

MEDIUM DESIGN TO REDUCE BACKBONE HURT THROUGH WORKING POSITION ANALYSIS AND BIOMECHANICS ANALYSIS

Ketut Artana dan Julianus Hutabarat

Program Studi Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus I ITN, JL Bend.Sigura-Gura No.2 Malang
Email : anggita_paramita@yahoo.com

ABSTRACT

Usage of medium that doesn't ergonomics in working station might result in uncomfortable working in accomplishing job and result in hurt on worker's organs that ultimately will result in decreasing of productivity. Therefore, company needs to pay attention to the extent to which the usage of worker medium in providing comfortable and supporting working safety that makes working becomes comfortable and endure.

This research is conducted in PT X which operating in manufacture sector producing entertainment furniture. This research is started from observation and collecting documentation, photographs of working position, and interview. The documents are then processed and analyzed by using biomechanics analysis utilizing software of Managuin Pro v1.0 (Torsion analysis) and Ergomaster v2.5 (NIOS and RULA analysis) to know the cause of complaints perceived by operator. Then the researcher tries to simulate some working positions and choose the best ergonomics position from process of glue smearing and process of lamination.

Result of the research showed that in the first manner score of torsion weight is 113 Nm, and score of RULA is 7. NIOS analysis is not conducted because it doesn't lift up the burden. From simulation, it is gotten the best ergonomics working position, that is in standing position with has the least scores of torsion and RULA, in which torsion score in 96 and RULA score is 2. Design of medium in the from of table that can be automatically arranged up and down suits with ergonomics operator position (the chosen position), with table length and width are adjusted suit with working material. That is table with 120 cm in length and 80 cm width.

Keywords : Working position, operator position, biomechanics analysis, Torsion, RULA

PENDAHULUAN

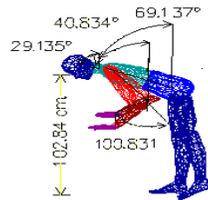
Latar Belakang Masalah

Dari survey yang dilakukan di PT X, ditemukan sikap operator yang kurang ergonomis, yaitu sikap operator pada proses laminasi pada waktu pengolesan lem yang semakin lama semakin membungkuk pada tiap-tiap lembaran komponen (pcs) setelah satu persatu komponen berkurang karena dilaminasi.

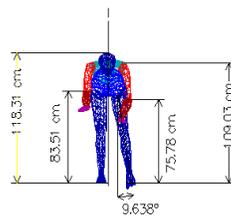
Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan sikap operator yang tidak ergonomis tersebut.



Gambar 1. Sikap Kerja Pengolesan Lem pada Proses Laminasi



Gambar 2. Sikap Awal Tampak Samping
(Sumber : Software Mannequin Pro v 1.0)



Gambar 3. Posisi Awal Tampak Depan
(Sumber : Software Mannequin Pro v 1.0)

Dari gambar diatas diperoleh suatu perbandingan sikap berdiri pekerja ukuran awal (Mannequin Pro v 1.0) dan standar ukuran ideal pada tabel, yaitu :

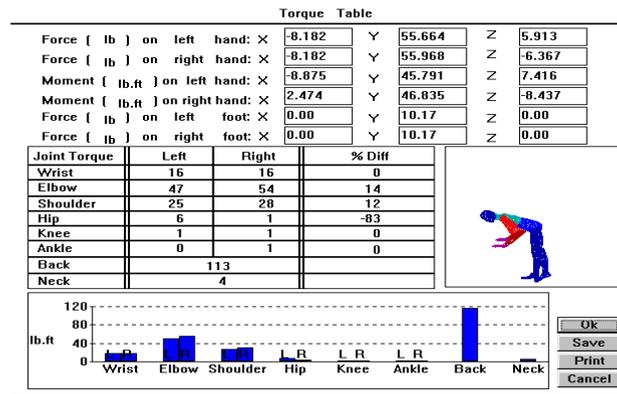
**Tabel 1. Perbandingan Posisi Pekerja Posisi Anthropometri Awal
Mannequin Pro v 1.0 dan Standart Ukuran Ideal**

Anthropometri	Ukuran Awal (cm)	Standart Ukuran Ideal(cm)
Tinggi Badan	118.31	163.2
Tinggi siku kanan	83.51	100.3
Tinggi siku kiri	75.78	100.3
Tinggi Bahu	109.03	133.8
Tinggi Mata	102.84	152

(Sumber : Software Mannequin Pro v 1.0 Eko Nurmiyanto, 2004 : 65)

Berdasarkan data tabel dan gambar di atas terlihat terjadi masalah pada tinggi siku kanan, tinggi siku kiri, sudut kemiringan tubuh, tinggi bahu, tinggi badan sehingga sikap tersebut tidak ergonomis.

Tabel 2. Analisa Torsi Posisi Awal



Pada analisa torsi posisi awal diatas, terlihat bahwa tingkat keluhan rasa sakit terbesar adalah pada bagian bahu terutama bagian tulang belakang

Identifikasi Permasalahan dengan Diagnosa Sakit Punggung Bawah (*Diagnosis of Acute Low Back Pain*)

Berdasarkan survey dengan melakukan dialog dapat disimpulkan bahwa ada keluhan yang dialami oleh operator pada bagian tubuh operator setelah bekerja dengan sikap kerja awal (*Discomfort Analysis*), rasa sakit/keluhan.

Jadi Berdasarkan analisa torsi posisi awal operator proses laminasi dan diagnosis umum **Borenstein**. Dilakukan kecocokan data, yaitu operator umur 20 sampai dengan 40 tahun (rentang umur operator laminasi PT X yang bekerja dengan tempo yang lama/ berlebihan dan membengkokkan tulang belakang akan mengalami keluhan ketegangan punggung dengan lokasi keluhan punggung bawah, tangan dan kaki. Keluhan yang terjadi berupa nyeri.

METODOLOGI

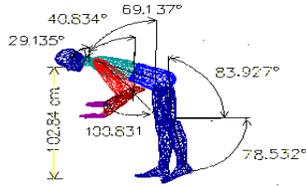
Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data
berupa foto dan wawancara dengan operator.
2. Analisis
 - a. Analisa Torsi disimulasikan dengan software Mannequin Pro v.1.0. untuk mengetahui besar beban torsi untuk masing – masing sikap kerja
 - b. Analisa Nios
Analisa Nios digunakan untuk menganalisa sikap kerja saat mengangkat beban.
 - c. Analisa RULA
Merupakan analisa sikap kerja pada bagian tubuh diatas kaki. Analisa RULA berfungsi untuk mengetahui skor keseluruhan dari pekerjaan yang kita analisa.
3. Pengukuran antropometri
Rata-rata hitung, simpangan baku, uji keseragaman data, dan uji kecukupan data.
4. Perbaikan
Dalam tahap ini dilakukan perancangan alat bantu berdasarkan anthropometri pekerja, dari hasil simulasi terpilih yaitu sikap yang dianggap ergonomis berdasarkan analisa TORSI, NIOS, dan RULA

HASIL PENELITIAN

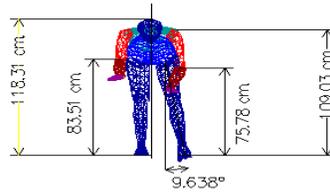
Pengolahan Data

Analisis Sikap Awal dengan Manequin Pro v1.0



(Sumber: data diolah dengan Manequin Pro v1.0)

Gambar 4. Sikap Operator Awal tampak samping



Gambar 5. Sikap Operator Awal tampak Depan

Tabel 3. Sudut Aktual (Horizontal Plane)

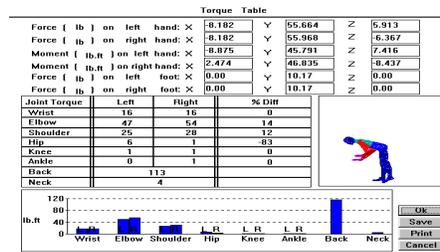
Body Segment Angle	Aktual
Neck	29,135 °
Lower/ Fore Arm	100,831 °
Upper Arm	40,834 °
Trunk Flexion	69,137 °
Upper Leg	83,927 °
Lower Leg	78,532 °

(Sumber: data diolah dengan Manequin Pro v1.0)

Tabel 4. Asumsi Awal

Body Segment Angle	Aktual
Tinggi Badan	118.31
Tinggi siku kanan	83.51
Tinggi siku kiri	75.78
Tinggi Bahu	109.03
Tinggi Mata	102.84

(Sumber: Rata-rata pengamatan langsung)



(Sumber: data diolah dengan Manequin Pro v1.0)

Gambar 6. Analisa Torque Manequin Pro v1.0 Posisi Awal

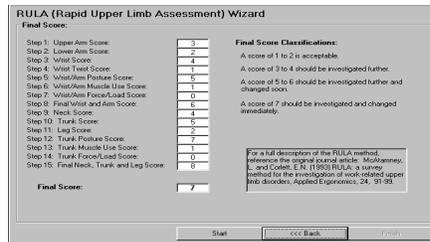
Pada sikap awal operator yang mengerjakan pekerjaan pada posisi yang terlalu membungkuk. Dari analisa torsi awal terlihat beban pada punggung sangat Besar sekali yaitu sebesar 113 lb.ft..

Perhitungan Recommended Weight of Lift (RWL) dengan menggunakan Software Ergomaster.

Perhitungan RWL atau NIOS tidak dilakukan karena pekerjaan pengolesan lem pada proses laminasi tidak terjadi pengakatan pada kerja.

Analisa Sikap Awal dengan RULA (Software Ergomaster V 2.5)

Karena pada simulasi RULA dapat menguji pekerjaan mengangkat beban dan atau tidak mengangkat beban, maka sikap awal dapat diuji dengan simulasi RULA, dengan hasil sbb:



(Sumber: Software Ergomaster V 2.5)
Gambar 7. Final Score RULA Sikap Awal

Jika dilihat dari data akhir diatas, maka skor keseluruhan dari posisi pekerjaan proses pengolesan lem dalam proses laminasi sebesar 7. Dari skor tersebut maka dapat ditarik kesimpulan sikap operator pada pekerjaan perlu diredesain, dan yang perlu diredesain adalah posisi bagian lengan, sudut tubuh (trunk) dan leher (neck).

Rekapitulasi Beban Torque, dan Skor RULA

- **Rekapitulasi beban Torque** semua bagian tubuh adalah seperti pada tabel berikut

Tabel 5. Rekapitulasi Beban Torque

Sikap usulan ke	Beban Torque Nm (dirasakan seketika)							
	Wrist	Elbow	Shoulder	Hip	Knee	Ankle	Back	Neck
1	13	47	78	3	3	3	202	4
2	21	79	247	5	1	1	372	4
3	17	64	78	11	3	0	191	3
4	16	57	76	1	2	0	198	3
5	17	62	82	11	1	1	212	3
6	18	65	89	10	3	0	203	3
7	18	68	44	1	0	0	110	1
8	16	57	41	1	1	1	124	4
9	18	65	35	18	0	0	108	3
10	14	52	50	0	0	0	96	1

(Sumber :Pengolahan data dengan Software Manequin Pro v.1.0)

Sikap terpilih diambil dari nilai torque yang paling kecil untuk bagian tubuh yang sensitif, yaitu **sikap usulan ke 10**.

- **Rekapitulasi Skor RULA (Rapid Upper Limb Assesment)**

sikap usulan pekerjaan operator (untuk semua sikap usulan hasil simulasi) adalah seperti pada tabel berikut

Tabel 6. Rekapitulasi Final Skor RULA

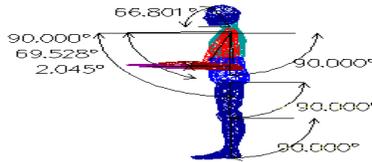
Sikap ke	Skor tiap ke															Final skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	4	2	1	2	4	1	0	5	3	5	1	6	1	0	7	7
2	4	2	1	1	3	1	0	4	3	5	1	6	1	0	7	6
3	3	2	1	1	2	1	0	3	2	4	2	5	1	0	6	5
4	2	1	1	1	2	1	0	3	1	3	1	3	1	0	4	4
5	2	2	3	1	3	1	0	4	5	3	1	7	1	0	8	6
6	1	2	1	1	2	1	0	3	3	4	1	5	1	0	6	5
7	3	1	1	1	2	1	0	3	2	2	1	2	0	0	2	3
8	2	2	2	1	2	1	0	3	2	4	2	5	1	0	6	5
9	2	1	1	1	2	1	0	3	1	1	1	1	0	0	1	3
10	2	1	1	1	2	0	0	2	1	2	1	2	0	0	2	2

(Sumber :Pengolahan data dengan Software Ergomaster v2.5)

Sikap terpilih (untuk desain alat bantu meja) diambil dari skor akhir **RULA** yang paling kecil yaitu 2, sebagai pertimbangan dengan melihat sudut kaki (*Limbs*) yang paling mendekati sudut natural (*Biomechanical Analyst, Ergomaster v2.5*).

Hasil Simulasi Terpilih

Pada Sikap usulan ini merubah ke sikap yang lebih benar menurut kaidah ergonomi yang dapat dibantu dengan desain alat bantu, sehingga hasil simulasi sikap usulan yaitu :



(Sumber: data diolah dengan *Manequin Pro v1.0*)

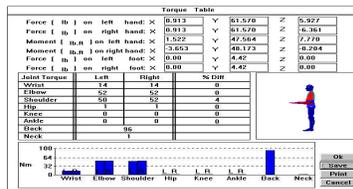
Gambar 8. Sikap Usulan

Tabel 7. Selisih Antara Sudut Aktual dan Sudut Netral Berdiri

Body Segment Angle	Aktual		Netral Duduk *)	Selisih	
	L	R		L	R
Neck	66,801°	66,801°	90°	23,199°	23,199°
Lower/ Fore Arm	2,045°	2,045°	0-90°/15°	87,955°/12,9552°	87,955°/12,9552°
Upper Arm	90,000°	69,528°	90°	0°	4,844°
Trunk Flexion	90,000°	90,000°	90°	0°	0°
Upper Leg	90,000°	90,000°	90°	0°	0°
Lower Leg	90,000°	90,000°	90°	0°	0°

*)*Netral Posture didapat dari Biomechanics analist, Ergomaster*

Dari sikap kerja hasil simulasi di atas, dapat dihitung besar beban torque, yaitu :



(Sumber: data diolah dengan *Manequin Pro v1.0*)

Gambar 9. Torque Table untuk Sikap Usulan 10

Pada gambar simulasi torque table untuk sikap usulan keenam didapat besar beban torque yaitu sebesar 96

Rekomendasi RULA untuk sikap usulan ini sebagai berikut :



(Sumber: *Software Ergomaster V 2.5*)

Gambar 10. Final Score RULA Sikap Usulan 10

Skor keseluruhan dari sikap pekerjaan pengolesan lem pada proses laminasi sikap usulan 10 sebesar 2, maka dapat ditarik kesimpulan sikap operator sudah sudah mendekati posisi yang benar dan dapat dikatakan dalam posisi ergonomis

Data Antropometri untuk Perancangan Alat Bantu

Dalam perancangan alat bantu diperlukan data-data antropometri agar yang dirancang dapat benar-benar sesuai dengan ukuran tubuh pemakainya sebagai operator kerja yang disesuaikan pada sikap simulasi yang terpilih Sikap usulan 10, dan sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi yang diterapkan. Apabila alat Bantu yang direkomendasikan ini sesuai dengan posisi kerja operator yaitu pada sikap usulan terpilih, maka operator dapat bekerja lebih produktif dan dapat mengurangi cedera dalam bekerja.

Rekapitulasi Hasil Pengolahan Dimensi Anthopometri

Dari pengolahan data antropometri diatas dapat disimpulkan atau diringkas seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 8. Pengolahan Data Anthopometri

Dimensi	Rata-rata Hitung (cm)	Simpangan Baku	Uji Keseragaman Data		Test Keseragaman Data
			BKA	BKB	
Tinggi siku posisi berdiri	109,60	2,164	113,928	105,272	Seragam
Jangkauan Samping	165,77	0,73	167,23	164,29	Seragam
Jangkauan Depan	74,85	0,557	75,964	73,736	Seragam

Ukuran antropometri alat bantu adalah :

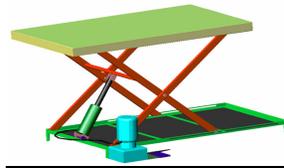
- a. Tinggi Alat Bantu: (dapat disesuaikan)
 - Tinggi siku pada posisi berdiri (P_{50}) = **109.60 cm**

Pada tinggi alat bantu dapat disesuaikan berdasarkan tinggi siku antropometri pekerja. karena alat bantu dapat disuaikan secara otomatis.
- b. Panjang Alat Bantu (Meja) :
 - Panjang jangkauan tangan kesamping (P_{50}) = 165.77 cm

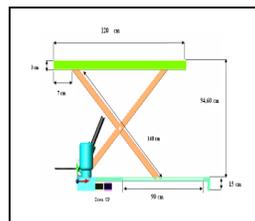
Untuk panjang meja disesuaikan dengan benda kerja (ukuran dapat berbeda). Panjang untuk dain alat bantu **120 cm**
- c. Lebar Alat Bantu (Meja) :.
 - Panjang jangkauan tangan ke depan (P_{50}) = 74.85 cm

Pada lebar alat bantu disesuaikan dengan benda kerja. Ukuran lebar alat bantu untuk dua lebar (pcs) yang berjajar seperti pada data (2 operator) awal adalah **80 cm**

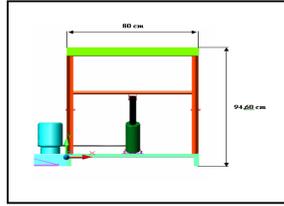
Desain Alat Bantu



Gambar 11. Meja Tampak Isometris



Gambar 12. Meja Tampak Samping



Gambar 13. Meja Tampak Depan

Dalam Pembuatan desain alat agar kokoh dan kuat, rangka terbuat dari besi. Untuk besi silang diperbesar kurang lebih ($T=10\text{cm}$, $L=4\text{cm}$, $\text{Tebal}=5\text{mm}$). Untuk kekuatan angkat untuk desain alat dipengaruhi oleh Hidrolis dan dinamo. Besar beban yang diangkat sekitar $\pm 120\text{ kg}$ untuk tumpukan pcs papan.

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi (Manequin Pro V1.0 dan Ergomaster V 5.2) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Usulan yang terbaik yaitu usulan posisi ke-10, dengan hasil beban torque pada Back sebesar 96 Nm dan Skor Rula Yaitu 2.
2. Desain Alat Bantu adalah meja yang dapat diatur tingginya sesuai dengan sikap berdiri yang ergonomis:
 - a. Tinggi Pengangan Meja = 109,60cm
 - b. Panjang Meja = 120 cm
3. Perbandingan beban torsi , posisi awal sebesar 113 Nm dan posisi terpilih sebesar 96 Nm

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, 2002, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Edisi Revisi V, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Panero Julius, *Martin Zelnik, Dimensi Manusia & Ruang Interior*, Erlangga, Jakarta, 2003.
- Nasir Moch, 2003, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia.
- Nurmianto Eko, (2004), *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi Kedua, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Sujana, (1979), *Metode Statistika*, Edisi Keenam, Tarsito Bandung.
- Sutalaksana Iftikar, *Teknik Tata Cara Kerja*, Departemen Teknik Industri ITB,.
- Wignjosoebroto Sritomo, (2003), *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama, PT. Guna Widya, Jakarta.
- Madyana A. M, (1996), *Analisa Perancangan Kerja dan Ergonomi*, Edisi Pertama, Universitas Atma Jaya.
- Santoso Gempur, (2004), *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*, Cetakan Pertama, Penerbit Prestasi Pust