

Perbaikan Metode Kerja Pada Stasiun *Truss And Roof* Dengan Pendekatan Biomekanika Di PT.XYZ

Erdi Hermawan¹, Lovely Lady², Ade Sri Mariawati³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

erdi.012.ipa1@gmail.com¹, lady1971@gmail.com², adesri77@gmail.ac.id³

ABSTRAK

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) memacu terciptanya berbagai peralatan atau mesin. Penggunaan mesin dimaksudkan untuk membantu kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia dalam melaksanakan tugas atau pekerjaannya sehingga tercapai hasil kerja yang lebih banyak, lebih cepat, lebih kuat, mutu produk lebih baik, kesalahan lebih sedikit, beban kerja yang lebih ringan serta dengan resiko yang sekecil-kecilnya. Dilihat dari kuesioner *nordic body map* pada operator yang memiliki keluhan rasa sakit pada tubuh bagian leher bagian atas, leher bagian bawah, bagian siku kiri, jari-jari tangan dan lain-lain. Selain itu, identifikasi postur kerja dengan metode RULA menggunakan *software* CATIA diperoleh skor operator pada pekerjaan pemindahan produk *truss* dan *roof* rata-rata memiliki nilai 5-7 pada posisi tubuh, namun posisi tubuh yang paling berbahaya terdapat pada kegiatan mengarahkan beban pada pekerjaan produksi *roof*. Hasil skor tersebut perlunya perbaikan postur kerja dalam waktu dekat dan perbaikan sekarang juga. Penelitian ini bertujuan untuk membuat usulan perbaikan metode kerja dengan menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) dan biomekanika gaya. Hasil penilaian postur kerja dengan metode RULA diperoleh skor tertinggi pada operator 1 dan 2 stasiun *roof* kegiatan mengarahkan produk sebesar 7, sehingga diperlukan perbaikan sekarang juga. Kemudian hasil penilaian biomekanika gaya diperoleh gaya tekan sebesar 4642.834 N dan 4506.62 N, maka operator perlu hati-hati dalam melakukan kegiatan kerja ini karena besarnya gaya tekan (FC) > AL (batasan gaya angkat normal:3500N). Selain itu, kegiatan kerja ini berpotensi untuk terjadinya keluhan cedera *musculoskeletal* dan *back injury*. Perbaikan dengan merancang alat bantu rak dalam proses penyimpanan produk *roof*, dengan dilakukan perbaikan metode kerja membuat kerja berubah dan menjadi lebih baik. Penilaian skor RULA setelah perbaikan menunjukkan nilai skor 2 dan 3, artinya postur kerja ini sudah dikategorikan baik dan tidak berbahaya. Sedangkan hasil penilaian biomekanika gaya setelah perbaikan diperoleh gaya tekan sebesar 3371.649 N dan 3383.69 N, kegiatan kerja ini sudah dalam keadaan baik karena besarnya gaya tekan (FC) < AL (batasan gaya angkat normal:3500N).

Kata kunci : *Nordic Body Map*, Biomekanika gaya, RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*), *musculoskeletal*, *back injury*.

PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi dengan bahan baku baja plat dan batangan. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan yang berada di kota cilegon dengan memproduksi *truss and roof*. Pada proses produksi *truss* menggunakan mesin pemotong semi otomatis dan pada proses produksi *roof* menggunakan mesin konveyor pemotong otomatis. Produk *truss* adalah kuda-kuda baja ringan sebagai pengganti rangka atap bangunan kuda-kuda berbahan kayu. Produk *truss* memiliki sifat anti rayap, ringan dan kuat, tahan lama, bebas pemeliharaan dan hemat waktu pemeliharaan. operator pada pekerjaan pemindahan produk *truss* dan *roof* rata-rata memiliki nilai 5-7 pada posisi

Dalam proses produksi *truss and roof* ini menggunakan alat otomatis atau konveyor, operator melakukan *material handling* kebagian penyimpanan rol mesin *truss and roof*, operator melakukan pemeriksaan setiap satu produksi produk dan operator melakukan kegiatan *material handling* dari mesin menuju tempat penyimpanan produk *roof*. (PT. XYZ, 2014).

Dilihat dari kuesioner *nordic body map* pada operator yang memiliki keluhan rasa sakit pada tubuh bagian leher bagian atas, leher bagian bawah, bagian siku kiri, jari-jari tangan dan lain-lain. Selain itu, identifikasi postur kerja dengan dengan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) menggunakan *software* CATIA diperoleh skor tubuh, namun posisi tubuh yang paling berbahaya terdapat pada kegiatan mengarahkan beban pada

pekerjaan produksi *roof*. Hasil skor tersebut perlunya perbaikan postur kerja dalam waktu dekat dan perbaikan sekarang juga. Hal tersebut juga dapat disebabkan oleh rancangan fasilitas kerja pada saat produksi dan peralatan yang digunakan tidak memenuhi kaidah ergonomi. (Sutalaksana, 2000).

Berdasarkan hal diatas penulis melakukan perbaikan metode kerja dengan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) dan biomekanika gaya di PT. XYZ.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan dengan beberapa tahap pengerjaan. Tahap pertama yang dilakukan yaitu pengumpulan data *questionare nordic body map* menyebarkan kuesioner kepada para pekerja seluruh stasiun kerja tentang keluhan- keluhan apa saja yang dirasakan oleh pekerja. Tahap ke dua yaitu mengumpulkan gambar postur kerja berupa foto tentang sikap kerja pada stasiun *truss and roof*. Tahapan ketiga yaitu pengumpulan data antropometri untuk merancang alat bantu rak. Setealah tahap tersebut maka dilakukan pengolahan dengan metode RULA dan biomekanika gaya.

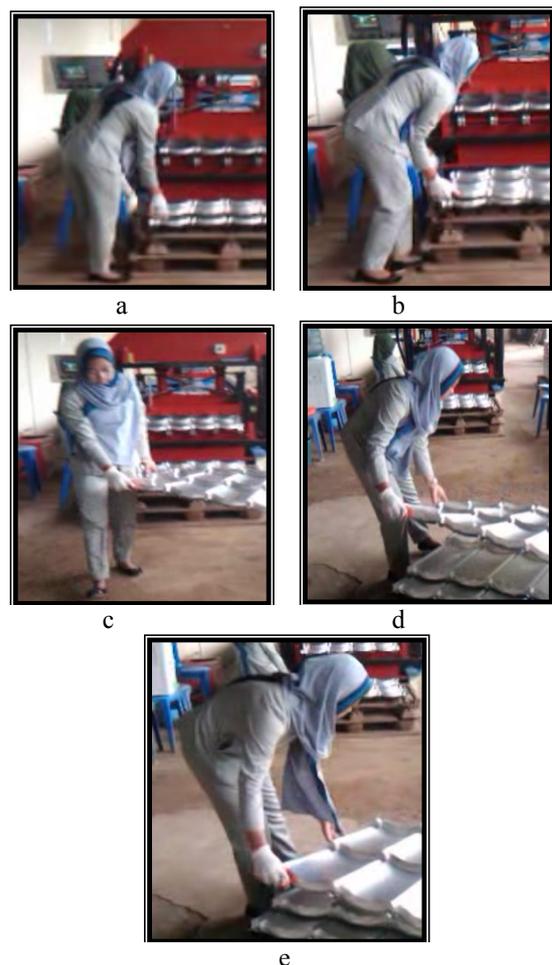
Pada perusahaan ini terdapat banyak postur pekerja yang cenderung tidak ergonomi, oleh sebab itu dilakukan penelitian pada proses produksi *truss and roof*. Berikut Proses *material handling* produksi *roof*.

Berikut merupakan gambar postur kerja operator 1 produk *roof*.



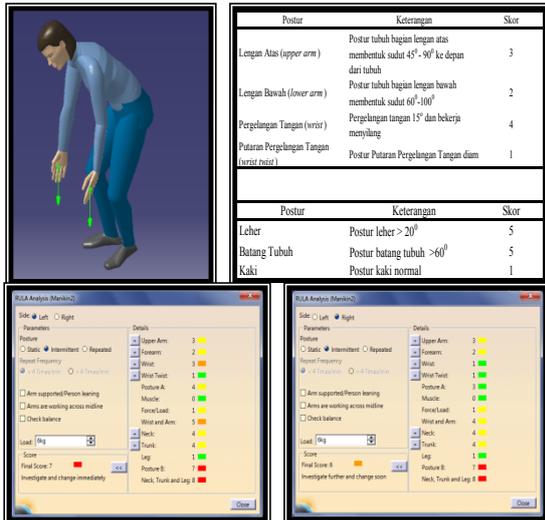
Gambar 1. Postur kerja operator 1 produk *roof*
a. Menjangkau produk d. Mengarahkan produk
b. Memegang produk e.. Melepaskan produk
c. Membawa produk

Berikut merupakan gambar postur kerja operator 2 produk *roof*.



Gambar 2. Postur kerja operator 2 produk *roof*
a. Menjangkau produk d. Mengarahkan produk
b. Memegang produk e. Melepaskan produk
c. Membawa produk

Berdasarkan hasil penilai postur kerja dengan metode RULA diperoleh skor postur kerja tertinggi sebagai berikut:



Gambar 3. Postur kerja Operator 1 dan hasil software Catia V5 pada proses mengarahkan produk roof

Dari gambar 3 yaitu hasil penilaian postur kerja terlihat bahwa postur kerja mengarahkan produk roof dibagian kiri adalah 7, termasuk kategori yang berbahaya dan perlu diperbaiki sekarang juga. Sedangkan bagian kanan adalah 5-6, termasuk kategori yang sedang dan perlu tindakan dalam waktu dekat.



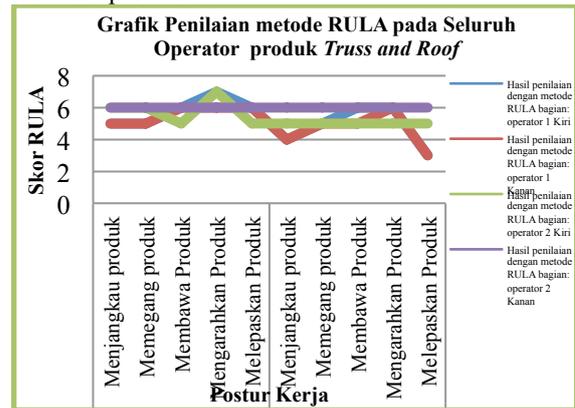
Gambar 4. Postur kerja Operator 2 dan hasil software Catia V5 pada proses mengarahkan produk roof

Dari gambar 4 yaitu hasil penilaian postur kerja terlihat bahwa Postur kerja mengarahkan produk roof dibagian kiri adalah 7, termasuk kategori yang berbahaya dan perlu diperbaiki sekarang juga. Sedangkan bagian kanan adalah 5-6, termasuk kategori yang sedang dan perlu tindakan dalam waktu dekat.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Penilaian dengan metode RULA pada seluruh truss and roof

Operator	Postur Kerja	Hasil penilaian dengan metode RULA bagian:			
		operator 1		operator 2	
		Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
Roof	Menjangkau produk	5	5	6	6
	Memegang produk	5	5	6	6
	Membawa Produk	6	6	5	6
	Mengarahkan Produk	7	6	7	6
	Melepaskan Produk	6	6	5	6
Truss	Menjangkau produk	4	4	5	6
	Memegang produk	5	5	5	6
	Membawa Produk	6	5	5	6
	Mengarahkan Produk	6	6	5	6
	Melepaskan Produk	3	3	5	6

Berikut grafik penilaian metode RULA pada seluruh operator.



Gambar 5. Grafik perbandingan setiap Postur Kerja Pada seluruh operator truss and roof bagian tubuh kiri dan kanan

Dari grafik diatas menunjukkan adanya nilai tertinggi atau skor RULA (ruppid Upper Limb Assessment) tertinggi pada proses mengarahkan produk roof. Skor itu diperoleh operator 1 dan 2 pada stasiun produk roof. Skor tersebut adalah 7, skor tersebut diperoleh dari hasil penilaian RULA secara software CATIA, dimana termasuk kategori berbahaya dan di perlukan perbaikan sekarang juga. Dari hasil skor tertinggi tersebut peneliti melakukan analisis biomekanika gaya dengan perhitungan segmentasi tubuh dan gaya beban yang diterima oleh operator sebagai berikut.

1. Perhitungan biomekanika gaya operator 1 produk roof

Diketahui :

$$W_{\text{badan}} = 63 \text{ Kg} = 630 \text{ N}$$

$$W_0 = W_{\text{beban}} = 6 \text{ kg} = 60 \text{ N}$$

$$W_H = 0.6\% W_{\text{badan}} = 0.6\% \times 630 \text{ N} = 3.78 \text{ N}$$

$$W_{LA} = 1.7\% W_{\text{badan}} = 1.7\% \times 630 \text{ N} = 10.71 \text{ N}$$

$$W_{UA} = 2.8\% W_{\text{badan}} = 2.8\% \times 630 \text{ N} = 17.64 \text{ N}$$

$$W_T = 50\% W_{\text{badan}} = 50\% \times 630 \text{ N} = 315 \text{ N}$$

$$W_{\text{TOT}} = W_0 + 2W_H + 2W_{LA} + 2W_{UA} + W_T$$

$$= 60 \text{ N} + 7.56 \text{ N} + 21.42 \text{ N} + 35.28 \text{ N} + 315 \text{ N}$$

$$= 439.26 \text{ N}$$

$$\alpha_2 = 0.43$$

$$\alpha_3 = 0.436$$



No	Segmentasi Tubuh	Panjang	Sudut (°)		cos a	cos b
			Kanan	Kiri		
1	Telapak tangan	SL1=18 cm	18	0.18	59.74	0.504
2	Lengan bawah	SL2=26 cm	26	0.26	64.65	0.428
3	Lengan atas	SL3=29 cm	29	0.29	99.46	-0.164
4	Punggung	SL4=43 cm	43	0.43	50.19	0.640
5	Inklinsi perut				55.19	
6	Inklinsi paha				61.04	

Gambar 7. analisis segmentasi tubuh mannequin operator 2 kegiatan mengarahkan produk roof

Perhitungan segmentasi tubuh :

- Bagian kanan

a. Telapak tangan :

$$F_{YW} = W_0/2 + W_H = 30 + 3.9 = 33.9 \text{ N}$$

$$M_W = (W_0/2 + W_H) \times SL_1 \times \cos 59.74 = 30 \times 0.18 \times 0.504 = 3.075 \text{ Nm}$$

b. Lengan bawah :

$$F_{ye} = F_{yw} + W_{LA} = 33.9 + 11.05 = 44.95 \text{ N}$$

$$M_e = M_w + (W_{LA} \times \sigma_2 \times SL_2 \times \cos 64.65^\circ) + (F_{yw} \times SL_2 \times \cos 64.65^\circ) = 3.075 + (11.05 \times 0.43 \times 0.26 \times 0.428) + (33.9 \times 0.26 \times 0.428) = 7.378 \text{ Nm}$$

c. Lengan atas :

$$F_{ys} = F_{ye} + W_{UA} = 44.95 + 18.2 = 63.15 \text{ N}$$

$$M_s = M_e + (W_{UA} \times \sigma_3 \times SL_3 \times \cos 99.46^\circ) + (F_{ye} \times SL_3 \times \cos 99.46^\circ) = 7.378 + (18.2 \times 0.436 \times 0.29 \times -0.164) + (44.95 \times 0.29 \times 0.164) = 4.857 \text{ Nm}$$

- Bagian kiri

a. Telapak tangan :

$$F_{YW} = W_0/2 + W_H = 30 + 3.9 = 33.9 \text{ N}$$

$$M_W = (W_0/2 + W_H) \times SL_1 \times \cos 50.53^\circ = 33.9 \times 0.18 \times 0.636 = 3.879 \text{ Nm}$$

b. Lengan bawah :

$$F_{ye} = F_{yw} + W_{LA} = 33.9 + 10.71 = 44.61 \text{ N}$$

$$M_e = M_w + (W_{LA} \times \sigma_2 \times SL_2 \times \cos 64.44^\circ) + (F_{yw} \times SL_2 \times \cos 64.44^\circ) = 3.879 + (11.05 \times 0.43 \times 0.26 \times 0.431) + (33.9 \times 0.26 \times 0.43) = 8.215 \text{ Nm}$$

c. Lengan atas :

$$F_{ys} = F_{ye} + W_{UA} = 44.95 + 18.2 = 63.15 \text{ N}$$

$$M_s = M_e + (W_{UA} \times \sigma_3 \times SL_3 \times \cos 99.15^\circ) + (F_{ye} \times SL_3 \times \cos 99.15^\circ) = 8.215 + (18.2 \times 0.436 \times 0.31 \times -0.159) + (44.95 \times 0.31 \times -0.159) = 5.776 \text{ Nm}$$

- Segmen punggung :

$$F_{yt} = 2F_{ys} + W_T = (2 \times 63.15) + 451.3 = 577.6 \text{ N}$$

$$M_t = 2M_s + (W_T \times \sigma_4 \times SL_4 \times \cos 50.19^\circ) + (2F_{ys} \times SL_4 \times \cos 50.19^\circ) = (4.857 + 5.776) + (451.3 \times 0.67 \times 0.43 \times 0.64) + ((2 \times 63.15) \times 0.43 \times 0.64) = 105.35 \text{ Nm}$$

- Gaya perut (PA)

$$= \frac{10^{-4} [43 - 0.36(\theta_H + \theta_T)]}{75} \left[M \left(\frac{L_5}{S_1} \right) \right]^{1.8}$$

$$= 0.0239 \text{ N/cm}^2$$

- Tekanan perut (FA)

$$= PA \times AA = 0.0239 \times 465 = 11.108 \text{ N}$$

- Gaya otot spinal erector (FM)

$$= M_{(L_5/S_1)} - F_A \times D/E = 4226.79 \text{ N}$$

- Gaya tekan/kompresi pada L5/S1

$$= F_C = W_{Tot} \times \cos \theta_4 - F_A + F_M = 4506.62 \text{ N}$$

Hasil perhitungan biomekanika, diperoleh untuk kegiatan mengarahkan produk roof operator 1 dengan momen resultan pada L5/S1 sebesar 105.35 Nm dan gaya tekan yang dihasilkan sebesar 4506.62 N, maka operator perlu hati-hati dalam melakukan kegiatan kerja ini karena besarnya gaya tekan (FC) > AL (batasan gaya angkat normal). Selain itu, kegiatan kerja ini berpotensi untuk terjadinya keluhan cedera *musculoskeletal* dan *back injury*.

Perbaikan dilakukan dengan membuat rancangan alat bantu rak, berikut ukuran dan rancangan alat bantu rak dengan ukuran antropometri.

Tabel 2. Rekapitulasi Ukuran antropometri

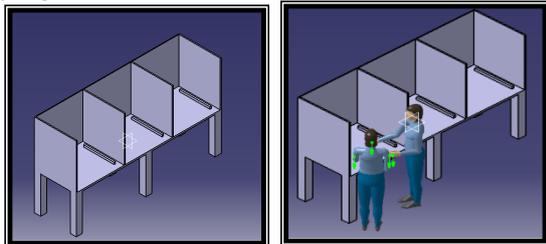
No	Dimensi	Tujuan dimensi	Persentil	Ukuran (cm)
1.	Tangan ke lantai	Menentukan tinggi penyangga rak	50%	72
2.	Tinggi badan tegak	Menentukan tinggi rak	5%	163

Berdasarkan ukuran yang telah diperoleh di atas, dapat ditentukan ukuran rak adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Ukuran rak penyimpanan

No.	Bagian rak	Ukuran (cm)
1.	Panjang rak	284
2.	Tinggi kaki rak	72
3.	Tinggi rak	163
4.	Tebal alas	3
5.	Panjang penyangga produk	60
6.	Lebar penyangga produk	3
7.	Tebal penyangga produk	3
8.	Lebar kaki	12
9.	Tebal kaki	12

Berdasarkan ukuran tersebut dibuatlah rancangan dan implementasi rak untuk perbaikan postur kerja yang terlihat dibawah ini.



Gambar 8. rancangan rak dan postur kerja operator 1 dan operator 2 pada stasiun *roof*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Rak

Perancangan alat bantu pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh hasil metode RULA dan biomekanika gaya menjadi lebih baik. Sebagaimana menurut Wignjosoebroto S (1995), Perancangan alat bantu secara langsung akan memperbaiki posisi postur kerja operator yang menggunakan alat bantu tersebut. Perancangan alat bantu rak ini disesuaikan dengan ukuran tubuh manusia atau antropometri. Perancangan rak ini menggunakan data antropometri mahasiswa teknik industri tahun 2003-2010 universitas sultan ageng tirtayasa. Sebelumnya data antropometri ini sudah dilakukan pengujian statistik yaitu uji kenormalan, uji keseragaman dan uji kecukupan data. Dalam perancangan rak ini digunakan 2 dimensi tubuh manusia yaitu yang pertama dimensi tangan ke lantai yang berfungsi untuk menentukan ketinggian kaki rak sehingga pengguna tidak perlu membungkuk atau terlalu mengadagah dalam menyimpan produk, dengan ukuran 71.4 cm (persentil 50%) dan menambahkan *allowance* 1 cm sehingga ukurannya $72.4 \approx 72$ cm. Kemudian dimensi yang kedua adalah dimensi tinggi badan tegak yang berfungsi untuk menentukan tinggi rak penyimpanan agar pengguna mudah dalam menyimpan produk, dengan ukuran 160.92 cm (persentil 5%) dan menambahkan *allowance* 2 cm sehingga ukurannya $162.91 \approx 163$ cm. Menurut Eko nurmianto (2008), dalam rangka untuk mendapatkan suatu perancangan yang optimum dan ergonomis dari suatu ruang dan fasilitas maka hal-hal yang harus diperhatikan adalah faktor-faktor seperti panjang dari suatu dimensi tubuh manusia baik dalam posisi statis maupun dinamis. Dan berdasarkan hasil penelitian Triyono (2006) menyatakan bahwa, Perbaikan tempat kerja berupa usulan metode kerja dengan menggunakan prinsip MMH, yaitu sikap punggung dan pinggul diusahakan segaris ketika melakukan aktivitas MMH. Kondisi ini menyebabkan pembebanan pada punggung relatif kecil, karena tidak terjadi momen berat tubuh pada bagian punggung. Selain itu juga dapat mengurangi keluhan nyeri pada bagian

punggung bawah (*low back pain*) dan mencegah terjadinya *slipped disk*.

Perbaikan dengan Metode RULA

Awal kegiatan Postur kerja kegiatan mengarahkan produk *roof* dengan postur tubuh group A pada bagian lengan atas (*upper arm*) membentuk sudut 45° - 90° kedepan dari tubuh, lengan bawah (*lower arm*) membentuk sudut 60° - 100° , pergelangan tangan (*wrist*) membentuk sudut 15° yang menyilang dan putaran pergelangan tangan (*Wrist Twist*) dalam keadaan diam. Postur tubuh group B pada bagian leher (*neck*) membentuk sudut $> 20^{\circ}$, batang tubuh (*Trunk*) membentuk sudut $>60^{\circ}$ dan kaki (*Legs*) dalam keadaan normal. Berdasarkan sudut tubuh group A dan group B tersebut memperoleh skor akhir pada bagian kiri adalah 7, termasuk kategori yang berbahaya dan perlu diperbaiki sekarang juga. Sedangkan bagian kanan adalah 5-6, termasuk kategori yang sedang dan perlu tindakan dalam waktu dekat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Wahyu susihono (2013), bahwa pekerja merasakan sangat sakit dibagian leher bagian bawah dan atas, dikarenakan posisi leher operator menunduk pada saat melakukan pekerjaan dan sebaiknya segera dilakukan perbaikan agar terjadi cedera untuk jangka panjang. Sakit dibagian punggung dikarenakan operator bekerja dalam posisi yang tidak nyaman, sakit dibagian kaki kerana pada saat operator bekerja posisi kaki tertekuk 20° dan menopang beban tubuhnya sambil memegang dan mengoperasikan alat.

Postur kerja kegiatan mengarahkan produk *roof* dengan postur tubuh group A pada bagian lengan atas (*upper arm*) membentuk sudut 20° - 45° kedepan dari tubuh, lengan bawah (*lower arm*) membentuk sudut 60° - 100° , pergelangan tangan (*wrist*) membentuk sudut 15° yang menyilang dan putaran pergelangan tangan (*Wrist Twist*) dalam keadaan diam. Postur tubuh group B pada bagian leher (*neck*) membentuk sudut $> 20^{\circ}$, batang tubuh (*Trunk*) membentuk sudut $>60^{\circ}$ dan kaki (*Legs*) dalam keadaan normal. Berdasarkan sudut tubuh group A dan group B tersebut memperoleh skor akhir pada bagian kiri adalah 7, termasuk kategori yang berbahaya dan perlu diperbaiki sekarang juga. Sedangkan bagian kanan adalah 5-6, termasuk kategori yang sedang dan perlu tindakan dalam waktu dekat. hasil penilitian yang dilakukan oleh Triyono (2006) menyatakan bahwa, sikap kerja para pekerja yang masih beresiko gangguan *muskuloskeletal* disebabkan oleh sikap punggung yang membungkuk, membungkuk sambil menyamping ; sikap kaki bertumpu pada satu atau dua kaki ditekuk untuk menopang berat beban.

Hasil penilaian kembali seteahl dirancangan rak dengan metode RULA menggunakan *software* CATIA yang terlihat pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Hasil skor RULA pada postur kerja operator 1



Gambar 10. Hasil skor RULA pada postur kerja operator 2

Dari gambar hasil penilaian perbaikan postur kerja tersebut diperoleh nilai skor RULA (*Ruppil Upper Limb Assessment*) dengan *software* CATIA V5 mengalami penurunan, yaitu dari skor 7 menjadi skor 2-3. Artinya postur kerja ini sudah dikategorikan baik dan tidak berbahaya. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Patima Harahap (2013), lengan atas membentuk sudut 46° dan bahu naik, Lengan bawah membentuk sudut 98° dan lengan bekerja melewati garis tubuh, Pergelangan tangan membentuk sudut 14° , Putaran pergelangan tangan berada pada posisi tengah putaran tubuh, aktivitas pengulangan, Beban < 2 kg dan Leher membentuk sudut 16° dan bengkok. Batang tubuh membentuk sudut 26° dan bengkok, kaki tidak seimbang. Sehingga dapat diketahui bahwa level resiko postur tubuh berada pada kategori tinggi sehingga diperlukan tindakan sekarang juga. Penelitian yang dilakukan ini adanya keselarasan dengan penelitian sebelumnya, dimana skor RULA yang diperoleh dipengaruhi oleh keadaan posisi kerja yang membentuk sudut yang besar.

Perbaikan dengan Biomekanika Gaya

Penelitian yang dilakukan setelah memperoleh nilai tertinggi dari metode RULA (*Ruppil Upper Limb Assessment*) yaitu skor 7 pada bagian tubuh kiri operator 1 dan 2 dalam kegiatan mengarahkan produk *roof*. Perhitungan biomekanika gaya yang dilakukan merupakan kategori biomekanik *Occupational Biomechanic*. *Occupational Biomechanic* adalah bagian dari biomekanik terapan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material dan peralatan dengan tujuan untuk meminimumkan keluhan pada sistem kerangka otot agar produktifitas kerja dapat meningkat (Nurmianto, 2008). Perhitungan yang dihasilkan dari biomekanika gaya ini adalah besar momen gaya dan gaya tekan yang dibutuhkan pada

kegiatan mengarahkan produk *roof*. Untuk menghasilkan gaya tekan dan momen gaya tersebut membutuhkan setiap segmen tubuh yang terdiri dari telapak tangan, lengan atas, lengan bawah dan punggung, yang merupakan segmen tubuh yang mempengaruhi tulang belakang dalam melakukan kegiatan mengarahkan produk *roof*. Beberapa data yang dibutuhkan dalam perhitungan biomekanika gaya adalah berat beban ($WO=W$ beban), berat untuk telapak tangan (WH), berat untuk lengan bawah (WLA), berat untuk lengan atas (WUA), berat untuk punggung (WT), jarak gaya perut ke L5/S1 (D) dan panjang lengan momen otot spinal erector dari L5/S1 ($E =$ estimasi 0.05 m) (Nurmianto, 2008). Hasil perhitungan biomekanika gaya pada pekerjaan mengarahkan produk *roof* operator 1 adalah besar momen pada L5/S1 adalah 129.021 Nm dan gaya tekan yang dihasilkan sebesar 4642.834 N, maka operator perlu hati-hati dalam melakukan kegiatan kerja ini karena besarnya gaya tekan ($FC > AL$ (batasan gaya angkat normal: 3500 N)). Selain itu, kegiatan kerja ini berpotensi untuk terjadinya keluhan cidera *musculoskeletal* dan *back injury*.

Dan hasil perhitungan biomekanika gaya pada pekerjaan mengarahkan produk *roof* operator 2 adalah besar momen pada L5/S1 adalah 105.35 Nm dan gaya tekan yang dihasilkan sebesar 4506.62 N, maka operator perlu hati-hati dalam melakukan kegiatan kerja ini karena besarnya gaya tekan ($FC > AL$ (batasan gaya angkat normal : 3500 N)). Selain itu, kegiatan kerja ini berpotensi untuk terjadinya keluhan cidera *musculoskeletal* dan *back injury*. Menurut bridger (2003), faktor penyebab utama terjadinya keluhan *musculoskeletal* yang berhubungan dengan pekerjaan adalah beban, postur durasi dan repetisi. Sedangkan menurut martha J (2004), menyatakan bahwa gerakan statis yang tidak nyaman dapat berpengaruh pada timbulnya keluhan *musculoskeletal*.

Sedangkan setelah perbaikan, nilai besar gaya tekan pada operator 1 dan 2 dalam kegiatan mengarahkan produk *roof* menurun menjadi 3371.649 N dan 3383.689 N yang artinya nilai gaya tekan ($FC < AL$ (batasan gaya angkat normal : 3500 N)) dan kegiatan kerja ini juga sudah dalam keadaan baik. Hasil penelitian Hari prastowo (2010) menyatakan bahwa perbaikan fasilitas kerja menunjukkan bahwa besarnya gaya pada segmen tubuh lebih kecil dibandingkan dengan gaya pada elemen kerja awal sehingga keluhan *musculoskeletal* dapat dikurangi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Skor RULA tertinggi diperoleh pada operator 1 dan 2 stasiun *roof* pada kegiatan mengarahkan produk yaitu 7, skor tersebut merupakan kategori berbahaya dan diperlukan perbaikan sekarang juga. Dan skor RULA yang diperoleh pada operator 1 dan 2 stasiun *truss* yaitu rata-rata 5-6, skor tersebut merupakan kategori sedang dan diperlukan perbaikan dalam waktu dekat. Perancangan rak yang dilakukan menggunakan data antropometri yaitu : dimensi tangan ke lantai 71.4 dengan persentil 50% ditambahkan *allowance* menjadi sebesar 72 cm dan dimensi tinggi badan tegak 160.92 cm dengan persentil 5% ditambahkan *allowance* menjadi sebesar 163 cm. Skor postur tubuh operator 1 dan 2 setelah perbaikan dengan metode RULA pada kegiatan mengarahkan produk *roof* adalah 1-2 yang merupakan kategori aman dan tidak diperlukan perbaikan. Besar momen gaya tekan atau kompresi (L5/S1) sebelum perbaikan pada operator 1 adalah 4642.834 N dan operator 2 adalah 4506.62 N. Sedangkan besar momen gaya tekan atau kompresi (L5/S1) setelah perbaikan mengalami penurunan yaitu pada operator 1 adalah 3371.649 N dan operator 2 adalah 3383.689 N.

Saran

Penelitian yang baik dapat memberikan pengetahuan, pengalaman serta pembelajaran untuk masa yang akan datang. Oleh karena itu, penulis bermaksud memberikan beberapa saran untuk peneliti selanjutnya sebagai berikut:

Untuk penelitian selanjutnya dapat dirancang sebuah *software* dan alat penilaian postur kerja secara dinamis. Untuk penelitian lebih lanjut perbaikan postur kerja dapat dilakukan pada seluruh postur kerja yang memiliki kategori kecil dan sedang. Dalam perhitungan biomekanika gaya untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya dalam pengolahan data menggunakan *software* dan manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, B., Sudjatmiko, Moro., Sudarmawan,. D. 2004. Analisis Sistem Kerja Menggunakan Kriteria Fisiologis dan Biomekanika untuk Pekerjaan Perakit Ragum, Skripsi Jurusan Teknik Industri, UNJANI. Bandung. (tidak publikasi)
- Barners, R.M. 1980. *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*. 7th Edition. New York. John Wiley & Son Ltd.
- Bridger, R.S. 1994. *Introduction to The Ergonomic*. New York: McGraw-Hill International Edition.
- Dina. 2009. Tugas Akhir Analisa Pustur Kerja Dengan Metode Rula Pada Pegawai Bagian Pelayanan Perpustakaan USU Medan, Skripsi Jurusan Teknik Industri USU, Medan. (tidak publikasi)
- Grandjean, E.1993. *Fitting the task to the Man. A Texbook of Occupational Ergonomics*. 4th Ed. London. Taylor& Francis.
- Harahap, P., Huda, Nurul, L., Pujangkoro, A, S. 2013. Analisa Ergonomi Redesain Meja dan Kursi Siswa Sekolah Dasar. Skripsi Jurusan Teknik Industri, Universitas Sumatra Utara. (tidak publikasi)
- McAtamney, L., Corlett, EN., 1993, RULA : Survey Method for The Investigation of Work Related Upper Limb Disorder, Applied Ergonomi. *Journal of Human Ergonomics*. 24(2),91-99.
- McAtamney, L. And Corlett,N. 2005. *Ruppud Upper Limb Assessment*. In Neville Stanton. et al. *Handbook of human Factors and ergonomis method*. USA : CRC Press
- Nurmianto, E. 1996. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. PT Guna Widya. Surabaya
- Susihono, W, Hermawan, E. Perbaikan Postur Kerja Dengan Metode Rula (Ruppud Upper Limb Assessment) Dan Hira (Hazard Identification And Risk Assessment). *Proceeding UGM*, 2013
- Susihono, W. 2011. Analisis Micromotion Study Guna menurunkan keluhan Muskuloskeletal Pekerja. *Proceeding Seminar Nasional Teknik dan Manajemen Industri. Jurusan TI dan Manajemen FE UMM*. Hal 239-245. Malang
- Sutalaksana, I.Z. 2000. *Peningkatan Produktivitas Dengan Penerapan Ergonomi. Konvensi K3 2000*. Jakarta 18-20 Januari.
- Sutjana, I.D.P. 2008, *Desain produk dan resikonya. Bagian Fisiologi / PS.Ergonomi* Program Pascasarjana.
- Sutalaksana, I, Z. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Jurusan Teknik Industri ITB. Bandung.
- Tarwakadkk, 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Uniba Press. Surakarta.
- Wignjosoebroto, S. Perancangan Lingkungan Kerja dan Alat Bantu yang Ergonomis untuk Mengurangi Masalah Back Injury dan Tingkat Kecelakaan Kerja pada Departemen Mesin Bubut. Skripsi Jurusan Teknik Industri ITS. Surabaya (tidak publikasi)