
PERANCANGAN ALAT PENYARINGAN DALAM PROSES PEMBUATAN TAHU

Ig. Jaka Mulyana¹, L.M. Hadi Santosa², dan Wahyu Prasetya³

Abstract: CV. Segitiga is a company engaged in tofu manufacture. In the manual screening process, workers perform screening activities with standing postures and the hands shaking sieve so that workers spend a lot of energy that causes a long time as well as the screening process less efficient. Besides, the use of a manual screening causes pain complaints of workers in some parts of the workers' body. In this study, a screening tool designed to facilitate the work and shorten the time of screening in the process of making tofu. Tools that have been created using the motor so can reduce worker fatigue and injury and speed up screening process. By using the tool, the savings are Rp. 1.000.600/month and screening times can be shortened by 55.1%.

Keywords: *screen, tofu, efficient*

PENDAHULUAN

CV. Segitiga merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan tahu. Sebagian besar proses produksinya dilakukan secara manual, namun akan menjadi efektif dan efisien apabila menggunakan alat yang dapat mempermudah proses produksi khususnya pada proses penyaringan yang dilakukan oleh pekerja. Perancangan alat yang baru pada proses penyaringan bertujuan untuk mempersingkat waktu proses penyaringan sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi dan mengurangi bagian-bagian tubuh pekerja yang mengalami keluhan pada saat proses penyaringan.

Tujuan dari proses penyaringan adalah memisahkan air kedelai dengan ampas yang tidak diperlukan. Pada proses penyaringan pekerja melakukan penyaringan dengan posisi tubuh berdiri dan bagian tangan menggoyang-goyangkan saringan. Penggoyangan saringan dilakukan pekerja dengan cara memegang bagian tepi kiri dan kanan besi yang terdapat simpul ikatan pada bagian tepi pegangan. Setelah aktifitas penggoyangan selesai maka aktifitas selanjutnya adalah dilakukan pemerasan sampai tersisa ampas yang tidak diperlukan. Jika proses tersebut dilakukan secara berulang-ulang maka tidak menutup kemungkinan terjadinya cedera di bagian tubuh seperti tangan, lengan, bahu, dan punggung dialami oleh pekerja, hal tersebut merupakan salah satu alasan perlunya dibuat alat penyaringan yang baru.

Diharapkan penelitian ini dapat mempermudah pekerja dalam proses penyaringan karena telah menggunakan mesin otomatis sehingga pekerja tidak perlu

¹ Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jl. Kalijudan 37 Surabaya 60114
Email: mulyonojoko@yahoo.co.id, jmulyono@mail.wima.ac.id

² Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jl. Kalijudan 37 Surabaya 60114

³ Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jl. Kalijudan 37 Surabaya 60114

menanggung beban kerja yang cukup berat, meningkatkan produktivitas perhari, serta menghemat biaya serta meminimasi jumlah tenaga kerja.

METODE

Data yang dikumpulkan sebagai masukan untuk merancang alat penyaringan tahu data keluhan bagian tubuh pekerja yang sakit, data anthropometri, data waktu penyelesaian pekerjaan pada proses penyaringan, dan besar energi yang dikeluarkan para pekerja. Setelah data dikumpulkan langkah selanjutnya adalah membuat rancangan alat untuk proses penyaringan yang lebih efisien dan praktis sehingga diharapkan mampu mempersingkat waktu proses dan penghematan biaya. Dalam merancang alat penyaringan tahu juga memperhatikan masukan dan keinginan operator. Berdasarkan data dan kebutuhan operator kemudian muncul beberapa konsep perancangan alat. Beberapa konsep inilah yang kemudian dinilai dan dipilih salah satu konsep yang paling baik. Konsep alat yang terpilih kemudian dirancang secara lebih detail untuk menentukan dimensi alat. Setelah rancangan alat selesai maka dilakukan pembuatan, pengujian alat dan analisa. Pengujian dilakukan untuk menguji apakah alat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Analisa dilakukan untuk menentukan biaya pembuatan alat, penghematan biaya dan waktu setelah menggunakan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyaringan

Kedelai yang sudah di masak atau direbus itu kemudian disaring dengan tujuan memisahkan air dengan ampas yang tidak digunakan. Dalam proses ini pekerja saat membutuhkan energi yang banyak untuk menggoyang-goyangkan campuran kedelai agar dapat disaring. Penggoyangan saringan bertujuan untuk mempercepat keluarnya air kedelai yang diinginkan, setelah itu dilakukan pemerasan yang bertujuan untuk memeras air yang masih tersisa di dalam kedelai. Alat yang digunakan dalam proses penyaringan ini sangatlah sederhana yaitu dari kain belacu yang berbentuk segi empat dan di setiap ujung diikatkan dengan besi, proses penyaringan ini membutuhkan waktu sekitar 5 menit. Kain belacu yang dipakai untuk menyaring tersebut diganti rutin tiap 2 minggu sekali. Proses penyaringan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses penyaringan

Dari *Nordic Body Map* dapat diketahui bahwa bagian tubuh yang paling sering merasakan sakit adalah bahu, lengan, punggung dan tangan yang dikarnakan pekerjaan banyak di lakukan dengan kekuatan tangan yang berakibat punggung merasa sakit.

Identifikasi Kebutuhan Pekerja

Langkah pertama dalam merancang alat adalah dengan mengumpulkan kebutuhan pekerja. Kebutuhan pekerja dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Pekerja

Pertanyaan	Pernyataan Pekerja
Kesulitan apa yang dialami saat menggunakan alat yang sekarang	1. Merasa berat saat mengoyang-goyangkan
	2. Pada saat memeras tangan terasa hangat
	3. Pegangan keras kama terbuat dari besi
Harapan untuk alat baru	1. Dapat mempermudah pekerjaan
	2. Mamakai alat penyaringan otomatis
	3. Memiliki pengatur kecepatan
	4. Meningkatkan efisiensi kerja
	5. Mengurangi resiko cedera
Usulan untuk alat baru	1. Mudah diopersikan
	2. Alat yang tahan lama
	3. Cukup aman dan kuat
	4. Mudah dipindahkan
	5. Tidak memakan banyak tempat
	6. Mudah untuk dibuat

Spesifikasi Produk dengan Matrik Kebutuhan Metrik (*need-metrics matrix*)

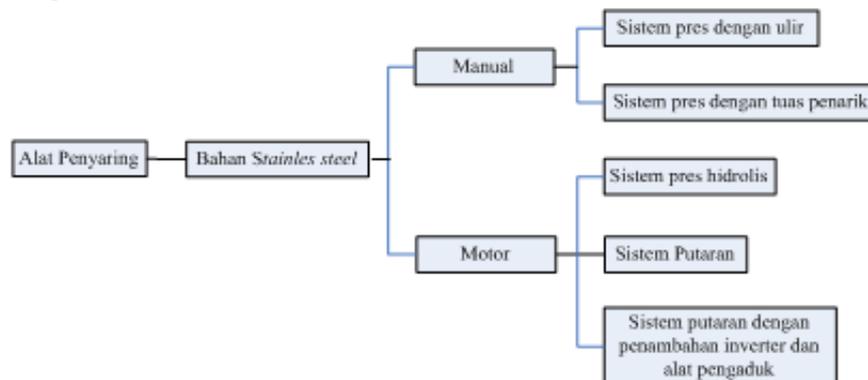
Matrik ini digunakan untuk membantu menentukan kebutuhan pekerja pada proses penyaringan kedelai terhadap metrik tentang alat penyaringan yang baru sesuai dengan kebutuhan pekerja. Matrik kebutuhan metrik alat penyaringan yang baru dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matrik kebutuhan alat penyaringan yang diinginkan pekerja

Need	Metrik											
	Stainless steel	Ketebalan bahan yang digunakan	Menggunakan motor listrik	Kemampuan menahan beban	Ukuran alat sesuai dengan dimensi tubuh pekerja	Volume tampung besar	Menggunakan roda	Frekuensi kecepatan putar dapat diatur	Ukuran alat pengaduk	Ukuran komponen penyusutan alat	Lama waktu pembuatan alat	Lama waktu untuk sekali proses penyaringan
1. Kekuatan	*	*	*	*								
2. Mempermudah pekerjaan			*	*				*	*			
3. Tahan Lama	*			*								
4. Mudah untuk digunakan			*	*			*					
5. Efisiensi waktu proses			*	*		*	*					*
6. Kemudahan untuk membuat					*				*	*		
7. Mudah dipindahkan					*	*						

Penyusunan Konsep

Adapun *concept classification tree* untuk alat bantu kerja yang baru dapat dilihat pada gambar 2.

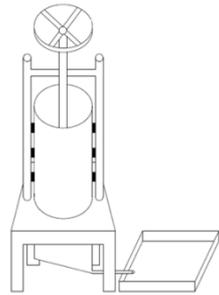


Gambar 2. Concept Classification Tree

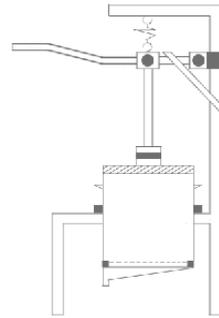
Penyeleksian Konsep

Konsep-konsep untuk alat bantu yang telah dikembangkan yaitu :

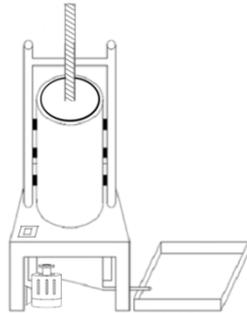
1. **Konsep A**, adalah menggunakan sistem pres manual dengan ulir untuk dapat menekan campuran kedelai yang ada di dalam. Keunggulan produk ini adalah kedelai dapat diperas semaksimal mungkin agar tersisa ampas yang tidak dipakai, namun untuk kelemahan produk ini adalah pekerja membutuhkan waktu yang cukup lama untuk memutar ulir kedalam dan memutar ulir keatas untuk membukanya.
2. **Konsep B**, yang hampir sama dengan konsep A yaitu pres manual, namun yang membedakannya adalah konsep B ini menggunakan tuas untuk dapat menekan kedelai. Keunggulan produk ini adalah pekerjaan dapat lebih singkat namun kelemahannya adalah masih banyak energi yang dikeluarkan untuk menarik tuas yang harus dilakukan oleh tangan.
3. **Konsep C**, merupakan sebuah tabung yang didalamnya terdapat pompa hidrolis yang berguna untuk menekan. Produk ini menggunakan listrik sebagai penggerak pompa hidrolisnya. Keunggulan dari produk ini adalah dilakukan dengan menggunakan energi listrik sehingga pekerja tidak memerlukan energi yang besar, hanya pada proses penuangan saja pekerja melakukan manual. Kelemahan dari produk ini adalah pekerja sulit mengatur tekanan yang diberikan dari pompa hidrolis tersebut.
4. **Konsep D**, menggunakan kecepatan putaran agar dapat memisahkan air kedelai dengan ampas. Pada produk ini cara kerjanya mirip mesin cuci. Keunggulan dari produk ini adalah proses penyaringannya dapat dilakukan dengan cepat namun untuk kekurangannya adalah kecepatan putarnya tidak bisa diatur sehingga motor tidak tahan lama.
5. **Konsep E**, yang hampir sama dengan konsep D namun yang membedakan adalah di konsep ini menggunakan inverter agar dapat mengatur kecepatannya dan terdapat *stainless steel* ditengah sebagai pengaduk. Keunggulan dari produk ini adalah dilengkapi dengan inverter dan pengaduk sehingga hasil penyaringannya lebih baik.



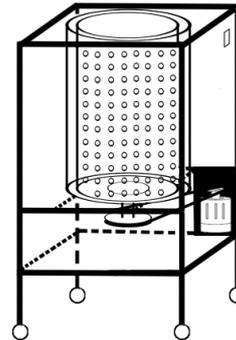
Gambar 3. Konsep A



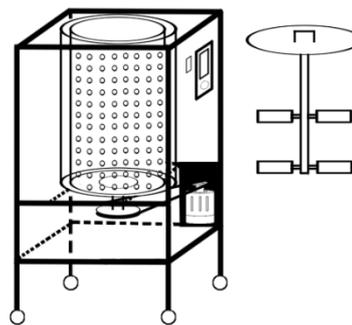
Gambar 4. Konsep B



Gambar 5. Konsep C



Gambar 6. Konsep D



Gambar 7. Konsep E

Penyaringan Konsep

Dari konsep-konsep yang telah dikumpulkan maka dilakukan langkah selanjutnya yaitu penyaringan konsep. Penyaringan konsep ini bertujuan untuk mengurangi jumlah konsep dengan cepat dan menghasilkan sedikit alternatif konsep untuk dievaluasi lebih lanjut. Penyaringan konsep dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Penyaringan Konsep

Kriteria Seleksi	Konsep A	Konsep B (referensi)	Konsep C	Konsep D	Konsep E
I. Kekuatan	-	0	+	+	+
II. Mempermudah pekerjaan	0	0	+	+	+
III. Tahan lama	+	0	-	-	+
IV. Mudah digunakan	-	0	0	+	+
V. Efisiensi waktu proses	-	0	+	+	+
VI. Kemudahan untuk dibuat	-	0	-	-	-
VII. Mudah dipindah	-	0	0	0	0
Sum +’s	2	0	3	4	5
Sum 0’s	1	8	2	1	1
Sum -’s	3	0	2	2	1
Nilai akhir	-1	0	1	2	4
Ranking	5	4	3	2	1
Lanjutkan?	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya

Penilaian Konsep

Dari penilaian konsep inilah yang nantinya akan ditentukan konsep mana yang akan dilanjutkan atau yang akan dikembangkan. Penilaian konsep dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Penilaian Konsep

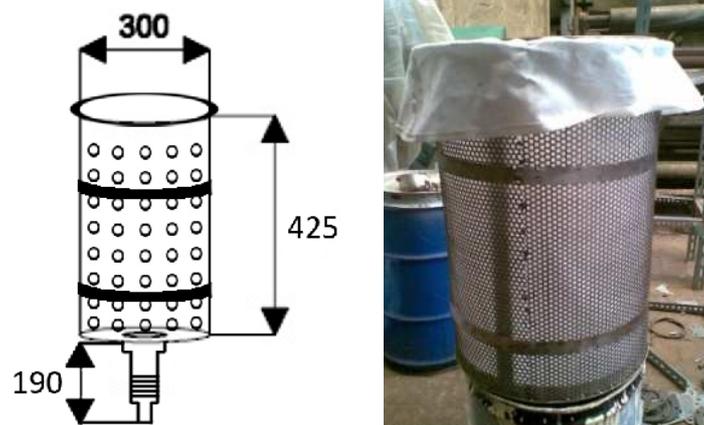
Kriteria	Bobot	Konsep			
		D Rating	Score	E Rating	Score
Kekuatan	0.2041	4	0.8164	4	0.8164
Mempemudah Pekerjaan	0.1837	4	0.7348	4	0.7348
Tahan Lama	0.1633	3	0.4899	4	0.6532
Mudah Digunakan	0.1428	4	0.5712	4	0.5712
Efisiensi waktu proses	0.1224	5	0.612	5	0.612
Kemudahan untuk dibuat	0.1021	4	0.4084	4	0.4084
Mudah dipindah	0.0816	4	0.3264	4	0.3264
<i>Total score</i>			3.9591		4.1224
<i>Rank</i>		2		1	
<i>Continue</i>		Tidak		Ya	

Pembuatan Alat Penyaringan

Tabung pemutar

Tabung pemutar ini mempunyai sisi yang berlubang-lubang, tabung ini dapat berputar karna di bagian ujung tabung terdapat *pully* yang di hubungkan dengan *pully* motor. Semakin cepat putaran yang dihasilkan maka semakin cepat pula proses penyaringannya. Didalam tabung pemutar ini ada saringan yang berupa kain belacu. Material yang dipakai untuk tabung pemutar ini adalah *stainles steel*. Tabung pemutar dapat dilihat pada gambar 8.

$$\begin{aligned} \text{Volume tabung} &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ 30000 &= (3.14)(15^2)(t) \\ t &= \frac{3000}{706.5} = 42.5 \text{ cm} = 425\text{mm} \end{aligned}$$



Gambar 8. Tabung pemutar

Penahan kain saringan (belacu)

Penahan kain saringan ini hampir menyerupai bentuk tabung namun sisi-sisinya tidak tertutup keseluruhan, hanya terdapat empat besi *stainles steel* yang membujur menghubungkan lingkaran bagian atas dan lingkaran bagian bawah.

Tabung penampung air kedelai sementara

Tabung penampungan air kedelai sementara ini karna di bagian bawah tabung terdapat selang yang nantinya sebagai jalur aliran air kedelai untuk dapat ditampung di bak penampungan yang berada diluar mesin. Material yang dipakai untuk tabung penampung air kedelai sementara ini adalah *stainles steel*.



Gambar 9. Penahan Kain Belacu



Gambar 10. Tabung Penampung

Rangka

Rangka terbuat dari besi yang berbentuk pipa balok dengan cover plat galvanis yang nantinya akan menutupi di bagian luar dengan ukuran keseluruhan rangka yaitu panjang 600mm, lebar 500mm dan tinggi 1000mm. Dibagian bawah terdapat roda dengan tinggi 60mm.

Tutup atas

Tutup ini mengikuti diameter tabung penampung sementara.



Gambar 11. Rangka



Gambar 12. Tutup atas

Pengaduk

Bagian pengaduk ini berukuran diameter 8mm dengan panjang pipa 485mm berbahan *stainles steel* dan nilon yang berfungsi sebagai pengaduk dalam proses penyaringan. Berikut dibawah ini merupakan gambar pengaduk.

Pully

Pully yaitu sejenis lempengan yang berbentuk seperti roda yang di bagian tengah sisinya agak menjorok ke dalam yang berfungsi untuk tempat karet atau *belt*. Perbandingan rasio *pully* motor dengan *pully* tabung pemutar adalah 1:4.



Gambar 13. Pengaduk



Gambar 14. Pully

Motor

Motor yang digunakan adalah motor 3 phase, 0,5HP, 220/380 volt dan kecepatan max 1500rpm.

Inverter

Inverter yang dipakai dapat menghasilkan *output* 3phase dengan listrik 200-230volt, 2,5A, 150% dengan percepatan putaran yang ditunjukkan pada layar antra 0-60Hz, maka perhitungan rpm bertambah menjadi 1800.



Gambar 15. Motor



Gambar 16. Inverter

Alat penyaringan yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Alat penyaringan otomatis

Data antropometri untuk alat penyaringan otomatis menggunakan data orang Indonesia, data-data yang diperlukan yaitu tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus), data ini digunakan untuk menentukan tinggi alat penyaringan karena jika terlalu tinggi alatnya maka pekerja kesulitan untuk menuangkan air kedelainya.

Tabel 4. Dimensi Alat Keseluruhan

Dimensi Alat	Ukuran Alat
Panjang Alat	600 mm
Lebar Alat	500 mm
Tinggi Alat	1000 mm

Pengujian Alat Penyaringan

Pengujian ini berguna untuk mengetahui kemampuan dari alat penyaringan otomatis. Percobaan menggunakan alat penyaringan otomatis ini dilakukan 2 kali yaitu dengan berat adonan kedelai adalah 7,5kg. Data uji coba alat penyaring dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengukuran waktu penyaringan

Percobaan	Berat Kedelai	Jumlah Keseluruhan	Frekuensi Listrik (Hz)	Rpm	Waktu
1	7,5kg	75liter	Tahap I : 22.4	672	2 menit 20 detik
			Tahap II : 30.4	912	
			Tahap III : 45.0	1350	
2	7,5kg	75liter	Tahap I : 24.0	720	2 menit 10 detik
			Tahap II : 35.3	1059	
			Tahap III : 45.0	1350	

Dari percobaan yang telah dilakukan dengan alat penyaringan otomatis ini maka waktu proses penyaringan dapat dibandingkan dengan waktu proses penyaringan manual sebagai berikut :

1. Untuk rata-rata waktu proses penyaringan 7,5kg kedelai secara manual adalah 300.73 detik atau 5.012 menit.
2. Untuk rata-rata waktu proses penyaringan 7,5kg kedelai secara otomatis adalah 135 detik atau 2 menit 15 detik

Jadi ada perbedaan waktu proses penyaringan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan mesin. Dalam persentase dapat dilihat bahwa:

$$\frac{135}{300.73} \times 100\% = 44,9\%$$

Hasil perbandingan waktu proses penyaringan manual dengan waktu proses penyaringan otomatis menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Penggunaan alat penyaringan otomatis yang dirancang mampu menghemat waktu proses penyaringan manual sebesar: 100% - 44,9% = 55,1%

Analisa Penghematan Biaya

Biaya listrik per bulan jika menggunakan mesin penyaring otomatis sebesar Rp. 102.400. Biaya pembuatan alat penyaringan otomatis adalah Rp. 5.819.000,-. Jumlah pekerja pada proses penyaringan ada 2 orang pekerja. Tugas pekerja adalah perebusan kedelai, menyaring kedelai,. Pengehematan waktu penyaringan dengan menggunakan mesin otomatis sebesar 55,1%, karena penghematan waktu

penyaringan lebih dari 50% maka perusahaan dapat menghemat jumlah pekerja menjadi 1 orang pekerja.

$$\begin{aligned} & \text{Penyusutan peralatan (asumsi alat rusak setelah pemakaian 5 tahun) :} \\ & \underline{5.819.000} \\ = & \frac{\quad}{12 \times 5} = \text{Rp.96.983} \approx \text{Rp.97.000/bulan} \end{aligned}$$

Penghitungan penghematan biaya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penghematan Biaya

Biaya menggunakan alat penyaringan manual	Biaya menggunakan alat penyaringan otomatis
<u>Biaya Upah Pekerja</u> Menggunakan 2 pekerja Upah tiap pekerja Rp. 1.200.000/ bulan = Rp. 1.200.000 x 2 = Rp. 2.400.000	<u>Biaya Upah Pekerja</u> Menggunakan 1 pekerja Upah pekerja Rp. 1.200.000/ bulan
<u>Tanpa listrik + Tanpa biaya penyusutan</u>	<u>Biaya listrik + Biaya penyusutan</u> per bulan = Rp. 102.400 + 97.000 = Rp. 199.400
Biaya Total = Rp. 2.400.000	Biaya Total = Rp. 1.399.400

$$\begin{aligned} & \text{Penghematan (saving):} \\ & = \text{Rp. 2.400.000} - \text{Rp. 1.399.400} \\ & = \text{Rp. 1.000.600/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Maka pengembalian investasi alat} \\ & = \text{Harga alat / Rp. 1.000.600} \\ & = \text{Rp5.819.000 / Rp 1.000.600} \\ & = 5,8 \text{ bulan} \approx 6 \text{ bulan} \end{aligned}$$

SIMPULAN

Alat yang dirancang merupakan alat yang digerakkan oleh motor sehingga dapat mengurangi kelelahan dan cedera pekerja. Dengan menggunakan alat penyaring tahu yang telah dibuat maka waktu proses penyaringan dapat dipersingkat sebesar 55,1 % dan jumlah tenaga kerja dapat dikurangi menjadi 1 orang. Perusahaan dapat menghemat biaya operasi penyaringan tahu sebesar Rp. 1.000.600,-/bulan .

Daftar Pustaka

- Antono, D. 2008. *Perancangan Alat Bantu Proses Penuang Biji Plastik*. Surabaya.
- Fabyola, E. 2010. *Perancangan Alat Bantu untuk Proses Pewarnaan Rooster*. Surabaya.
- Tarwaka, dan S.H.A. Bakri. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Cetakan I. Solo: UNIBA Press.
- Wignjosoebroto, dkk. 2003. *Ergonomi : Study Gerak dan Waktu*. Edisi pertama, PT. Gunawidya.
- Sutalaksana, I.Z., dkk. 1979. *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja*. Departemen Teknik Industri, ITB, Bandung.
- Niebel, B. and Freivalds, A. 2003. *Methods, Standards, and Work Design*, 11th Edition, McGraw-Hill, Boston, MA.
- Ulrich K.T. dan Eppinger. 2001. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Irwin McGraw Hill.
- Beer, F.P. dan E.R. Johnston. 1996. *Mekanika Untuk Insinyur Statika*, Cetakan Keempat, PT. Gelora Aksara Pratama, 1996.
- <http://apk.lab.uui.ac.id/download/modul/regular/Biomekanika.pdf>