, F., Steinberg, D.I.U., & für Arbeitsschutz, B. (2003). Preventing Musculoskeletal Disorder in the Workplace
- Kroemer, K., Kroemer, H., & Elbert, K. K. (2001). *Ergonomics How to Design for Ease and Efficiency second edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kurniantono, S.V. (2016). Analisis Biomekanika dan Postur Kerja untuk Menurunkan Risiko Cedera pada Pengoperasian Mesin *Table Saw*. Program Studi Teknik Industri: UAJY.
- Kushwaha, D.K., Kane, P.V. (2015). *Ergonomic Assessment and Workstation Design of Shipping Crane Cabin in Steel Industry*. International Journal of Industrial Ergonomics, 1 -11.
- Manuaba, A. (2000). Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Seminar Nasional Ergonomi 2000 (pp. 1-4). Surabaya: Guna Wijaya.
- Nurmianto, E. (2003). Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya Edisi Pertama. Surabaya: Guna Widya.
- Phillips, Chandler A. (2000). *Human Factors Engineering*. John Wiley & Sons.
- Pulat, B. M. (1992). *Fundamental of Industrial Ergonomics*. New York: Prentice Hall.
- Roche, A.F. & Davila G.H. (1972). *Late Adolescent Growth in Stature*. Pediatric 50:874-880.
- RULA - *Rapid Upper Limb Assessment Survey*. United Kingdom. Diakses tanggal 20 November 2016 dari www.RULA.co.uk/survey.html
- Sutalaksana, I. Z. (2006). Teknik Perancangan Sistem Kerja. Bandung: ITB.

- Tarwaka, HA, S., & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: Uniba Press.
- Tuhumena, R., Soenoko, R., & Wahyudi, S. (2014). Perancangan Fasilitas Kerja Proses Pengelasan yang Ergonomis (Studi Kasus pada Bengkel PT Aji Batara Perkasa). *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 2(2).
- Wignjosoebroto, S., Dewi, D. S., & Praptama, D. A. (2004). Perancangan Ulang Stasiun Kerja pada Ruang Kemudi Crane.
- Wignjosoebroto, S., Rahman, A., & Pramono, D. (2006). Perancangan Lingkungan Kerja dan Alat Bantu yang Ergonomis untuk Mengurangi Masalah *Back Injury* dan Tingkat Kecelakaan Kerja pada Departemen Mesin Bubut. *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*. Surabaya.
- Wignjosoebroto, S., Gunani, S., Pawennari A. (2012). Analisis Ergonomi Terhadap Rancangan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Kerja Di Bagian Skiving Dengan Antropometri Orang Indonesia (Studi Kasus Di Pabrik Vulkanisir Ban).
- Widanarko, Baiduri., Kusmasari, Wyke., Yassierli., & Iridiastadi, Hardianto. (2016) Instrumen Survei Gangguan Otot-Rangka. Perhimpunan Ergonomi Indonesia.
- Wulandari Putri, P. D., & Griadhi, I. (2016). Perbaikan Stasiun Kerja Menurunkan Aktivitas Listrik Otot dan Keluhan Muskuloskeletal pada Perajin Ukir Kayu di Desa Batuan Gianyar Bali. *E-Jurnal Medika Udayana*, 5(1)