

Perancangan Meja Kerja Ergonomis pada Stasiun Kerja Penghalusan dengan Menggunakan Metode Antropometri (Studi Kasus : PT. Optima Cihampelas Bandung)

¹Wandi Rukmana, ²Ir. Eri Achiraeniwati MM, ³Ir. Yanti Sri Rejeki

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

Email: ¹wandi.rukmana@gmail.com ²eri_ach@yahoo.co.id ³ysr2804@gmail.com

Abstract. Ergonomics is the science, art and application of technology to harmonize or balance between all facilities used both in activity and rest with the ability and limitations of both physical and mental human beings so that the overall quality of life for the better (Tarwaka, 2004). Ergonomic problems are usually felt by workers in the process of work done manually and directly related to the strength and endurance of the human body in doing its work. Research was conducted on smoothing process operators in a furniture company located in the city of Bandung, where many operators express pain complaints on some parts of the body after doing the work. Identification of pain complaints using the Nordic Body Maps questionnaire by respondents were asked to provide a marker on the questionnaire provided to determine whether or not the disorder of the body parts after doing the work. The results obtained from the Nordic Body Maps questionnaire that operators have complaints on the neck, shoulders, back, wrists, knees and ankles with different pain scales. The complaint explains that the work carried out contains the risk of injury to the operator if done continuously with a long period of time, for that done work method improvement using the method of anthropometry by making ergonomic work desk facilities to improve work positions and work methods undertaken operator. The ultimate goal of doing research is to provide safety, comfort, and health to the smoothing operator while doing his work.

Keywords: Ergonomics, Nordic Body Maps, Anthropometry

Abstrak. Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyasakan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka, 2004). Masalah ergonomi biasanya dirasakan pekerja pada proses pekerjaan yang dilakukan secara manual dan berhubungan langsung dengan kekuatan serta ketahanan tubuh manusia dalam melakukan pekerjaannya. penelitian dilakukan terhadap operator proses penghalusan pada sebuah perusahaan mebel yang terletak di kota Bandung, dimana operator banyak mengungkapkan keluhan rasa sakit pada beberapa bagian tubuh setelah melakukan pekerjaannya. Identifikasi keluhan rasa sakit menggunakan kuesioner *Nordic Body Maps* dengan cara responden diminta memberikan tanda pada kuesioner yang diberikan untuk mengetahui ada atau tidaknya gangguan pada bagian tubuh setelah melakukan pekerjaannya. Hasil yang didapatkan dari kuesioner *Nordic Body Maps* yaitu operator mengalami keluhan pada bagian tubuh leher, bahu, punggung, pergelangan tangan, lutut dan pergelangan kaki dengan skala rasa sakit yang berbeda. Keluhan tersebut menjelaskan bahwa pekerjaan yang dilakukan mengandung resiko terjadinya cedera pada operator jika dilakukan secara terus menerus dengan jangka waktu yang cukup lama, untuk itu dilakukan perbaikan metode kerja menggunakan metode Antropometri dengan pembuatan fasilitas meja kerja yang ergonomis guna memperbaiki posisi kerja serta metode kerja yang dilakukan operator. Tujuan akhir dari dilakukannya penelitian adalah memberikan keamanan, kenyamanan, dan kesehatan bagi operator penghalusan saat melakukan pekerjaannya.

Kata Kunci: Ergonomi, *Nordic Body Maps*, Antropometri

A. Pendahuluan

PT. Optima Cihampelas Bandung merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri mebel. Sifat produksi perusahaan yaitu *make to order* dan *make to stock* untuk beberapa produk. Produk yang dibuat secara *make to stock* terdiri dari satu set meja dan kursi dengan berbagai macam tipe seperti kursi gentong, café dan klasik. Secara keseluruhan proses produksi untuk semua produk terdiri dari proses pengukuran, pemotongan, meratakan, pemahatan, perakitan, pengeboran, penghalusan dan yang terakhir yaitu pengecatan. Pada beberapa produk pesanan khusus dengan bentuk-bentuk

yang cukup berbeda biasanya dilakukan juga proses pembubutan, pengelasan dan pengefreisan.

Berdasarkan data keluhan yang didapat, operator pada stasiun penghalusan mengalami lebih banyak keluhan rasa pegal dan sakit dibandingkan dengan operator pada stasiun kerja lainnya, selain itu operator penghalusan dalam jangka waktu satu sampai dua jam harus melakukan istirahat terlebih dahulu untuk menghilangkan rasa sakit atau pegal pada bagian tubuh tersebut. Hal itu menunjukkan bahwa terdapat masalah yang lebih banyak pada proses penghalusan dibandingkan dengan proses produksi lainnya. Proses penghalusan sendiri mempunyai waktu proses yang paling lama diantara waktu proses untuk pekerjaan lainnya, karena proses penghalusan dilakukan berulang sebanyak (3) atau (4) kali sampai produk dirasa cukup halus dan layak untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya. Berdasarkan fakta diatas terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi operator dalam proses penghalusan tersebut diantaranya posisi kerja, proses produksi yang berulang dan waktu proses yang cukup lama.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka perumusan masalah penelitian ini adalah mengenai keluhan dari operator stasiun penghalusan. Oleh karena itu, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja keluhan yang dirasakan oleh operator stasiun penghalusan dalam melakukan pekerjaannya?
2. Bagaimana perancangan fasilitas kerja yang ergonomis pada stasiun penghalusan guna meminimasi banyaknya keluhan rasa sakit pada operator?

Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan ialah:

1. Mengidentifikasi apa saja yang menjadi keluhan dari operator stasiun penghalusan
2. Melakukan perancangan fasilitas kerja yang ergonomis pada stasiun penghalusan dengan menggunakan metode antropometri.

B. Landasan Teori

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu Ergon (Kerja) dan Nomos (Hukum Alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain atau perancangan (Nurmianto, 2003). Ergonomi disebut juga sebagai “*Human Factors*”. Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli/professional pada bidangnya misalnya: ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi, dan teknik industri (*International Ergonomics Association*, dalam Nurmianto, 2003). Adapun manfaat pelaksanaan ergonomi menurut Wignjosoebroto (2003) adalah Menurunnya angka sakit akibat kerja, menurunnya kecelakaan kerja, biaya pengobatan dan kompensasi berkurang, stress akibat kerja berkurang, produktivitas membaik, alur kerja bertambah baik, rasa aman karena bebas dari gangguan cedera, Kepuasan kerja meningkat.

Kuesioner Nordic Body Map

Kuesioner *Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuesioner *checklist* ergonomi. Bentuk lain dari *checklist* ergonomi adalah *checklist International Labour Organizatin (ILO)*. Namun kuesioner *Nordic Body Map* adalah kuesioner yang paling

sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja, dan kuesioner ini paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi. Survei ini menggunakan banyak pilihan jawaban yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian umum dan terperinci. Bagian umum menggunakan gambar dari tubuh yaitu dilihat dari bagian depan dan belakang, kemudian dibagi menjadi (9) area utama. Pengisian kuesioner *Nordic Body Map* ini bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari pekerja yang terasa sakit sesudah melakukan pekerjaan. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi (9) bagian utama, yaitu Leher, Bahu, Punggung bagian atas, Siku, Punggung bagian bawah, Pergelangan tangan/tangan, Pinggang/pantat, Lutut dan Tumit/kaki (Kroemer, 2000). Responden yang mengisi kuesioner hanya perlu memberikan tanda “cekklis” (✓) pada kolom yang telah disediakan untuk adanya keluhan dan tidak adanya gangguan bagian-bagian tubuh tersebut. Setiap responden harus mengisi ada atau tidaknya keluhan yang diderita, baik sebelum maupun sesudah melakukan pekerjaan tersebut. Kemudian akan dihitung banyaknya jawaban yang diberikan para responden dan dihitung persentase setiap anggota tubuh tersebut. Kuesioner *Nordic Body Map* menurut Widanarko, Kusmasari, Yassierli dan Iridiastadi dalam Perhimpunan Ergonomi Indonesia (2016) terdiri dari (2) bagian yaitu bagian A untuk demografi dan bagian B untuk Isian. Bagian A berisi mengenai data diri responden, data perusahaan, dan data pekerjaan, sedangkan untuk bagian B yang berupa isian terdiri dari (5) pertanyaan yaitu :

1. apakah dalam 12 bulan terakhir anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
2. Selama 12 bulan terakhir, apakah anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?
3. Apakah dalam (7) hari terakhir anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
4. Jika anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit / nyeri yang anda pernah rasakan? (skala 1-10 lingkari pada angka yang sesuai)
5. apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, anda menemui dokter/ terapis?

Antropometri

Istilah antropometri berasal dari kata "anthro" yang berarti manusia dan "metri" yang berarti ukuran. Antropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik ukuran tubuh manusia, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, 2003). Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar dsb), berat dan lain-lain yang berbeda satu sama lainnya. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan ergonomi dalam proses perancangan produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal (Nurmianto, 2003):

1. Perancangan areal kerja (*work station*, interior mobil, dll)
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
3. Perancangan produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja komputer dan sebagainya.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menemukan bentuk ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang

yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan tersebut. Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu faktor penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Terutama dalam hal perancangan ruang dan fasilitas akomodasi. Perancangan lingkungan kerja fisik manusia pada umumnya berbeda – beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia menurut Nurmiyanto (2003) antara lain yaitu umur, jenis kelamin, suku bangsa, posisi tubuh, pakaian, faktor kehamilan pada wanita, dan cacat tubuh secara fisik.

Dimensi tubuh antropometri terbagi menjadi empat bagian, diantaranya antropometri tubuh manusia, antropometri bagian tangan, antropometri bagian kepala, dan antropometri bagian kaki. Tahapan perancangan sistem kerja menyangkut work space design dengan memperhatikan faktor antropometri secara umum adalah sebagai berikut (Roebuck, 1995) :

1. Menentukan kebutuhan perancangan dan kebutuhannya (establish requirement)
2. Mendefinisikan dan mendeskripsikan populasi pemakai
3. Pemilihan sampel yang akan diambil datanya
4. Penentuan kebutuhan data (dimensi tubuh yang akan diambil)
5. Penentuan sumber data (dimensi tubuh yang akan diambil) dan pemilihan persentil yang akan dipakai
6. Penyiapan alat ukur yang akan dipakai
7. Pengambilan data
8. Pengolahan data

uji keseragaman data

perhitungan jumlah data = $(\sum x)$

$$\text{rata-rata} = \bar{X} = \frac{(\sum xi)}{N};$$

$$\text{standar deviasi} = \sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$\text{perhitungan BKA dan BKB} = \bar{X} \pm Z\sigma$$

$$\text{uji kecukupan data } N = \left[\frac{Z/\alpha \sqrt{N \times \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

$$\begin{aligned} \text{uji kenormalan data} &= X^2_{\text{tabel}} = X^2_{(1-\alpha)(v)} \\ &= X^2_{\text{hitung}} = \sum \frac{(fi - ei)^2}{ei} \end{aligned}$$

Perhitungan persentil data,

$$P_5 = X - Z\sigma \quad P_{50} = X \quad P_{95} = X + Z\sigma$$

Rumus persentil untuk data tidak normal

$$P_i = L_i + \left[\frac{\left(\frac{(i,n)}{100} - \sum fn \right)}{F} \right] xk$$

Penentuan dimensi akhir yang ditentukan dengan penambahan toleransi yang

diperlukan.

C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Penelitian dilakukan terhadap operator proses penghalusan bahan, dimana dalam melakukan pekerjaannya operator tidak dilengkapi oleh fasilitas yang menunjang sehingga operator melakukan pekerjaannya dengan posisi berdiri, duduk, jongkok dan membungkuk menyesuaikan dengan benda kerja yang sedang diproses. Gambaran operator saat melakukan pekerjaannya dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Posisi Operator Penghalusan Saat Bekerja

Untuk mengetahui keluhan rasa sakit operator maka terlebih dahulu dilakukan pengujian dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Maps* sebelum dilakukan perancangan fasilitas kerja yang akan dibuat.

Kuesioner Nordic Body Maps

Pengujian *Nordic Body Maps* dilakukan terhadap seluruh operator produksi yang berjumlah (5) orang. Berikut adalah hasil rekapitulasi dari keluhan yang dirasakan operator stasiun penghalusan saat melakukan kegiatan pekerjaannya dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Rekapitulasi *Nordic Body Map*

Bagian Tubuh	Masalah / sakit selama 12 bulan terakhir				selama 12 bulan menjadi penghambat dalam beraktivitas		masalah selama 7 hari terakhir				Rata-rata penilaian rasa sakit skala 1-10	apakah sudah pernah ke dokter?	
	tidak pernah	ya / bagian kanan	ya bagian kiri	ya bagian kanan dan kiri	tidak pernah	ya	tidak pernah	ya / bagian kanan	ya bagian kiri	ya bagian kanan dan kiri		tidak pernah	ya
Leher		5			1	4	1	4			6.6	5	
Bahu	2			3	5		3			2	2.2	5	
Punggung Atas		5				5		5			7.6	4	1
Siku	5				5		5				0	5	
Punggung Bawah		5				5		5			7.8	4	1
Pergelangan Tangan		2		3	1	4		3		2	6.8	5	
Bokong/Paha	5				5		5				0	5	
Lutut	3			2	1	4	2			3	2.4	5	
Pergelangan Kaki	1			4	1	4	1			4	6	5	

hasil rekapitulasi data *Nordic Body Map* diatas terlihat bahwa selama 12 bulan terakhir operator merasakan keluhan rasa sakit pada bagian tubuh leher, bahu, punggung, pergelangan tangan, lutut dan kaki. Berdasarkan kuesioner selama 12 bulan terakhir rasa sakit tersebut menjadi penghambat dalam beraktivitas khususnya dalam bekerja. Masalah yang paling serius yaitu selama (7) hari terakhir semua operator mengalami rasa sakit pada bagian punggung dan pergelangan tangan, (4) orang mengungkapkan keluhan rasa sakit pada leher dan pergelangan kaki, serta (2) orang mengungkapkan keluhan pada bagian bahu. Berdasarkan hasil yang didapat penilaian

rasa sakit pada punggung berada diatas kategori ‘sedang’ atau mendekati maksimal karena mempunyai nilai rata-rata (7.7) dari nilai maksimal rasa sakit sebesar 10. Selain punggung bagian tubuh leher, lengan dan pergelangan kaki juga mempunyai nilai diatas kategori ‘sedang’, sedangkan untuk bahu dan lutut termasuk kedalam kategori rasa sakit yang minimal. Berdasarkan hasil kuesioner hanya (1) operator yang pernah memeriksakan rasa sakitnya ke dokter/ terapis, sebagian lainnya hanya cukup dengan beristirahat dan meminum obat warung. Kondisi tersebut jika dibiarkan secara terus menerus akan mengakibatkan cedera yang semakin besar kepada operator, untuk itu diperlukan perbaikan terhadap metode kerja dengan pembuatan rancangan fasilitas kerja pada stasiun penghalusan. Berdasarkan hasil pengujian data tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa pekerjaan yang dilakukan tidak aman dan dapat mengakibatkan cedera pada operator jika dilakukan dengan terus menerus dan dalam jangka waktu yang lama. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan terhadap metode kerja yang dilakukan dengan membuat suatu fasilitas kerja yang ergonomis guna membantu operator dalam melakukan pekerjaannya serta menurunkan tingkat resiko cedera pada operator.

Perancangan Fasilitas Kerja Menggunakan Metode Antropometri

Rancangan fasilitas kerja yang akan dibuat yaitu meja kerja guna mempermudah operator dalam melakukan pekerjaannya, sehingga operator dapat bekerja dengan posisi tubuh tegak berdiri. Bagian tinggi meja di desain dengan menggunakan dongkrak hidrolik untuk menyesuaikan dengan tinggi penggunanya serta benda kerja yang akan diproses. Bagian atas meja disesuaikan dengan ukuran dari produk yang biasa diproduksi secara *make to stock* oleh perusahaan, selain itu bagian tersebut dilengkapi dengan laci guna menyimpan peralatan yang biasa digunakan saat proses penghalusan. Desain dibuat sederhana dengan kualitas dan kegunaan semaksimal mungkin, disesuaikan dengan kondisi ruangan yang tidak terlalu besar serta mudah untuk dirubah posisinya.

Penentuan Dimensi Tubuh

Penentuan dimensi tubuh dilakukan untuk mengetahui dimensi apa saja yang terkait dengan rancangan fasilitas kerja yang dibuat. Pengukuran dimensi tubuh dilakukan secara langsung terhadap seluruh operator produksi yang berjumlah 23 orang. Pengukuran dilakukan hanya untuk dimensi tubuh yang dipakai dalam proses perancangan meja penghalusan yaitu Tinggi Siku Berdiri (TSB), Panjang Telapak Kaki (PTK), dan Lebar Jari 2345. Penentuan ukuran rancangan fasilitas kerja dilakukan dengan menguji data dari dimensi tubuh yang didapat sebelumnya seperti uji keseragaman, uji kecukupan, uji kenormalan, perhitungan persentil dan penentuan dimensi akhir. Berikut adalah data hasil perhitungan persentil yang telah didapatkan direkapitulasi dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi persentil dimensi tubuh (cm)

No	Dimensi Tubuh	P _s	P50	P95
1	TSB	99,02	106,83	112,21
2	L J 2345	7.75	9.57	10.54
3	PTK	25.25	27.58	30.70

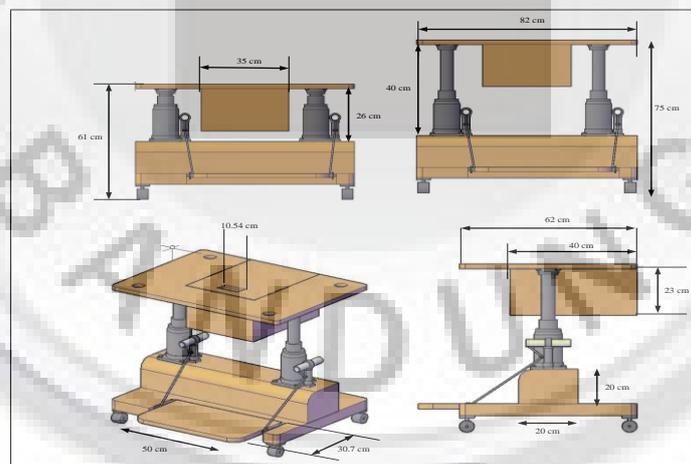
Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka penggunaan persentil serta

pemberian toleransi ukuran yang digunakan pada perancangan meja penghalusan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Ukuran yang Dipilih

Rancangan Fasilitas	Dimensi yang Digunakan	Dimensi Fasilitas Kerja	Persentil yang Dipilih	Toleransi	Ukuran (cm)
Meja penghalusan	1 x lebar produk meja klasik	Lebar Meja	-	2	62
	1 x panjang produk meja klasik	Panjang Meja	-	2	82
	(1 x tinggi siku berdiri)-(tinggi benda kerja)	Tinggi Meja	95	0	62
	1 x tinggi mesin penghalus	Tinggi Laci	-	3	23
	(2x lebar mesin)	Panjang Laci	-	15	25
	1 x lebar jari 2345	Pegangan Laci	95	0	10.5
	1 x panjang telapak kaki	Lebar Pijakan	95	0	30.7

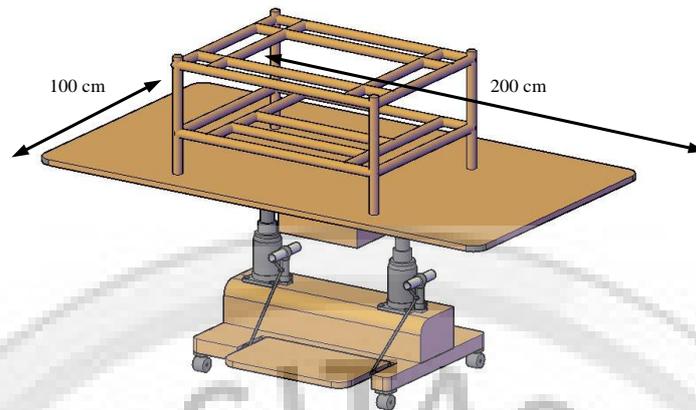
Adapun gambar dari produk meja yang akan dibuat beserta ukuran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Produk yang akan dibuat beserta ukuran

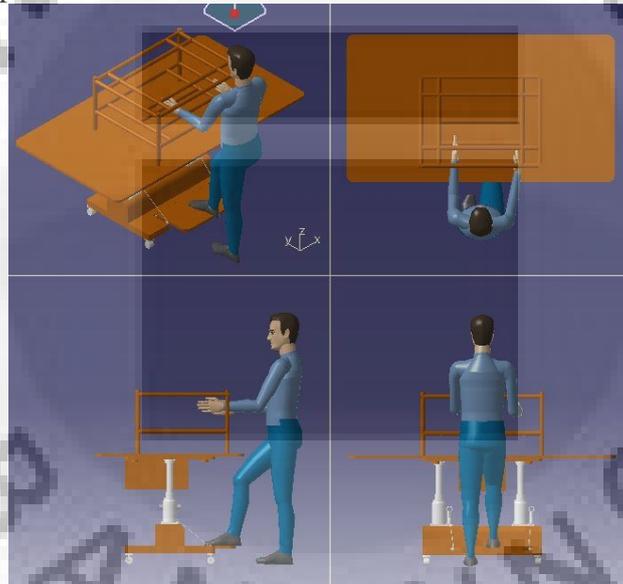
Pembuatan fasilitas disesuaikan dengan kebutuhan serta ukuran dari jenis produk yang dibuat serta berdasarkan pengolahan data antropometri yang dikhususkan untuk proses penghalusan produk yang dibuat secara *make to stock*, namun rancangan diatas juga dapat digunakan untuk proses penghalusan dengan produk-produk yang dibuat secara *make to order* atau yang biasanya memiliki ukuran cukup besar. Jika produk yang akan diproses memiliki ukuran yang cukup besar atau mempunyai panjang lebih dari 1,5 meter, maka operator harus memasang papan landasan tambahan yang telah dirancang agar benda yang akan diproses dapat seimbang jika diletakkan diatas meja

penghalusan. Gambar dari fasilitas kerja setelah dilakukan penambahan komponen tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fasilitas Kerja untuk Produk Khusus

Visualisasi operator saat melakukan pekerjaan dengan menggunakan Software Catia dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Visualisasi dengan Software Catia

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

- Berdasarkan pengujian dengan *Nordic Body Maps* didapatkan hasil bahwa bagian tubuh yang menjadi masalah selama 12 bulan terakhir serta menjadi penghambat operator dalam melakukan aktivitas bekerjanya yaitu pada bagian tubuh leher, bahu, punggung, pergelangan tangan, lutut dan pergelangan kaki dengan skala rasa sakit yang berbeda. Jika dibiarkan dalam waktu yang cukup lama kondisi tersebut akan mengakibatkan terjadinya penyakit yang lebih fatal pada operator.
- Perancangan fasilitas kerja pada stasiun penghalusan untuk memperkecil tingkat resiko kerja operator dalam melakukan pekerjaannya serta dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Fasilitas kerja dirancang dengan fungsi pengaturan tinggi meja untuk menyesuaikan dengan produk yang akan diproses serta

dilengkapi dengan tempat penyimpanan perkakas atau alat-alat yang biasa digunakan pada stasiun penghalusan.

Daftar Pustaka

- Kroemer, K.H.E, dan Grandjean, E. 2000. *Fitting The Task To The Human; A Textbook Of Occupational Ergonomics*. 5 th Edition. U.K: Taylor & Francis
- Nurmianto Eko, 2003. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Robin Burgess-Limerick, 2004, *Manual Tasks Risk Assessment Tool (ManTRA)*, The University of Queensland, 4072, Australia
- Roebuck, J. A. 1995. *Anthropometric Methods: Designing To Fit The Human Body*, Human Factors And Ergonomics Society. Usa
- Tarwaka, Solichul HA, (2004), *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*
- Wignjosoebroto Sritomo, 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Penerbit Guna Widya. Surabaya.