

PERANCANGAN ALAT BANTU PERAKITAN HELM UNTUK MENURUNKAN RISIKO KERJA OPERATOR

Ardelia Christabel Tobing¹, Ignasius Rian², Ria Audina Stefani³, Rida Zuraida⁴

^{1,2,3,4} Teknik Industri, Universitas Bina Nusantara

Jl. K. H. Syahdan No. 9, Jakarta Barat 11480

email: ardelia.ct@gmail.com, ignasiusrian@yahoo.com, riaaudinastefani@yahoo.com, rzuraida@binus.ac.id

ABSTRAK

Studi dilakukan di bagian perakitan helm PT SMI yang seluruh prosesnya dilakukan manual dan beberapa proses cukup berisiko bagi operatornya sehingga perlu dievaluasi. Evaluasi dilakukan dengan mengukur kelelahan subjektif menggunakan Visual Analogue Scale (VAS) dan risiko kelelahan menggunakan Fatigue Likelihood Scoring (FLS) untuk melihat apakah ada risiko kelelahan yang berlebihan bagi operator. NORDIC Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) digunakan untuk mengetahui ada tidaknya keluhan fisik, dan Job Strain Index (JSI) dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA) digunakan untuk penilaian risiko postur kerja. Studi dilakukan langsung pada operator perakitan (20 pria, 14 wanita). Hasilnya menunjukkan risiko kelelahan kerja berada pada tingkat menengah (5,823 skala 0-10), dan kesempatan istirahat operator sangat cukup berdasarkan jam kerja. Tetapi aktivitas perakitan ini menimbulkan keluhan fisik di beberapa bagian tubuh berdasarkan survei menggunakan NMQ. Analisis lanjutan menunjukkan aktivitas yang berisiko adalah memotong list dengan nilai JSI 13,5 (berbahaya) dan RULA 6 (perlu perubahan segera), dan menekan seropong dengan nilai JSI 9,75 (berbahaya) dan RULA 5 (perlu perubahan segera). Untuk itu dilakukan perancangan dua alat bantu sehingga risiko JSI turun dua peringkat (risiko tidak pasti) dan RULA turun satu peringkat (perlu investigasi). Pemanfaatan JSI dan RULA dapat membantu perbaikan sistem kerja lebih tepat sasaran untuk pekerjaan fisik dan berulang.

Kata kunci: Perakitan, Visual Analogue Scale, NORDIC Musculoskeletal Questionnaire, Job Strain Index, Rapid Upper Limb Assessment.

ABSTRACT

This study was conducted on helmet assembly line of PT SMI which all activities done manually and some process is quite risky for operators and need to be evaluated. An evaluation is conducted by measuring fatigue level using the Visual Analogue Scale (VAS) and fatigue risk using the Fatigue Likelihood Scale (FLS) method. NORDIC Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) applied to discover any physical complaint. Job Strain Index (JSI) and Rapid Upper Limb Assessment (RULA) are applied as tools to evaluate posture risk. The assessment covers all assembly operators (20 male, 14 female). The result showed that the current fatigue level is categorized into medium (5,823 scale 0-10), and fatigue risk is low based on working hour schedule. However, assembly process has induced physical complaints based on NMQ result. There are two risky assembly activities, cutting list with JSI and RULA result is 13.5 (hazardous), 6 (investigated further and change soon), and pressing helmet hard shell 9.75 (hazardous) and 5 (investigated further and change soon). Two sets of tools are proposed and estimated will reduce risk posture at least two level for JSI (uncertain) and one level for RULA score (investigated further). Applying JSI and RULA in work system improvement is appropriate for physical activities and frequent task repetition.

Keywords: Assembly, Visual Analogue Scale, NORDIC Musculoskeletal Questionnaire, Job Strain Index, Rapid Upper Limb Assessment.

1. Pendahuluan

Di berbagai industri, banyak proses produksi yang masih harus dikerjakan secara manual sehingga tenaga kerja manusia memegang peranan yang sangat penting. Sayangnya pada perancangan sistem kerjanya, beban yang diterima pekerja kurang diperhatikan apakah dalam batas aman artinya sesuai dengan keterbatasan manusia atau tidak. Padahal kesesuaian ini berpengaruh terhadap tingkat keamanan dan keselamatan kerja baik jangka pendek maupun panjang. Dampak yang paling banyak dialami tenaga kerja adalah terjadinya cedera otot ringan hingga berat yang banyak dialami oleh pekerja di banyak negara (Oakman & Chan, 2015).

PT SMI adalah perusahaan yang memproduksi berbagai jenis helm sesuai pesanan (*make to order*). Berdasarkan hasil pengamatan awal, bagian perakitan merupakan bagian produksi yang sepenuhnya dilakukan secara manual tanpa alat bantu dengan meja dan kursi kerja yang kurang memadai sehingga berisiko bagi operator perakitan. Pekerjaan perakitan helm melibatkan kegiatan yang menyebabkan operatornya berada pada posisi yang tidak nyaman, menekan dengan mengarahkan tenaga dan aktivitas tersebut dilakukan secara berulang dalam jarak waktu yang singkat. Kondisi ini menurut Argubi-Wollesen dkk (2016) sangat umum terjadi di industri manufaktur dan perlu dikelola dengan baik agar tidak berdampak buruk bagi operator (Hellström, 2012). Dampak yang dirasakan dapat Selain itu, sistem kerja sejenis menjadi penyebab utama dialaminya *musculoskeletal disorder* (MSDs) oleh banyak pekerja di industri manufaktur. Berdasarkan hasil wawancara dengan manajemen, tingkat ketidakhadiran operator relatif tinggi meskipun tidak secara langsung

mempengaruhi ketercapaian target produksi. Akan tetapi saat ini terjadi menyebabkan operator yang datang bekerja mendapat tambahan beban untuk menyelesaikan produksi tepat waktu. Penelitian yang dilakukan oleh Battaler-Cervero dkk. (2016), menunjukkan bahwa tindakan preventif untuk mengurangi penyebab MSDs dapat menurunkan biaya yang berhubungan dengan jumlah pekerja yang absen.

Paper ini bertujuan untuk mengevaluasi risiko kerja yang dialami oleh operator perakitan helm di PT.SMI, berdasarkan beban kerja yang diterima yaitu dilihat dari jam kerja untuk melihat apakah operator memiliki kesempatan istirahat yang cukup, dilihat dari beban yang diterima akibat aktivitas yang berulang, dan postur tubuh operator dengan alat kerja yang digunakan. Tujuan akhirnya adalah melakukan perbaikan terhadap sistem kerja yang dapat mengurangi risiko operator melalui perancangan alat bantu perakitan helm.

2. Metode Penelitian

Pengamatan yang dilakukan di PT SMI difokuskan di bagian perakitan helm. Evaluasi sistem kerja dilakukan terhadap seluruh operator, dan untuk mencapai tujuan penelitian, dilakukan observasi melalui pengamatan langsung dan wawancara untuk mengidentifikasi tingkat risiko kerja dan keluhan fisik yang dirasakan operator. Risiko yang dimaksud adalah risiko kelelahan yang dievaluasi melalui wawancara langsung untuk setiap operator menggunakan Visual Analogue Scale (VAS) serta penggunaan Fatigue Likelihood Scoring (FLS) untuk mengetahui serta risiko kelelahan yang timbul akibat jam kerja yang panjang (Transport Canada, 2012). Risiko lainnya ditinjau melalui ada tidaknya keluhan fisik selama satu tahun terakhir dan tujuh hari hari terakhir dengan menggunakan NORDIC Musculoskeletal Questionnaire (NMQ). Evaluasi lanjutan terhadap risiko yang mungkin dialami operator dilakukan dengan menggunakan Job Strain Index (JSI) atas beban kerja yang diterima operator terutama akibat pengerjaan tugas yang berulang/repetitif (Moore &Garg, 1995), serta risiko akibat postur kerja yang kurang tepat terutama risiko yang diterima oleh tubuh bagian atas menggunakan Rapid Upper Limb Assessment /RULA (Freivalds, 2011, McAtamney &Corlett, 1993).

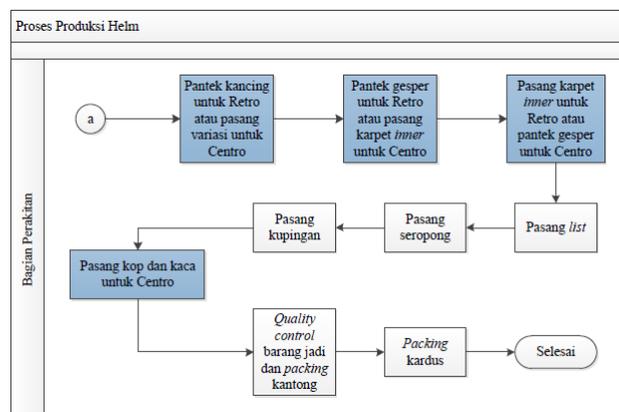
Selama pengamatan dilakukan perekaman video proses perakitan untuk memudahkan penilaian postur operator saat proses perakitan. Operator yang direkam merupakan operator yang sudah berpengalaman baik laki-laki maupun wanita. Wawancara dilakukan secara bertahap dalam beberapa minggu, biasanya pada waktu istirahat makan siang. Sedangkan perekaman video dilakukan pada pagi hingga siang hari.

Selain itu dilakukan pengumpulan data sekunder berupa data absensi operator perakitan yang selanjutnya dilakukan wawancara terkait alasan operator absen, dan pengobatan yang dilakukan oleh operator jika mengalami keluhan fisik. Hasil evaluasi risiko menggunakan berbagai alat evaluasi yang telah disebutkan selanjutnya digunakan untuk menentukan perbaikan sistem kerja. Perbaikan sistem kerja yang dirancang adalah alat bantu perakitan untuk kegiatan yang paling tinggi risikonya bagi operator sehingga risiko kerja dapat diminimalkan. Perancangan alat bantu ini menggunakan konsep anthropometri (Kroemer, 2008). Data anthropometri yang digunakan adalah data anthropometri Indonesia agar sesuai dengan ukuran postur operator.

3. Hasil dan Pembahasan

Data umum

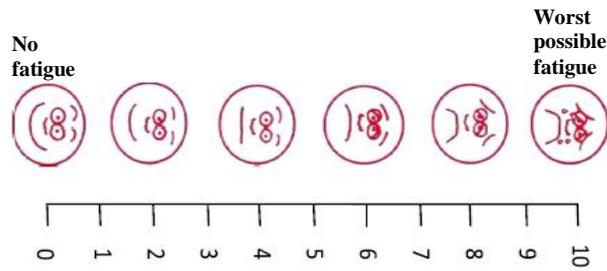
Pengumpulan data yang dilakukan untuk mengevaluasi sistem kerja di bagian perakitan menggunakan sampel populasi semua operator perakitan yang terdiri dari 20 laki-laki dan 14 perempuan. Usia operator berada pada rentang 17 tahun hingga 45 tahun dengan rata-rata usia 27,2 tahun. Pendidikan paling tinggi operator adalah SMA dengan mayoritas merupakan lulusan sekolah dasar dan menengah pertama. Perakitan merupakan tahap akhir dalam proses produksi helm. Perakitan helm melibatkan beberapa aktivitas hingga pengemasan di kardus, seperti terlihat pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1 Diagram alir proses perakitan helm di PT SMI

Evaluasi Risiko Kelelahan

Untuk mengetahui risiko kelelahan dari pekerjaan yang dilakukan, setiap operator diminta menjawab pertanyaan yang sama yaitu memberikan pendapat mengenai tingkat rasa lelah yang umumnya dirasakan setiap hari setelah selesai bekerja. Skala kelelahan yang digunakan adalah 0-10 menggunakan Visual Analogue Scale (Chuang dkk., 2015) sebagai berikut :



Gambar 2. Visual Analogue Scale (VAS) yang digunakan

Bagian perakitan helm di PT SMI memiliki 4 jalur perakitan, dan setiap jalur terdiri dari 8 atau 9 operator, dengan rata-rata masa kerja di perusahaan 1 hingga 22 tahun, dengan rata-rata 3,75 tahun. Artinya jawaban mengenai tingkat kelelahan operator berdasarkan pengalaman bekerja yang relatif lama di bagian perakitan. Berikut adalah persepsi kelelahan operator untuk setiap lini perakitan (Tabel 1.):

Tabel 1. Hasil kuesioner *visual analogue scale*

Lini ke-	Tingkat kelelahan operator (0-10) ke-								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8	8	5	5	10	4	2	7	7
2	5	3	5	4	10	4	4	5	-
3	5	7	9	4	6	5	8	8	
4	5	5	5	7	5	8	5	5	5

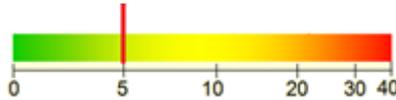
Rata-rata tingkat kelelahan operator di bagian perakitan berdasarkan data di atas adalah $5,823 \pm 1,930$ dari skala 0-10. Nilai ini lebih besar dari nilai tengah yaitu 5 sehingga dapat dikatakan bahwa operator di bagian perakitan cenderung mengalami kelelahan pada tingkat moderate (Chung dkk. 2015; Kim dkk., 2010).

Untuk memperoleh hasil evaluasi yang lebih komprehensif terkait risiko kelelahan maka dilakukan analisis terhadap kemungkinan kelelahan disebabkan oleh jam kerja. Evaluasi dilakukan dengan melakukan wawancara dengan operator dan manajemen untuk mengetahui jam kerja operator selama bekerja di bagian perakitan. Mengingat bahwa sistem produksinya menggunakan *make to order* sebagai strateginya, maka terdapat kemungkinan operator mengalami lembur berlebih untuk mengejar target produksi sesuai pesanan. Wawancara yang dilakukan mengacu pada item skor yang terdapat pada tabel FLS. Hasil wawancara pada operator dan manajemen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi jam kerja berdasarkan *fatigue likelihood scoring (FLS)*

<i>Fatigue Likelihood Scoring Matrix for Work Schedules</i>					
Score	0	1	2	4	8
a. Total hours per 7 days (total waktu kerja setiap 7 hari)	≤ 36 hours	36,1 – 43,9	44 – 47,9	48 – 54,9	55+
b. Maximum shift duration (durasi maks shift)	≤ 8 hours	8,1 – 9,9	10 – 11,9	12 – 13,9	14+
c. Minimum short break duration (durasi minimum istirahat)	≤ 16 hours	15,9 – 13	12,9 – 10	9,9 – 8	< 8
d. Maximum night work per 7 days (maksimum kerja malam setiap 7 hari)	0 hours	0,1 – 8	8,1 – 16	16,1 – 24	> 24
e. Long break frequency (frekuensi istirahat panjang)	≥ 1 in 7 days	≤ 1 in 7 days	≤ 1 in 14 days	≤ 1 in 21 days	≤ 1 in 28 days

Sehingga nilai skor FLS diperoleh dengan menjumlahkan skor untuk jam kerja di atas yaitu $2 + 0 + 2 + 1 = 5$. Nilai ini kemudia dipetakan pada meteran FLS sebagai berikut (Gambar 3.):

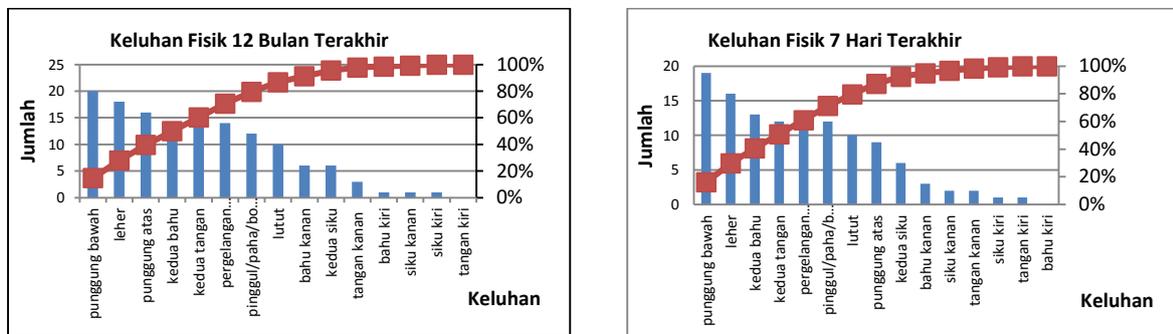


Gambar 3. Fatigue likelihood scoring diagram

Hasil wawancara kemudian dipetakan pada tabel Fatigue Likelihood Scoring (FLS) seperti terlihat pada Tabel 2. dan diperoleh hasil bahwa tingkat risiko kelelahan berdasarkan jam kerja senilai 5 sehingga masuk ke dalam kategori 1 /area hijau (Gambar 3.). Artinya, jam kerja yang ditetapkan perusahaan memberi kesempatan pekerja untuk memiliki waktu istirahat, atau dapat dikatakan bahwa jam kerja yang diterapkan oleh manajemen tidak menyebabkan kelelahan yang berlebihan pada operator.

Evaluasi Keluhan Fisik

Untuk melengkapi evaluasi kondisi kerja di bagian perakitan yang berhubungan dengan risiko kelelahan, dilakukan evaluasi terhadap kondisi fisik melalui wawancara mengenai keluhan fisik yang dirasakan operator dengan menggunakan NORDIC Musculoskeletal Questionnaire (NMQ). Hasil wawancara digambarkan pada gambar 3 berupa diagram pareto untuk keluhan fisik dalam 12 bulan terakhir dan 7 hari terakhir.



Gambar 4. Diagram Pareto keluhan fisik operator perakitan PT.SMI

Diagram Pareto pada Gambar 4 menunjukkan anggota tubuh yang mengalami keluhan dalam jangka waktu 12 bulan dan 7 hari terakhir adalah punggung bawah, leher, kedua bahu, kedua tangan, pinggul/paha/bokong, dan pergelangan kaki/kaki. Wawancara mengenai keluhan fisik menggunakan NMQ, ditambahkan pertanyaan mengenai upaya yang telah dilakukan operator saat keluhan fisik dirasa mengganggu aktivitas sehari-hari ataupun kerja. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa untuk keluhan pegal atau sakit yang dirasa sangat mengganggu, mayoritas operator menanganinya dengan pijat, minum obat atau jamu, pergi ke dokter perusahaan, atau tidak masuk kerja.

Evaluasi Risiko Akibat Gerakan Repetitif

Hasil evaluasi untuk risiko kelelahan dan keluhan fisik, dapat ditarik kesimpulan bahwa pekerjaan di bagian operator menimbulkan keluhan fisik yang dapat mengakibatkan operator tidak masuk kerja. Untuk perbaikan sistem kerja yang lebih baik, maka dilakukan evaluasi terhadap kegiatan yang sifatnya repetitif untuk semua proses perakitan. Berdasarkan hasil pengamatan, proses perakitan helm, kedua tangan adalah anggota tubuh yang paling sering digunakan. Oleh karena itu, diduga kelelahan pada kedua tangan disebabkan oleh frekuensi kerja tangan yang berlebihan. Metode Job Strain Index (JSI) digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja di bagian perakitan yang berkaitan dengan tangan. Pengamatan dilakukan pada setiap kegiatan kerja dari masing-masing workstation. Tabel 3 di bawah ini menunjukkan nilai JSI untuk kegiatan yang berada pada kategori hazardous.

Tabel 3. Nilai JSI untuk kegiatan dengan kategori hazardous

No	Kegiatan	Nilai JSI	Workstation	Kategori	Issue
1	Memotong list	13,5	Memasang list	Hazardous	Wrist hand
2	Menekan seropong	9,75	Memasang seropong	Hazardous	Intensity of exertion

Hasil yang diperoleh yaitu nilai JSI tertinggi dengan kategori hazardous berada pada kegiatan memotong list dari workstation memasang list dan menekan seropong dari workstation memasang seropong. Pada kegiatan memotong list, nilai JSI mencapai angka 13,5. Faktor yang membuat nilai JSI tersebut relatif besar adalah posisi pergelangan tangan yang membentuk postur flexion dengan sudut di atas 50°. Durasi waktu dalam melakukan kegiatan yaitu 37% dari total kerja

atau 27 detik dari total waktu siklus 72,86 detik. Pekerja harus mempertahankan postur tangan demikian dalam jangka waktu 27 detik. Hal ini tentu berbahaya bagi otot tangan dan pergelangan tangan.



Gambar 5. Kegiatan memotong list dan menekan seropong

Kegiatan menekan seropong yang nilai JSI-nya tertinggi kedua yakni mencapai angka 9,75. Nilai JSI tersebut besar karena pekerja mengeluarkan tenaga dorongan yang besar hingga membutuhkan usaha bahu dan punggung dalam mengeluarkan tenaga. Hal ini tentu akan meningkatkan risiko cedera pekerja, khususnya pada otot lengan, bahu, serta punggung.

Evaluasi Postur Kerja di Bagian Perakitan

Postur kerja yang buruk mungkin tidak terasa dampaknya ketika hanya dilakukan satu atau dua kali. Namun ketika pekerja dituntut untuk melakukan suatu pekerjaan yang sifatnya berulang-ulang dan postur kerja yang buruk tersebut masih berlanjut, dampak yang buruk juga akan mulai terlihat. Ketika seorang pekerja melakukan pekerjaannya dengan postur yang tidak baik, seperti membungkuk, akan ada otot yang menegang secara tidak normal. Hal ini yang berpotensi menimbulkan keluhan fisik. Oleh karena itu, digunakan metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) untuk mengevaluasi postur atau sikap tubuh pekerja selama pekerja tersebut melakukan pekerjaannya.

Pada pengolahan data menggunakan metode JSI sebelumnya diperoleh nilai JSI dengan kategori hazardous terdapat pada kegiatan memotong list dari *workstation* pemasangan list dan menekan seropong dari *workstation* pemasangan seropong. Hasil yang sama juga diperoleh dengan metode RULA. Nilai RULA untuk kedua kegiatan tersebut adalah 6 yang berarti dibutuhkan investigasi kembali dan perbaikan segera pada kegiatan tersebut.

Perbaikan Sistem Kerja untuk Mengurangi Risiko Operator

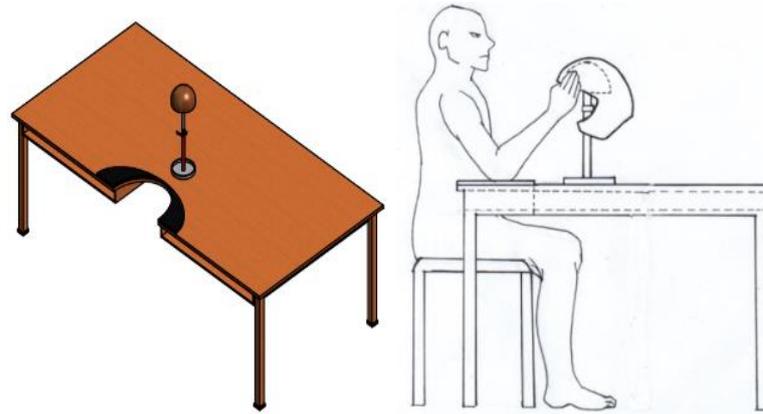
Dari hasil yang telah dijabarkan pada bagian sebelumnya, diketahui kegiatan memotong list dari *workstation* pemasangan list dan menekan seropong dari *workstation* pemasangan seropong merupakan kegiatan yang berisiko bagi operator. Oleh karena itu, dirancang dua alat bantu untuk mengurangi risiko kerja pada kedua *workstation* ini. Dalam penentuan ukuran, digunakan data antropometri Indonesia dengan kriteria rentang usia 17-45 tahun sesuai rentang usia operator pada perusahaan.

Workstation Pemasangan List

Pada *workstation* pemasangan list, nilai JSI dan RULA menunjukkan adanya risiko pada kegiatan memotong list. Untuk mengurangi risiko yang ditunjukkan tingginya nilai JSI dan RULA tersebut, diperlukan perubahan cara kerja. Namun, cara kerja ini hanya dapat diubah jika ada suatu alat bantu berupa tiang penyangga untuk menopang batok saat list dipasang. Berikut adalah kondisi kerja pemasangan list saat ini dan kondisi pemasangan list dengan pengaplikasian alat bantu usulan:



Gambar 6. Kondisi pemasangan list saat ini



Gambar 7. Rancangan dan kondisi alat bantu usulan pemasangan list

Adanya penyangga batok diperlukan agar operator tidak lagi memangku batok helm di atas paha saat memasang list. Peletakan batok di paha saat ini membuat operator harus menunduk untuk melihat list dan akhirnya postur tubuh bagian atas (leher dan punggung) menjadi membungkuk. Hal ini menyebabkan timbulnya keluhan pegal dan sakit pada bagian leher dan punggung, mengingat bahwa dalam sehari satu lini dapat merakit sekitar 300 helm.

Meja rancangan yang sesuai dengan ukuran dan keperluan kerja diharapkan dapat mengurangi rasa lelah operator pada bagian pemasangan list. Pada Gambar 6, terlihat bahwa kaki operator tidak dapat masuk ke dalam meja karena tinggi meja dengan laci lebih rendah dari tinggi lutut saat duduk sehingga diperlukan perubahan ukuran tinggi meja. Untuk ukuran panjang dan lebar meja tidak diubah. Kursi yang ada saat ini di perusahaan (merek Napolly) tingginya 47,5 cm dapat digunakan dengan meja ini karena dengan tinggi kursi saat ini jika ditambahkan ketebalan paha tingginya menjadi 64,69 cm. Alat bantu terdiri dari sebuah meja dan penyangga batok, seperti tampak pada Gambar 7. Postur kerja yang diharapkan seperti pada Gambar 7, dengan posisi tubuh yang tegak dan tangan yang nyaman (tidak mengalami *flexion* atau *extension*). Meja usulan dirancang ada bagian yang tanpa laci sehingga kaki operator dapat masuk ke bawah meja, dan bagian dengan laci untuk menyimpan peralatan.

Tinggi meja rancangan disesuaikan dengan ukuran antropometri siku duduk. Tinggi dari penyangga batok dibuat *adjustable* dengan ukuran terpendek 25 cm dan tertinggi 40 cm agar bagian tertinggi dari helm yang perlu dipasangi list berada tepat di depan mata operator sehingga menjaga operator bekerja teliti saat memotong list. Cara kerja dari prinsip *adjustable* seperti sebuah sadel sepeda yang dapat diatur ketinggiannya dengan mekanisme pengunci.

Bagian atas dari penyangga batok berbentuk mirip kepala jamur dengan ukuran lebih kecil dari diameter dalam batok agar dapat digerakkan dengan leluasa, seperti cara kerja usulan pada Gambar 9. Cara kerja usulan ini lebih baik dari cara kerja saat ini (Gambar 8.). Posisi dari penyangga batok sengaja tidak dibuat fix terhadap meja agar operator juga dapat menyesuaikan peletakan penyangga batok dengan jarak yang dianggap nyaman olehnya.



Gambar 8. Cara kerja pemasangan list saat ini



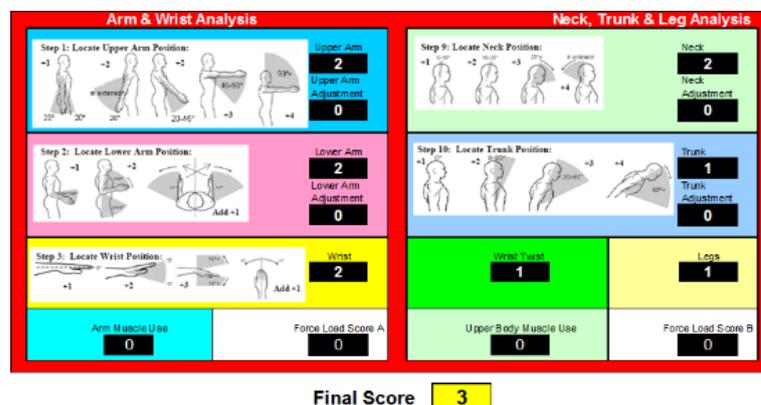
Gambar 9. Ilustrasi cara kerja pemasangan list usulan

Berdasarkan nilai JSI, kegiatan memotong list termasuk dalam kategori *hazardous* dengan nilai 13,5 dikarenakan postur tangan yang buruk, membentuk postur *flexion* dengan sudut di atas 50° saat memotong list. Selain itu pada video yang digunakan untuk analisis JSI, operator menggunakan pisau *cutter* tanpa gagang dan hal tersebut juga turut memperburuk posisi tangan operator.

Tabel 4. Nilai JSI kegiatan memotong *list* sekarang dan usulan

No	Criteria	Multi - pliers	Description	Multi - pliers	Description
1	Intensity of exertion	9	Substantial effort, changes facial expression	6	Substantial effort, changes facial expression
2	Duration of exertion	1	< 10 %	1	< 10 %
3	Efforts per minute	0,5	< 4	0,5	< 4
4	Hand/wrist posture	3	Marked deviation	1,5	Marked deviation
5	Speed of work	1	Normal speed of motion, fair	1	Normal speed of motion, fair
6	Duration of task per day	1	4-8 jam	1	4-8 jam
JSI Score		13,5 (hazardous)		4,5 (uncertain)	

Dengan menggunakan alat bantu usulan berupa penyangga batok, operator dapat memperbaiki postur tangan mereka. Operator tidak perlu lagi membentuk sudut *flexion* > 50° saat memotong list. Operator dapat membentuk postur tangan mereka menjadi *flexion* dengan sudut 16°-30° sehingga pada nilai JSI usulan tersebut pada bagian *hand/wrist posture* berkurang menjadi 1,5. Selain itu dengan menggunakan alat usulan penyangga batok dapat mengurangi tenaga yang dikeluarkan oleh operator untuk memotong list menjadi 6. Hal ini dikarenakan posisi batok berada tepat di depan mata operator dengan posisi badan tegak. Dengan posisi yang lebih nyaman dan tidak membungkuk, diharapkan dapat mengurangi tenaga yang dikeluarkan. Hasil RULA dapat dilihat pada Gambar 10. Yang menggunakan RULA dari Cornell. (ergo.human.cornell.edu/CUErgoTools/RULAv04%20Revised.xls)



Gambar 10 RULA kegiatan memotong list usulan

Sama seperti pada metode JSI, dengan menggunakan alat bantu usulan, nilai RULA yang semula 6 juga turun menjadi 3 seperti digambarkan pada Gambar 10. Dengan usulan meja yang difasilitasi penyangga batok ini, operator terhindar dari gerakan membungkuk akibat posisi batok yang terlalu rendah. Selain itu terdapat juga busa untuk meletakkan siku sehingga posisi lengan lebih terkontrol.

Workstation Pemasangan Seropong

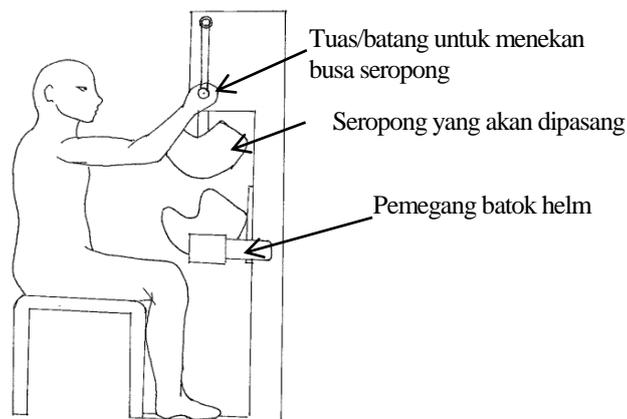
Pada *workstation* pemasangan seropong, nilai JSI dan RULA menunjukkan adanya risiko pada kegiatan menekan seropong agar seropong masuk ke dalam batok. Untuk mengurangi risiko tersebut juga diperlukan perubahan cara kerja. Seperti pada *workstation* pemasangan list, untuk mengubah cara kerja dibutuhkan alat bantu. Alat bantu ini berfungsi seperti mesin *press*, dimana saat batang penarik ditarik, penyangga seropong akan turun dan seropong akan masuk ke dalam batok. Penanganan proses manual yang dibantu dengan alat dimaksudkan untuk mengurangi tekanan dan tegangan pada otot sehingga mengurangi risiko MSDs pada operator.



Gambar 11. Kondisi pemasangan seropong saat ini

Untuk kegiatan penekanan seropong, dirancang dua alat bantu berupa kursi dan penekan seropong. Diperlukan kursi sendiri karena kursi yang ada saat ini terlalu tinggi untuk digunakan dengan penekan seropong. Kursi rancangan tidak diberi sandaran karena dalam pekerjaan memasang seropong terkadang operator perlu mengambil barang yang letaknya di samping atau agak ke belakang sehingga keberadaan sandaran dapat mempersulit gerak operator. Tinggi kursi dan alas kursi mengikuti prinsip kursi yang ergonomis yaitu menggunakan ukuran antropometri tinggi *popliteal* dengan prinsip persentil rata, sedangkan panjang dan lebar kursi menggunakan lebar pinggul dan panjang *popliteal*.

Alas dari bagian penyangga batok dibuat ada di atas rata-rata tinggi lutut dengan penambahan *allowance* 1,5 cm untuk alas kaki agar operator dapat meletakkan dan memosisikan batok dengan mudah. Penyangga batok dibuat dari besi pejal agar dapat menahan tekanan yang diberikan saat seropong didorong masuk ke dalam batok dan dilapisi busa agar cat batok tidak tergores serta dapat menahan batok pada tempatnya. Tinggi penyangga batok hanya 10 cm, tidak perlu mencapai keseluruhan tinggi batok (25 cm) karena hanya berfungsi untuk memastikan batok diam pada tempatnya. Untuk memastikan posisi batok benar-benar ada di tengah, batok harus dimasukkan hingga rapat dengan busa pada tiang. Seropong akan dipasang pada bagian atas (pemegang seropong) yang berbentuk seperti mangkuk dengan material kayu.

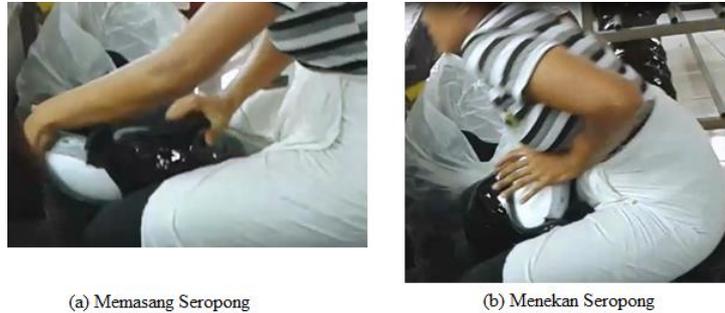


Gambar 12. Kondisi pemasangan seropong dengan alat bantu usulan

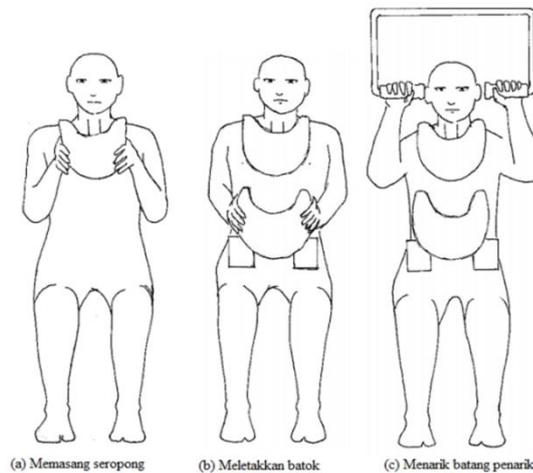
Tinggi total alat ini adalah 140,5 cm, lebih tinggi dari rata-rata tinggi orang saat duduk (126 cm). Batang penarik berada pada tinggi 114,5 cm yaitu kira-kira pada tinggi mata orang saat duduk. Dengan demikian, tangan operator tidak perlu naik terlalu tinggi untuk menarik tuas penekan. Konsep ini memang belum sejalan dengan konsep Argubi-Wollesen dkk., (2016) yang

menyebutkan pengurangan strain atau tegangan pada otot dapat dilakukan melalui penempatan handel (dalam rancangan ini sebagai tuas) yang ditempatkan antara pinggang dan tinggi bahu seseorang. Akan tetapi upaya mendorong seropong ini jauh lebih aman dibandingkan dengan sistem kerja sebelumnya.

Pada proses penempatan seropong menggunakan alat bantu rancangan, setelah tuas ditarik, tuas akan kembali naik karena adanya per di dalam rumah batang, seperti mekanisme pada pulpen. Batang penarik sepanjang 15 cm, lebih besar dari persentil 95 lebar tangan yaitu sebesar 12,49 cm dengan diameter lapisan karet 4 cm agar tangan tidak mudah slip.



Gambar 13. Cara kerja pemasangan seropong saat ini



Gambar 14. Cara kerja usulan pemasangan seropong

Berdasarkan hasil pengamatan rekaman video, serta rancangan sistem kerja yang baru, maka dapat dihitung risiko berdasarkan skor JSI seperti terlihat pada Tabel 5. berikut :

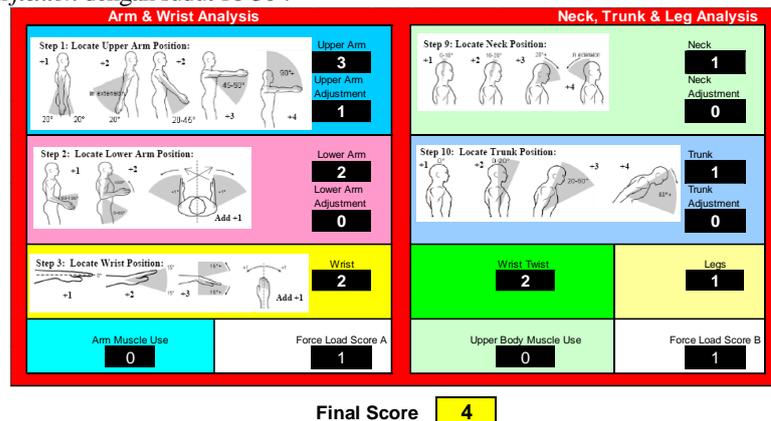
Tabel 5. Nilai JSI kegiatan menekan seropong

No	Criteria	Tanpa Alat		Menggunakan Alat	
		Multipliers	Description	Multipliers	Description
1	Intensity of exertion	13	Use shoulder or trunk to generate force	9	Substantial effort, changes facial expression
2	Duration of exertion	0,5	< 10 %	0,5	< 10 %
3	Efforts per minute	0,5	< 4	0,5	< 4
4	Hand/wrist posture	3	Near extreme	2	Marked deviation
5	Speed of work	1	Normal speed of motion, fair	1	Normal speed of motion, fair
6	Duration of task per day	1	4-8 jam	1	4-8 jam
JSI Score		9,75 (hazardous)		4,5 (uncertain)	

Berdasarkan nilai JSI, kegiatan menekan seropong pada workstation pemasangan seropong termasuk dalam kategori *hazardous* dengan nilai 9,75. Hal ini disebabkan oleh besarnya *intensity of exertion* yang dikeluarkan oleh operator yang

mencapai angka 13 dan bentuk sudut tangan yang membentuk postur *extension* dengan sudut di atas di atas 60° . Waktu cycle time seropong adalah 23 detik, dimana dalam waktu 1 menit operator melakukan kegiatan menekan seropong sebanyak 2 kali sehingga dalam waktu 1 jam operator melakukan kegiatan menekan seropong selama 120 kali. Melakukan kegiatan dengan kategori *hazardous* 120 kali dalam waktu 1 jam akan berpotensi membuat operator kelelahan bahkan cedera. Dengan menggunakan alat bantu usulan yang berupa alat penekan seropong, diharapkan dapat mengurangi risiko kerja operator. Karena dengan menggunakan alat tersebut operator tidak perlu mengeluarkan tenaga yang besar saat menekan seropong serta postur tangan operator tidak perlu mencapai postur *extension* dengan sudut di atas 60° .

Dengan menggunakan alat bantu penekan seropong, maka kegiatan menekan seropong berganti menjadi kegiatan menarik batang penarik. Nilai *intensity of exertion* berkurang dari 13 menjadi 9 dikarenakan operator tidak perlu lagi menekan dengan mengerahkan tenaga dari bahu dan punggung. Operator hanya perlu menarik batang penarik dan seropong akan masuk tepat di dalam batok. Selain itu alat usulan ini juga mengurangi nilai postur tangan. Postur operator lama membentuk sudut tangan *extension* di atas 60° saat menekan seropong. Dengan menggunakan alat usulan, maka operator hanya perlu membentuk postur tangan *flexion* dengan sudut $16-30^\circ$.



Gambar 15. RULA kegiatan menarik tuas/batang penarik

Sama seperti pada metode JSI, dengan menggunakan alat bantu usulan, nilai RULA yang semula 6 turun menjadi 4 seperti digambarkan pada 15. Kegiatan menekan seropong yang mula-mula membutuhkan kekuatan maksimum 10 kg ditambah posisi benderang yang parah digantikan dengan kegiatan menarik batang penarik yang hanya membutuhkan kekuatan kisaran 3 kg sehingga operator tidak membentuk postur tubuh yang membungkuk dan tidak terlalu membutuhkan kekuatan berlebih dalam melakukan kegiatan ini karena berat yang dibebankan sudah berkurang.

Perbaikan sistem kerja dengan alat bantu, diperkirakan dapat mengurangi biaya kesehatan yang selama ini dikeluarkan operator hingga 12% yaitu mengurangi biaya yang diperlukan untuk menemui terapis fisik ataupun dokter, serta biaya yang ditanggung perusahaan akibat pekerja absen.

Kesimpulan dan Saran

Meskipun pada studi ini lebih menekankan risiko kerja yang dialami akibat beban fisik, akan tetapi tidak berarti operator tidak mengalami beban mental pada pekerjaan perakitan helm. Melalui upaya perbaikan yang diusulkan, maka risiko kerja berkurang melalui perbaikan postur dan besaran gaya yang dikeluarkan, sehingga berpengaruh terhadap beban mental yang diakibatkan pekerjaan ini. Berdasarkan hasil evaluasi, risiko kerja operator perakitan pada aspek kelelahan menunjukkan tingkat menengah/moderat. Hanya saja, ternyata secara fisik operator mengalami banyak keluhan yang menyebabkan operator memerlukan penanganan lebih lanjut seperti menemui terapis fisik ataupun dokter bahkan memerlukan istirahat lebih. Hal ini sejalan dengan temuan Oakman & Chan (2015) dan apa yang disampaikan Batteler-Cervero (2016) pengurangan risiko MSDs dapat mengurangi kemungkinan absennya pekerja.

Alat rancangan untuk dua kegiatan perakitan yang paling berisiko dapat mengurangi tingkat risiko akibat kegiatan repetitif dan postur yang kurang dan mengurangi biaya kesehatan maksimum 12% setiap tahunnya. Meskipun begitu penting bagi perusahaan untuk mengedukasi operator mengenai postur yang baik saat bekerja. Upaya ini bisa dilakukan melalui pelatihan maupun melalui penyebaran informasi menggunakan poster di sepanjang area produksi.

Daftar Pustaka

- [1] Argubi-Wollesen, A., Wollesen, B., Leitner, M., Mattes, K., Human Body Mechanics of Pushing and Pulling: Analyzing the Factors of Task-related Strain on the Musculoskeletal System. (2016). Safety and Health at Work.

- [2] Batteler-Cervero, A.V., Cimarras-Otal, C., Sanz-López, F., Lacárcel-Tejero, Alcázar-Crevillén, A., Ruete, J.A.V, Musculoskeletal disorders assessment using sick-leaves registers in a manufacturing plant in Spain, *International Journal of Industrial Ergonomics*. (2016) Vol 56. 124-129
- [3] Chuang, L.-l., Lin, K.-c., Hsu, A.-l., Wu, C.-y., Chang, K.-c., Li, Y.-c., & Chen, Y.-l, Reliability and Validity of a Vertical Numerical Rating Scale Supplemented with a Faces Rating Scale in Measuring Fatigue After Stroke. *Health and Quality of Life Outcomes*. (2015) 1-9.
- [4] Freivalds, A., *Biomechanics of the Upper Limbs: Mechanics, Modeling, and Musculoskeletal Injuries*. (2011).
- [5] Hellström, F, Work with Highly Repetitive Movements. In A. Toomingas, S. E. Mathiassen, & E. W. Tornqvist, *Occupational Physiology*. (2012) 141-182.
- [6] Kim E, Lovera J, Schaben L, Melara J, Bourdette D, Whitman R. Novel method for measurement of fatigue in multiple sclerosis: Real-Time Digital Fatigue Score. *J Rehabil Res Dev*. (2010). 47(5). 477-84. DOI:10.1682/JRRD/2009.09.0151
- [7] Kroemer, K. H, *Fitting the Human: Introduction to Ergonomics Sixth Edition*. (2008).
- [8] McAtamney, L., & Corlett, E., RULA: a Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, 91-99. (1993).
- [9] Moore, J. S., & Garg, A, The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*. (1995) 443-458.
- [10] Transport Canada, *Chapter 3 - Fatigue Risk Management System*. (2012).
- [11] Oakman J., Chan S., Risk management: Where should we target strategies to reduce work-related musculoskeletal disorders?. *Safety Science*. (2015). 99.105.
- [12] Völker, I., Kirchner, C., & Bock, O. L, Relation between Multiple Markers of Work-Related Fatigue. *Safety and Health at Work*. (2016) 124-129.
- [13] ergo.human.cornell.edu/CUErgoTools/RULAv04%20Revised.xls, diakses April, 2016.