

# PERANCANGAN LANTAI PRODUKSI DENGAN MINIMISASI WASTE ACTIVITY DAN PERBAIKAN POSISI KERJA OPERATOR SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI ALMARI

Lobes Herdiman<sup>1</sup>  
Retno Wulan Damayanti<sup>1</sup>  
Pajar E. Dwi S.<sup>2</sup>

**Abstract :** IKM Mambo Furniture is a furniture factory which is producing cabinets for export to Spain. All orders of IKM Mambo Furniture were got from PT Benefindo Putera Prima. If order of cabinet which is offered by PT. Benefindo Putera Prima was greater than capacity of IKM Mambo Furniture, this industry just made cabinet on its capacity. On this case IKM Mambo Furniture have lost sales. The limitation of capacity caused this industry just made 14 cabinets. Production capacity must be increased for reduce lost sale and the best way for it is increasing production efficiency. Based on the observation on IKM Mambo Furniture, there are 2 waste activities. First waste activity is material handling in using production facility. Second waste activity is fixture setting. Beside of waste activity, working position also influenced on operator productivity. By interview with operator, 100 % of operators was not comfortable with squat position. Biomechanics analysis used for seek comfortable working position. Operator table was applied for accommodate comfortable position. Application of proposal layout, proposal sawmill fixture and operator table can increase production efficiency from 78,52 % to 91,25 % and production capacity from 169 unit to 198 unit per month. There are increasing of production capacity amount to 29 unit.

**Keywords :** Biomechanics, lost sale, production efficiency, production capacity.

## PENDAHULUAN

Industri Kecil Menengah (IKM) Mambo Furniture merupakan perusahaan furniture yang khusus memproduksi almari dengan tujuan ekspor ke Spanyol. Seluruh order IKM Mambo Furniture diperoleh dari PT Benefindo Putera Prima. Apabila order almari yang ditawarkan oleh PT. Benefindo Putera Prima melebihi kapasitas produksi IKM Mambo Furniture, industri ini hanya memenuhi order almari sesuai kapasitas produksi dan sisa order tersebut akan dipenuhi oleh IKM furniture lain. Dalam hal ini IKM Mambo Furniture mengalami *lost sale*. Contoh kasus pada minggu ke tiga bulan Juni industri ini mendapat order dari PT Benefindo Putera Prima berupa almari tipe E 0013 (*office*

*cabinet*) sebanyak 24 almari. Kapasitas perusahaan yang terbatas mengakibatkan industri ini hanya menyanggupi untuk memproduksi sebanyak 14 almari.

Kapasitas produksi harus ditingkatkan untuk memperkecil *lost sale* dan langkah yang paling realistis dilakukan IKM Mambo Furniture dengan meningkatkan efisiensi produksi. Berdasarkan observasi, terdapat 2 pemborosan (*waste activity*) yang terjadi dalam proses produksi almari di IKM Mambo Furniture. Pemborosan pertama adalah *material handling* untuk menggunakan fasilitas produksi. Perancangan *layout* usulan dilakukan menggunakan *software FLAP v 1.0* dan *Quant Systems v 3.0*. *Waste activity* ke dua adalah *setting* alat bantu untuk mengatur ukuran

<sup>1</sup> Laboratorium Perancangan dan Perencanaan Produk (P3) T – FT UNS, Jl. Ir. Sutami No. 36A Kertingan Surakarta 57126 Telp: (0271) 632 110, Fax: (0271) 632 110, E-mail: Lobesh@Gmail.com

<sup>2</sup> Mahasiswa S1 Reguler Jurusan Teknik Industri UNS

penggajian. Selain pemborosan aktivitas yang telah diuraikan diatas, posisi kerja operator juga berpengaruh pada produktivitas operator.

Hasil dari wawancara dengan operator, disimpulkan bahwa 100 % operator menyatakan tidak nyaman dengan posisi jongkok. Analisis biomekanik digunakan dalam mengkaji posisi kerja yang nyaman bagi operator. Setelah diperoleh posisi kerja yang nyaman, untuk selanjutnya dirancang meja operator agar mampu mengakomodasi penerapan posisi kerja tersebut. Perancangan lantai produksi dengan minimisasi *waste activity* dan perbaikan posisi kerja operator sebagai upaya meningkatkan efisiensi produksi almari di IKM Mambo Furniture yang bertujuan untuk memperbaiki tata letak lantai produksi, merancang alat bantu *setting* ukuran penggajian, dan merancang meja operator yang nyaman bagi operator ditinjau dari segi biomekanik. Sehingga memperoleh manfaat yaitu menghasilkan tata letak lantai produksi yang dapat meminimisasi jarak *material handling* operator, menghasilkan alat bantu *setting* ukuran penggajian yang dapat meminimisasi waktu *setting* ukuran peng-gergajian, dan menghasilkan meja operator yang nyaman untuk aktivitas pembuatan pola.

### TINJAUAN PUSTAKA

Peta hubungan aktivitas atau *Activity Relationship Chart* (ARC) adalah suatu cara atau teknik yang sederhana dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas.

Kode huruf seperti A, E, I dan seterusnya menunjukkan bagaimana aktivitas dari masing-masing departemen tersebut akan mempunyai hubungan secara langsung atau erat kaitannya satu sama lain. Kode-kode huruf ini akan diletakkan pada bagian atas dari kotak yang tersedia dan pemberian warna yang khusus juga diberikan untuk lebih mudah analisisnya. Selanjutnya kode angka 1, 2, 3 dan seterusnya yang diletakkan bagian bawah kotak yang ada mencoba menjelaskan alasan-alasan pemilihan atau penentuan

derajat hubungan antara masing-masing departemen.

Pemilihan derajat hubungan didasarkan pada sifat atau karakteristik dari aktivitas masing-masing departemen tersebut. Alasan tersebut diambil berdasarkan sifat atau karakteristik dari aktivitas masing-masing stasiun kerja.

### Lembar Kerja (*Work Sheet*)

Mempermudah penganalisaan selanjutnya, hubungan antar aktivitas tersebut dikonversikan ke dalam lembar kerja (*work sheet*). Sementara peta hubungan aktivitas berguna untuk perencanaan dan penganalisaan hubungan aktivitas, informasi yang dihasilkan hanya berguna jika diolah ke dalam satu diagram.

### Diagram Hubungan Aktivitas (*Activity Relationship Diagram*)

Data yang telah disusun secara lebih sistematis dalam *work sheet*, suatu ARD akan dapat

Tabel 1. Standar derajat hubungan aktivitas

Derajat Kedekatan	Diskripsi	Kode Garis	Kode warna
A	Mutlak	4 garis	Merah
E	Sangat penting	3 garis	Orange
I	Penting	2 garis	Hijau
O	Biasa atau cukup	1 garis	Biru
U	Tidak penting	Tidak ada kode garis	Tidak ada kode warna
X	Tidak dikehendaki	Garis bergelombang	Coklat

Tabel 2. Pemilihan tingkat kepentingan

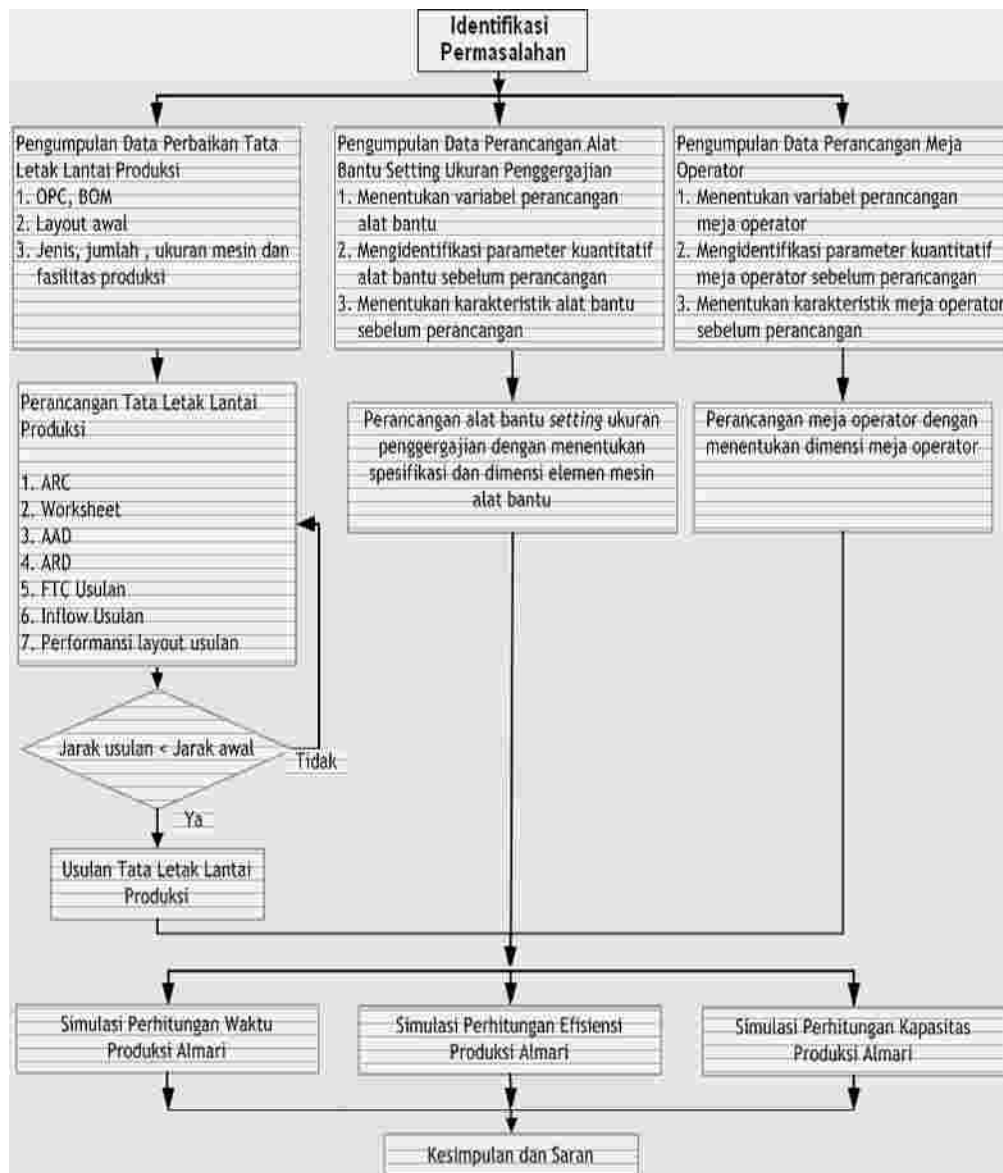
KODE	DESKRIPSI ALASAN
1	Urutan aliran kerja
2	Derajat hubungan kepegawaian
3	Kemudahan pengawasan
4	Perpindahan alat atau pegawai
5	Alat informasi dan komunikasi sama
6	Karyawan sama
7	Bising, debu dan bau tidak sedap

dengan mudah dibuat. Disini ada dua cara yang dipergunakan membuat diagram, yaitu:

- a. Membuat *activity template block diagram*.
- b. Menggunakan kombinasi-kombinasi garis dan pemakaian kode warna yang telah distandarkan setiap hubungan aktivitas.

Pada dasarnya semua kode yang

tercantum dalam *work sheet* dimasukkan ke dalam ATBD kecuali huruf U (*unimportant*), karena dianggap tidak memberi pengaruh apa-apa pada aktivitas departemen satu terhadap departemen lainnya. Kode angka yang menjelaskan mengenai alasan pemilihan derajat hubungan antara departemen juga tidak dimasukkan ke dalam diagram ini. Langkah selanjutnya adalah memotong dan mengatur *template* tersebut sesuai



Gambar 1. Metodologi pembahasan

**Tabel 3.** Variabel perancangan alat bantu

DATA	KEGUNAAN	METODE
1. Daya mesin gergaji.	Perhitungan diameter ulir, roda gigi, laher dan mur.	Observasi (Data spesifikasi mesin gergaji).
2. Kecepatan putar mesin gergaji.	Perhitungan diameter ulir, roda gigi, laher dan mur.	Observasi (Data spesifikasi mesin gergaji).
3. Lebar meja penggergajian.	Perhitungan plat dan panjang rantai.	Menggunakan meteran.
4. Jarak tepi meja ke ujung pisau gergaji.	Perhitungan plat.	Menggunakan meteran.
5. Lebar papan kayu.	Perhitungan panjang besi ulir.	Pengukuran menggunakan meteran.
6. Jarak gergaji ke tepi kanan meja gergajian	Perhitungan panjang besi ulir dan pipa.	Pengukuran menggunakan meteran.

dengan urutan derajat aktivitas yang dianggap penting dan diperlukan, yaitu berdasarkan urutan kode huruf A kemudian E dan seterusnya.

Jumlah aliran antar departemen sebagai *input* FLAP 1.0. (gambar 4).

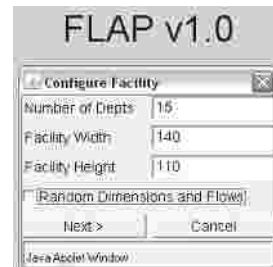
**METODOLOGI**

Variabel-variabel perbaikan tata letak lantai produksi, merancang alat bantu *setting* ukuran dan merancang meja operator. (gambar 1)

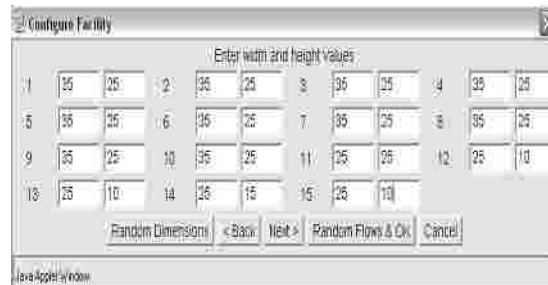
**PEMBAHASAN**

Total jarak *material handling* awal adalah 48.517 m per bulan. *Activity Relationship Diagram* (ARD) usulan dibuat berdasarkan tingkat kedekatan yang diperoleh dari tabel skala prioritas, *Activity Relationship Chart* (ARC), *worksheet* dan *Activity Allocation Diagram* (AAD). Pada IKM Mambo Furniture terdapat 16 stasiun kerja dan satu diantara stasiun kerja tersebut, yaitu SK Penerimaan, bersifat tetap (*fixed*). ARD usulan dihasilkan dengan menggunakan kombinasi *software* FLAP 1.0 dan *Quant System* 3.0. FLAP 1.0 digunakan untuk mencari kombinasi tata letak stasiun kerja yang optimal dan *Quant System* 3.0 digunakan untuk mencari tata letak optimal antara stasiun kerja penerimaan dengan tata letak stasiun kerja hasil FLAP 1.0. Hal ini dilakukan karena FLAP 1.0 tidak dapat digunakan untuk mengatur tata letak bersifat tetap (*fixed layout*).

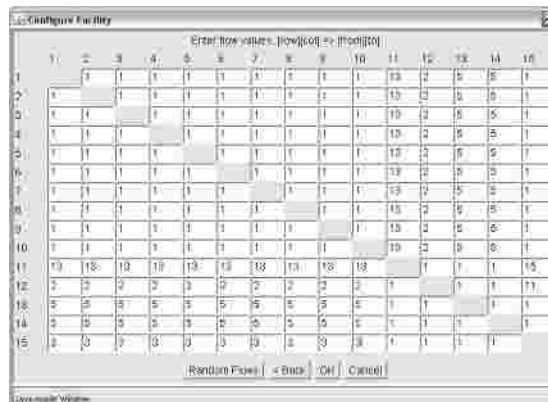
Dimensi stasiun kerja sebagai *input* FLAP 1.0 dapat dilihat pada gambar 3. dibawah ini



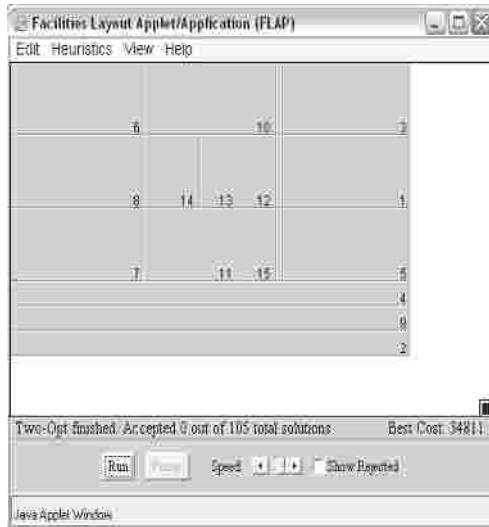
**Gambar 2.** Dimensi lantai produksi



**Gambar 3.** Dimensi stasiun kerja



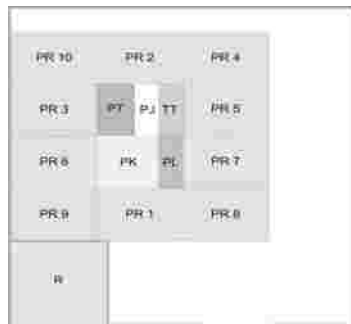
**Gambar 4.** Jumlah aliran material



Gambar 5. Optimisation metode banding 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
3	S	S	S	S	S	S	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	N	N	N	N	N	N	N
4	S	S	S	S	S	S	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	N	N	N	N	N	N	N
5	S	S	S	S	S	S	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	N	N	N	N	N	N	N
6	S	S	S	S	S	S	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	N	N	N	N	N	N	N
7	S	S	S	S	S	S	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	N	N	N	N	N	N	N
8	3	3	3	3	3	3	3	W	W	W	J	J	T	T	5	5	5	5	5	5	5	N	N	N	N	N	N	N
9	3	3	3	3	3	3	3	W	W	W	J	J	T	T	5	5	5	5	5	5	5	N	N	N	N	N	N	N
10	3	3	3	3	3	3	3	W	W	W	J	J	T	T	5	5	5	5	5	5	5	N	N	N	N	N	N	N
11	3	3	3	3	3	3	3	W	W	W	J	J	T	T	5	5	5	5	5	5	5	N	N	N	N	N	N	N
12	3	3	3	3	3	3	3	W	W	W	J	J	T	T	5	5	5	5	5	5	5	N	N	N	N	N	N	N
13	6	6	6	6	6	6	6	K	K	K	K	K	L	L	7	7	7	7	7	7	7	N	N	N	N	N	N	N
14	6	6	6	6	6	6	6	K	K	K	K	K	L	L	7	7	7	7	7	7	7	N	N	N	N	N	N	N
15	6	6	6	6	6	6	6	K	K	K	K	K	L	L	7	7	7	7	7	7	7	N	N	N	N	N	N	N
16	6	6	6	6	6	6	6	K	K	K	K	K	L	L	7	7	7	7	7	7	7	N	N	N	N	N	N	N
17	6	6	6	6	6	6	6	K	K	K	K	K	L	L	7	7	7	7	7	7	7	N	N	N	N	N	N	N
18	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	8
19	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	8
20	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	8
21	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	8
22	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	8
23	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
24	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
25	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
26	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
27	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
28	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
29	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
30	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Gambar 6. Layout pada Quant System 3.0



Gambar 7. ARD usulan

Jumlah aliran material yang dimasukkan sebagai input FLAP 1.0 memiliki perbandingan 1:8 dengan jumlah aliran

material aktual. Setelah dilakukan *running* menggunakan metode *row-fit* dan *bunding* 2, 3, 4, 5, 6 dihasilkan tata letak stasiun kerja.(gambar 5).

Quant System 3.0 digunakan untuk mengolah tata letak yang telah dihasilkan FLAP 1.0 *two-optimization* metode banding 6 agar dapat diketahui jarak *material handling* setelah ditambahkan stasiun kerja penerimaan. Pada Quant System 3.0, status semua stasiun kerja dalam *fixed location*. Teknik input data pada Quant System 3.0 menggunakan perbandingan Quant System 3.0 dan kondisi aktual sebesar 1:2. Perbandingan ini untuk mengakomodasi ukuran stasiun kerja yang memiliki dimensi menggunakan angka desimal agar dapat diolah pada Quant System 3.0.(gambar 6)

Layout menghasilkan jarak *material handling* sebesar 53.516 m dan karena perbandingan ukuran Quant Systems 3.0 dengan ukuran aktual adalah 1: 2 maka jarak *material handling* sebesar 26.758 m. ARD usulan hasil FLAP 1.0 dan Quant System 3.0. (gambar 7)

Jarak *material handling* layout usulan dapat dilihat pada *From To Chart* (FTC) usulan.(tabel 4)

Layout usulan menghasilkan nilai *from to chart* (FTC) atau total jarak *material handling* operator sebesar 26.758 m per bulan.

$$\% \text{ nilai pengurangan} = \frac{48.517 - 26.758}{26.758} \times 100\% = 81,32\%$$

Perbandingan jarak *material handling* dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Penggunaan *layout* usulan mampu meminimasi jarak *material handling* sebesar 21.759 m per bulan.

### Alat Bantu Setting Ukuran Penggajian

Komponen utama mesin gergaji dan meja penggajian yang berhubungan dalam membuat alat bantu *setting* ukuran penggajian. (tabel 6).

Elemen mesin alat bantu usulan diperoleh dari

**Tabel 4.** From To Chart (FTC) layout usulan

Dari-ke	R	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4	PR 5	PR 6	PR 7
R		624.00	1.344.00	816.00	1.680.00	1.440.00	576.00	1.200.00
PR 1								
PR 2								
PR 3								
PR 4								
PR 5								
PR 6								
PR 7								
PR 8								
PR 9								
PR 10								
PK		96.00	176.00	176.00	288.00	208.00	96.00	128.00
TT		200.00	120.00	152.00	152.00	72.00	232.00	152.00
PJ		105.00	55.00	75.00	115.00	65.00	125.00	115.00
PT								
PL		128.00	208.00	240.00	224.00	144.00	160.00	64.00
Total Jarak		1.163.00	1.903.00	1.469.00	2.459.00	1.929.00	1.139.00	1.659.00

PR 8	PR 9	PR 10	PK	TT	PJ	PT	PL	Total Jarak
960.00	336.00	1.024.00						10.000.00
			288.00	200.00		48.00	128.00	664.00
			528.00	120.00		28.00	208.00	884.00
			528.00	152.00		20.00	240.00	940.00
			864.00	152.00		56.00	224.00	1.296.00
			624.00	72.00		36.00	144.00	876.00
			288.00	232.00		40.00	160.00	720.00
			384.00	152.00		56.00	64.00	656.00
			624.00	232.00		76.00	144.00	1.076.00
			528.00	312.00		60.00	240.00	1.140.00
			768.00	232.00		40.00	320.00	1.360.00
208.00	176.00	256.00			390.00			2.198.00
232.00	312.00	232.00						1.856.00
165.00	175.00	125.00						1.120.00
					100.00			100.00
144.00	240.00	320.00						1.872.00
1.709.00	1.239.00	1.957.00	5.424.00	1.856.00	490.00	460.00	1.872.00	26.758.00

perhitungan mekanika elemen mesin alat bantu dan pemilihan bahan alat bantu (gambar 8.)

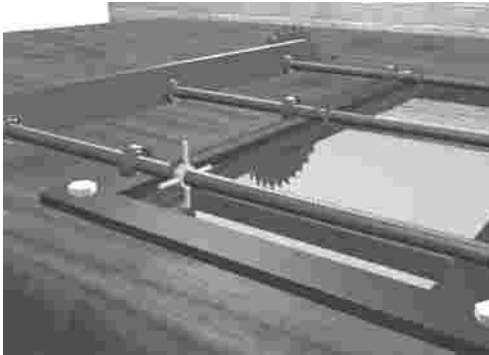
**Tabel 5.** Perbandingan jarak material handling layout usulan

Layout Awal	Layout Usulan	Selisih	Nilai Pengurangan
48.517 m	26.758 m	21.759 m	81,32 %

Daya mesin gergaji.	1 PS	Penentuan ulir.
Kecepatan putar mesin .	1900 rpm	Ukuran ulir.
Jarak tepi meja ke ujung pisau gergaji.	33 cm	Penentuan panjang plat .
Lebar maksimal papan kayu jati bahan almari.	30 cm	Penentuan panjang ulir.
Jarak pisau gergaji ke tepi kanan meja.	60 cm	Penentuan panjang ulir.

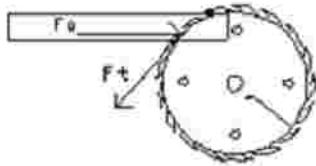
**Tabel 6.** Variabel perancangan alat bantu

DATA	SATUAN	KEGUNAAN
Tebal meja penggergajian.	2 cm	Panjang baut penjepit alat bantu.



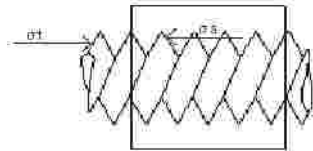
**Gambar 8.** Alat bantu setting ukuran

Ulir luar akan digunakan pada alat bantu yang mendapat beban dari gergaji mesin dengan daya ( $P$ ) sebesar 1 PS (0,735 kW) dan kecepatan putar mata gergaji, dengan berjari-jari ( $R$ ) 30 mm, sebesar ( $n$ ) 1900 rpm.



**Gambar 9.** Gaya tangensial gergaji

Diameter ulir berbahan baja liat yang kadar karbon 0,2%-0,3 % yang memiliki tegangan izin ( $s_a$ ) sebesar 4,8 ( $\text{kg/mm}^2$ ).



**Gambar 10.** Gaya tekan pitch ulir

$$d \geq \sqrt{\frac{2W}{s_a}} = d \geq 12,059 \text{ mm}$$

Diameter luar ulir ( $d$ ) sebesar 12,059 mm. Untuk itu dipilih ulir kasar metris M 14 dengan spesifikasi diameter luar ( $d$ ) sebesar 14 mm, diameter inti ( $d_1$ ) sebesar 11,835 mm, diameter luar ( $d_2$ ) sebesar 12,701 mm, jarak bagi ( $p$ ) sebesar 2 mm, tinggi ulir ( $h$ ) sebesar 1,083 mm.



**Gambar 11.** Spesifikasi besi ulir

Tebal akar ulir dinyatakan dengan  $k \cdot p$  dimana nilai  $k$  sebesar 0,84. Tegangan geser yang diizinkan ulir metris ( $t_a$ ) sebesar 3 ( $\text{kg/mm}^2$ ).

$$t_b = \frac{W}{pd_1kpz} \leq t_a$$

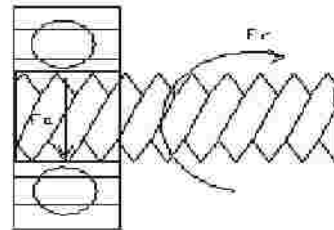
$$t_b = 1,118 \times 10^{-3} \leq 3$$

Tegangan tarik yang diizinkan pada ulir metris ( $t_a$ ) sebesar 3 ( $\text{kg/mm}^2$ ).

$$t_t = \frac{W}{\left(\frac{p}{4}\right)(0,8d)^2} \leq t_a$$

$$t_t = 3,544 \times 10^{-3} \leq 3$$

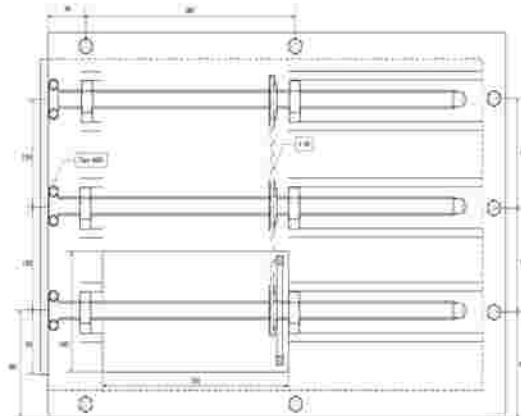
Laher atau bantalan gelinding,



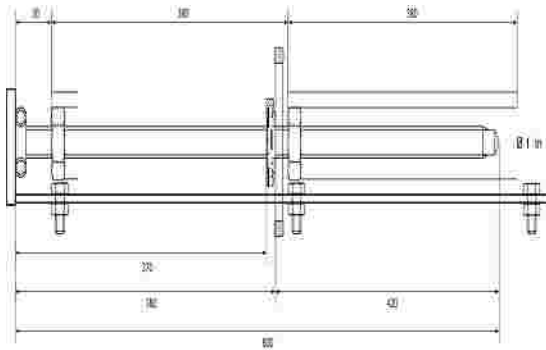
**Gambar 12.** Gaya aksial dan gaya radial

**Tabel 7.** Elemen mesin alat bantu setting

Elemen Mesin	Spesifikasi
Ulir	M 14 ( $d = 14 \text{ mm}$ , $p = 2 \text{ mm}$ , $h = 1,083 \text{ mm}$ ), panjang = 63 cm
Mur	$d = 14 \text{ mm}$ , $p = 2 \text{ mm}$ , $h = 1,083 \text{ mm}$
Laher	$d = 14 \text{ mm}$ , $D = 28 \text{ mm}$ , $B = 8 \text{ mm}$
Roda gigi	$B = 2,56 \text{ mm}$ , $z = 20$ , $d_k = 42 \text{ mm}$
	$d_f = 36 \text{ mm}$
Rantai	Rantai nomor 40 ( $L = 110$ mata rantai)
Baut pengunci	6G, M10, cara pembuatan dirol, permukaan halus/kasar
Mur pengunci	6G, M10, cara pembuatan dirol, permukaan halus/kasar



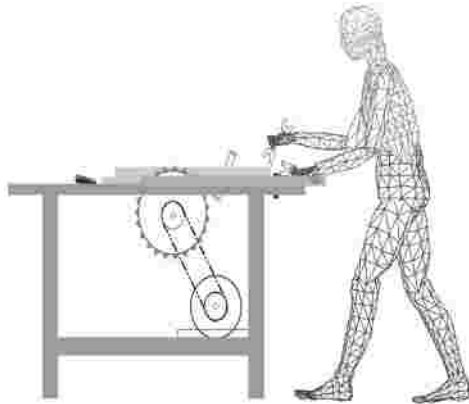
**Gambar 13.** Alat bantu tampak atas



**Gambar 14.** Alat bantu tampak samping

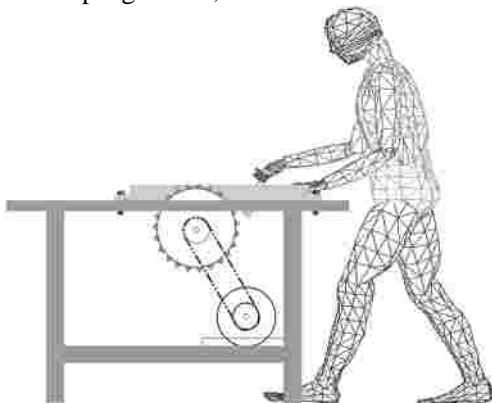
Menggunakan alat bantu *setting* ukuran pengger-gajian usulan, fase gerakan operator.

1. Fase pemasangan,



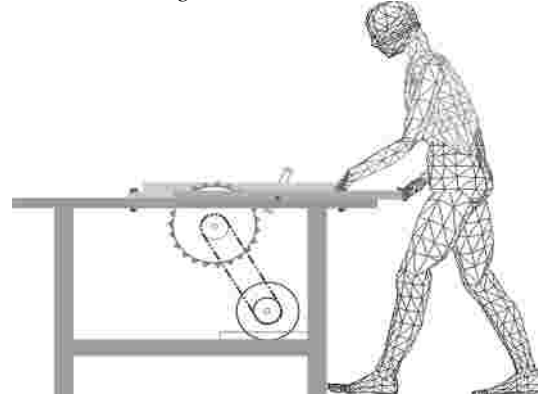
**Gambar 15.** Pemasangan alat bantu usulan

2. Fase pengukuran,



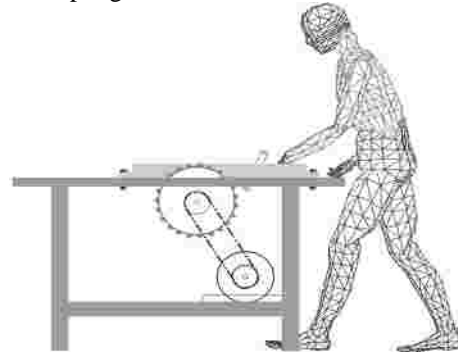
**Gambar 16.** Penyesuaian ukuran

3. Fase *loading*,



**Gambar 17.** Loading kayu

4. Fase pengecekan,



**Gambar 18.** Pengecekan ukuran

Penggunaan alat bantu usulan mampu mengeliminasi *waste activity* pemasangan ulang alat bantu dan mereduksi *waste activity* pengukuran dan pengecekan ukuran.

### Meja Operator

Bagian tubuh yang dikeluhkan selanjutnya dilakukan analisis biomekanik untuk mengetahui dan membandingkan besar gaya yang terjadi pada posisi kerja jongkok dan berdiri.



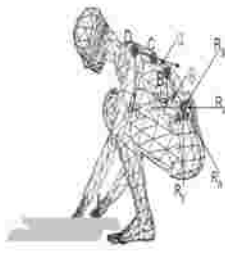
Tabel 8. Keluhan posisi kerja

Posisi Kerja	Bagian Tubuh	Keluhan		Posisi Kerja	Bagian Tubuh	Keluhan	
		Ada	Tidak			Ada	Tidak
Jongkok	Leher		v	Berdiri	Leher		v
	Punggung	v			Punggung		v
	Lengan atas		v		Lengan atas		v
	Lengan bawah		v		Lengan bawah		v
	Kaki	v			Kaki	v	

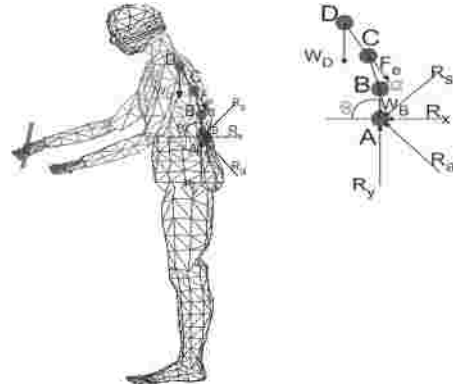
Posisi kerja jongkok menghasilkan gaya yang bekerja pada punggung dan lutut cukup besar.



Gambar 19. Posisi kerja



Gambar 20 FBD



Gambar 21. FBD Punggung posisi tegak

$$\sum M_A = 0$$

$$F_{ex}(AC)\sin q - F_{ey}(AC)\cos q - (0,36)W_B(AB)\cos q - (0,18)W_B(AD)\cos q = 0$$

$$F_e = 69,6 N$$

$$R_y = (0,731)(1,20W_B) + 0,54W_B, R_y = 82,36 N$$

$$R_x = (0,682)(1,20W_B), R_x = 47,56 N$$

$$R_a = (1,42)W_B(0,866) + (0,82)W_B(0,5),$$

$$R_a = 95,12 N$$

$$R_s = -(1,42)W_B(0,5) + (0,82)W_B(0,866),$$

$$R_s = -0,0058 N$$

Gaya dan momen yang dilakukan pada arah tegak sebagai posisi kerja usulan.

Gaya dan momen pada punggung untuk posisi kerja tegak diuraikan pada perhitungan dibawah ini.

$$\sum M_A = 0$$

$$F_{ex}(AC)\sin q - F_{ey}(AC)\cos q - (0,36)W_B(AB)\cos q - (0,18)W_B(AD)\cos q = 0$$

$$F_e = 12,064 N$$

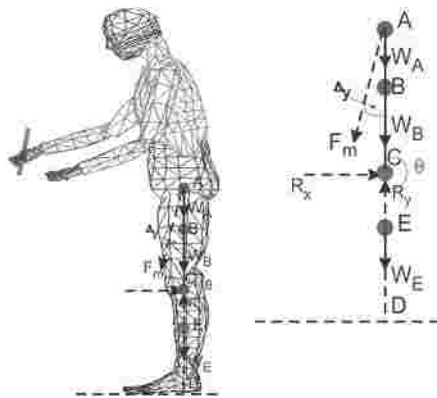
$$R_y = (0,951)F_e + 0,54W_B, R_y = 42,804 N$$

$$R_x = (0,309)F_e, R_x = 3,712 N$$

$$R_a = R_y \cdot \sin q + R_x \cdot \cos q, R_a = 42,978 N$$

$$R_s = -R_y \cdot \cos q + R_x \cdot \sin q, R_s = -33,524 N$$

Gaya reaksi yang terjadi  $R_y$  sebesar  $-42,804 N$ ,  $R_x$  sebesar  $3,712 N$ ,  $R_a$  sebesar  $42,978 N$ ,  $R_s$  sebesar  $-33,524 N$ . Gaya dan momen pada daerah punggung untuk posisi kerja tegak ditunjukkan pada gambar 22 dibawah ini.



**Gambar 22.** FBD lutut pada posisi kerja tegak

Perhitungan gaya dan momen pada kaki untuk posisi kerja tegak.

$$\sum M_c = 0$$

$$F_M \cdot \sin a (AC \cdot \cos q) + W_A (0) - F_M \cdot \cos a (AC \cdot \sin q) + W_B (0) = 0$$

$$F_M = 0 N$$

sehingga;

$$R_y = (0,625)F_M + 551, R_y = 551 N$$

dan;

$$R_x = (0,780)F_M, R_x = 0 N$$

Gaya reaksi terjadi pada lutut sebesar 551 N.

Perbandingan gaya-gaya yang terjadi pada punggung untuk posisi kerja jongkok dan berdiri tegak akan digunakan untuk menentukan posisi kerja yang nyaman untuk membuat pola, memasah kayu dan merakit komponen almari.

**Tabel 9.** Gaya jongkok dan tegak

Posisi Kerja	$F_c(N)$	$R_y(N)$	$R_x(N)$	$R_a(N)$	$R_y(N)$
Jongkok	69,600	82,360	47,560	95,102	- 0,0058
Tegak	12,064	42,804	3,712	42,978	- 33,524
Pengurangan	57,536	39,556	43,848	52,142	+ 33,518

Perhitungan dimensi meja operator, yaitu:

1. Tinggi meja operator,

$$T_M = \text{tsb} (P50) - 10$$

$$= 102,130 - 10$$

$$= 82,130 = 83 \text{ cm (dibulatkan)}$$

2. Panjang meja perakitan,

$$P_M = T_A + a$$

$$= 195 + 5 = 200 \text{ cm}$$

3. Lebar meja operator,

$$L_M = P_A + a$$

$$= 161 + 5 = 166 \text{ cm}$$

4. Tinggi laci meja operator,

$$L_1 = T_A + \text{tbj}(P95) + a$$

$$= 12 + 2,163 + 5$$

$$= 19,163 = 20 \text{ cm (dibulatkan)}$$

Hasil perhitungan ukuran rancangan meja operator yang diperoleh merupakan hasil pembulatan, dapat dilihat tabel 10 di bawah ini.

**Tabel 10.** Dimensi meja operator

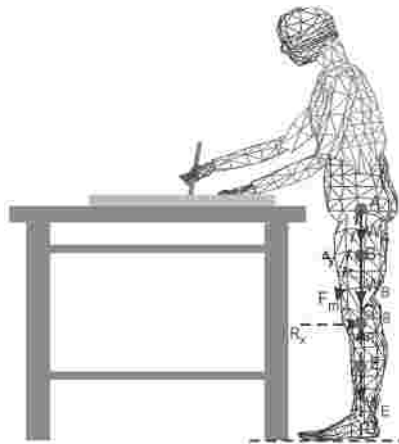
No	Dimensi Rancangan	Ukuran
1.	Tinggi meja	83 cm
2.	Panjang meja	200 cm
3.	Lebar meja	166 cm
4.	Posisi lubang pasah maksimal	48 cm
5.	Jarak atau tinggi laci	20 cm

Hasil perhitungan secara keseluruhan memberikan kemudahan dalam pembuatan gambar.



**Gambar 23.** Meja operator

Menggunakan meja operator hasil perancangan, posisi kerja operator.



Gambar 24. Posisi kerja operator

**Simulasi Perhitungan Waktu Produksi Almari**

Simulasi waktu produksi almari dilakukan untuk mengetahui waktu produksi almari setelah perancangan lantai produksi dan perbaikan posisi kerja operator. Simulasi ini sangat memperhatikan minimisasi jarak *material handling* pada *layout* usulan, pengurangan fase gerakan pemasangan ulang pada alat bantu usulan dan perbaikan posisi kerja operator.

Simulasi waktu produksi 10 unit almari tipe DP 0025 *chest 6 drawers* oleh 10 operator saat menggunakan *layout* awal, alat bantu *setting* ukuran pengergajian awal, dan posisi kerja awal dapat diketahui waktu produksi 10 unit almari tipe DP 0025 *chest 6 drawers* oleh 10 operator saat menggunakan *layout* awal, alat bantu *setting* ukuran pengergajian awal dan tanpa menggunakan meja operator adalah 458.505 detik sehingga rata-rata waktu produksi almari setiap operator adalah 45.851 detik atau 12 jam 44 menit 11 detik.

Pada simulasi waktu produksi almari diasumsikan terjadi peningkatan produktivitas sebesar 10 %. Peningkatan produktivitas sebesar 10 % menghasilkan waktu proses pada aktivitas yang mengalami perbaikan posisi kerja yaitu pembuatan pola dan perakitan, berkurang sebesar 10 %. Menggunakan *layout* usulan, alat bantu *setting* ukuran pengergajian usulan dan meja operator, memperbaiki posisi kerja diharapkan mampu mempercepat waktu produksi almari.

**Tabel 11. Rekapitulasi waktu produksi**

Waktu Produksi Awal	Waktu Produksi Usulan	Selisih
458.505 detik	392.385 detik	66.120 detik

Selisih waktu produksi awal dan usulan yaitu sebesar 66.120 detik atau mengurangi 13,23 % dari waktu produksi awal.

**Simulasi Efisiensi Produksi Almari**

Simulasi efisiensi produksi almari dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan efisiensi produksi almari dengan menggunakan *layout* awal, alat bantu *setting* ukuran pengergajian awal dan meja operator. Melalui wawancara dengan pemilik IKM Mambo Furniture pada bulan Agustus 2007 diperoleh informasi bahwa waktu produksi standar atau waktu produksi yang ditargetkan di IKM Mambo Furniture adalah 10 jam atau 36.000 detik per almari. Nilai ini dikalikan 10 untuk memperoleh waktu siklus standar ( $W_s$  standar), diperoleh waktu siklus standar ( $W_s$  standar) sebesar 360.000 detik.

Efisiensi produksi almari awal;

$$E_{\text{produksi awal}} = \frac{W_s \text{ standar}}{W_s \text{ aktual awal}} \times 100\% = \frac{360.000}{458.505} \times 100\% = 78,52 \%$$

Efisiensi produksi awal bernilai 78,52 % menunjukkan bahwa waktu siklus aktual awal ( $W_s$  aktual awal) berbeda jauh dengan yang ditargetkan atau distandarkan.

Efisiensi produksi almari setelah menerapkan *layout* usulan dan alat bantu *setting* ukuran pengergajian usulan;

$$E_{\text{produksi usulan}} = \frac{W_s \text{ standar}}{W_s \text{ aktual usulan}} \times 100\% = \frac{360.000}{392.385} \times 100\% = 91,75 \%$$

Efisiensi produksi almari meningkat menjadi 91,75 % sehingga waktu siklus aktual usulan ( $W_s$  aktual usulan) mendekati waktu siklus standar ( $W_s$  standar) almari yang ditargetkan atau distandarkan IKM Mambo Furniture.

**Simulasi Kapasitas Produksi Almari**

Kapasitas produksi almari IKM Mambo Furniture yang mempekerjakan 10 operator.

Kapasitas produksi almari awal.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi awal} &= \frac{W_{tersedia}}{W_{produksi}} \\ &= \frac{7.776.000 \text{ detik}}{458.505 \text{ detik}/10\text{unit}} \\ &= 169,59 \text{ unit per 10 operator per bulan} \end{aligned}$$

Kapasitas produksi almari setelah menerapkan *layout* usulan dan alat bantu *setting* ukuran pengergajian usulan.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi usulan} &= \frac{W_{tersedia}}{W_{produksi}} \\ &= \frac{7.776.000 \text{ detik}}{392.083 \text{ detik}/10\text{unit}} \\ &= 198, 17 \text{ unit per 10 operator per bulan} \end{aligned}$$

Peningkatan efisiensi mengakibatkan peningkatan kapasitas produksi almari sebanyak 29 unit almari per bulan. Peningkatan kapasitas ini menghasilkan pengurangan jumlah *lost sale* sebanyak 29 unit almari per bulan.

**Efisiensi dan Kapasitas Produksi**

Perancangan lantai produksi dengan melakukan perbaikan *layout* IKM Mambo Furniture, perancangan alat bantu *setting* ukuran pengergajian dan perancangan meja operator dapat meningkatkan efisiensi produksi almari. Efisiensi produksi almari tipe DP 0025 *chest 6 drawers* saat ini adalah 78,52 %.

Menggunakan hasil perbaikan *layout* IKM Mambo Furniture dan hasil perancangan alat bantu *setting* ukuran pengergajian maka efisiensi produksi almari tersebut menjadi 91,75%.

**Tabel 12. Rekapitulasi efisiensi produksi**

Efisiensi Awal	Efisiensi Usulan	Selisih
78,52 %	91,75 %	13,23 %

Menggunakan perbaikan *layout* IKM Mambo Furniture dan perancangan alat bantu *setting*

ukuran pengergajian maka kapasitas produksi almari menjadi 198,17 unit per 10 operator per bulan. Kapasitas produksi bertambah 29 unit almari per bulan. Peningkatan kapasitas ini menghasilkan pengurangan jumlah *lost sale* sebanyak 29 unit almari per bulan.

**Kesimpulan**

Tata letak lantai produksi (*layout*) usulan mampu menghemat jarak *material handling* sebesar 21.759 m per bulan atau waktu *material handling* sebesar 3 jam 53 menit 7 detik per bulan. Penggunaan alat bantu usulan mampu meng-eliminasi *waste activity* pemasangan ulang alat bantu yang memerlukan waktu 208 detik atau 3 menit 28 detik untuk sekali pemasangan alat bantu. Kapasitas produksi bertambah 29 unit almari per bulan. Peningkatan kapasitas ini menghasilkan pengurangan jumlah *lost sale* sebanyak 29 unit almari per bulan.

**Daftar Pustaka**

Budianto, A. Dodong, 1987. *Teknik Dasar Memilih Mesin dan Perlengkapan Industri Kayu*. Semarang: Penerbit Kanisius.

Chaffin, D.B. and Andersson, G.B.1991.*Occupational Biomechanics. Second Edition*. New York: John Willey & Sons, Inc.

Dieter, G.E., 1988. *Engineering Design*. New York: Mc Graw Hill Book Company.

Herdiman, L., 2003. *Handout Proses Produksi 1*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Lerch, Ernst, 1987. *Pengerjaan Kayu Secara Masinal*. Semarang. Penerbit Kanisius.

Muin, Syamsir, 1989. *Dasar-dasar Perancangan Perkakas dan Mesin-mesin Perkakas*. Jakarta: CV Rajawali.

Phillips, Chandler A., 2000. *Human Factors Engineering*. New York: John Willey & Sons, Inc.

Sukmadewi, Ida Ayu Kade Sri, 2003. Nyeri Leher Dan Kaki Pada Perajin Gerabah Di Desa Benoh-Denpasar. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.