

## PERANCANGAN MESIN PILIN BESI PROFIL KOTAK YANG ERGONOMIS UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KERJA

(Studi Kasus pada UKM Restu, Jalan Ir. Purnomo Sidi, Kota Banjar)

Agung Kristanto<sup>1\*</sup>, Adityana Noor Prabowo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

\*Email : [agung.kristanto@ie.uad.ac.id](mailto:agung.kristanto@ie.uad.ac.id)

### Abstrak

UKM Restu adalah industri di bidang pengelasan dan pembuatan besi profil kotak menjadi spiral yang didirikan oleh keluarga Bapak Muji Hartana. Bagian proses pemilinan di UKM Restu dilakukan dengan cara memutar tuas pemutar secara bersamaan dan membutuhkan dua operator untuk memutarnya, karena proses pemilinan besi yang sangat berat dan memakan konsumsi energi. Hal ini menyebabkan operator sering beristirahat di waktu bekerja karena mengalami kelelahan. Sehingga berpengaruh pada peningkatan output. UKM Restu memilin besi profil kotak rata-rata 238 unit/hari. Sedangkan besi profil kotak yang dibutuhkan rata-rata 335 unit/hari. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan perancangan mesin pilin besi profil kotak yang ergonomis dan diharapkan dapat mengurangi waktu proses, mengurangi keluhan kelelahan dan meningkatkan produktivitas. Penelitian dilakukan menggunakan konsep Ergonomi dengan data penelitian meliputi data keluhan operator, denyut jantung, antropometri, dan waktu proses. Data keluhan operator diperoleh dari kuisioner. Data denyut jantung, antropometri dan waktu proses diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung. Pada penelitian ini untuk perancangan desain alat digunakan perangkat lunak SolidWorks. Hasil penelitian diperoleh Waktu baku proses pemilinan sebelum perancangan sebesar 107.46 detik/unit dan setelah perancangan sebesar 73.31 detik/unit. Hal ini terjadi penurunan waktu baku sebesar 31.78%. Output Standar sebelum perancangan sebesar 33 unit/jam dan setelah perancangan sebesar 49 unit/jam. Hal ini terjadi peningkatan output standarnya sebesar 32.65 %. Konsumsi energi yang dibutuhkan operator setelah bekerja sebelum perancangan sebesar 6.81 kcal/menit dan setelah perancangan mengalami penurunan 42.88% menjadi 3.89 kcal/menit. Tingkat ketidaknyamanan sebelum perancangan sebesar 90% dan setelah perancangan sebesar 0%. Hal ini terjadi penurunan tingkat ketidaknyamanan setelah perancangan sebesar 100%.

**Kata kunci:** Antropometri,, Ergonomi, Konsumsi Energi, Pemilinan Besi, Produktivitas.

### 1. PENDAHULUAN

Penelitian ini mengambil objek pada proses pemilinan besi profil kotak seperti ditunjukkan pada gambar 1. Setelah dilakukan wawancara langsung kepada karyawan operator pemilinan, ditemukan keluhan ketidaknyamanan dalam posisi kerja. Proses pemilinan di UKM Restu dilakukan dengan cara memutar tuas pemutar secara bersamaan dengan dua operator untuk memutarnya (Gambar 1).



Gambar 1. Posisi Operator pada Proses Pemilinan Besi Profil Kotak

Beberapa keluhan operator pemilinan pada posisi kerja diantaranya:

1. Keluhan pada bagian leher.
2. Keluhan pada bagian punggung.
3. Keluhan pada bagian pinggang.
4. Keluhan pada bagian lutut.
5. Keluhan pada bagian bahu.
6. Keluhan pada bagian siku tangan.
7. Keluhan pada bagian pergelangan tangan.
8. Keluhan pada bagian pergelangan kaki.

Dari gambar 1 memperlihatkan posisi operator dalam bekerja tidak didukung oleh alat kerja yang baik dan sikap kerja yang tidak sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi. Menurut Bridger (2003) hal tersebut menimbulkan rasa ketidaknyamanan dan merasakan keluhan pada bagian pinggang, pergelangan tangan, pergelangan kaki, siku tangan, bahu, leher, punggung, lutut dan kelelahan pada saat bekerja. Dengan alat kerja yang ada sekarang waktu proses yang dibutuhkan rata-rata 80 detik/unit. Dari uraian permasalahan maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk merancang mesin yang ergonomi pada proses pilinan besi profil kotak.

Dalam melakukan sebuah penelitian, tinauan pustaka dari penelitian terdahulu sangatlah penting karena diperlukan untuk mendukung jalannya penelitian yang akan dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Saryono (2011) dengan judul "*Perancangan Mesin Pilin Untuk Produksi Besi Tralis Spiral Yang Memiliki Cembungan*" fokus perancangan ini adalah merancang mesin pilin dengan desain kontruksi yang kuat, aman, ekonomis, mudah dikerjakan, dan tentunya untuk mendapatkan profit yang lebih tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat (2011) dengan judul "*Proses Pembuatan Rangka Meja Pada Mesin Pilin Besi Spiral*" untuk menopang mesin yang memiliki kontruksi yang kokoh dan kuat serta mampu meredam getaran yang ditimbulkan oleh komponen-komponen bergerak yang terdapat pada mesin.

Ahmad Mustaqim (2012) melakukan penelitian dengan judul "*Perancangan Alat/Mesin Pengerol Pipa*" fokus perancangan ini adalah merancang alat/mesin pengerol pipa yang lebih mudah digunakan dan efisien tenaga.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1. Objek Penelitian**

Penelitian ini mengambil tempat pada UKM Restu di Lingkungan Babakansari RT 02 RW 10 Kelurahan Pataruman Kecamatan Pataruman Kota Banjar. Objek yang diteliti adalah proses pemilinan besi profil kotak yang dilakukan oleh dua operator.

### **2.2. Tahapan Penelitian**

Dalam usaha pemecahan masalah, perlu dibuat tahapan penelitian yang menggambarkan langkah-langkah atau tahapan pembahasan yang akan dilakukan sebelum melakukan perancangan dan pengambilan data di lapangan. Adapun tahapan proses yang akan dilakukan untuk merancang mesin pilin besi profil kotak adalah sebagai berikut :

#### **a. Observasi Awal**

Tahap ini merupakan langkah awal sebelum melakukan penelitian dimana kita melakukan pengamatan sebelum menemukan identifikasi masalah.

#### **b. Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini kita melakukan identifikasi dan pengenalan terhadap masalah yang sesuai dengan materi penelitian untuk mendapatkan penyelesaian dari masalah tersebut.

#### **c. Rumusan Masalah**

Pada tahap ini merupakan tahapan dimana melakukan perumusan terhadap masalah yang akan diteliti.

#### **d. Pengumpulan Data**

Merupakan tahap yang sangat penting dalam sebuah penelitian, dimana data-data yang terkumpul merupakan bahan utama yang akan menjadi inti dari penelitian tersebut.

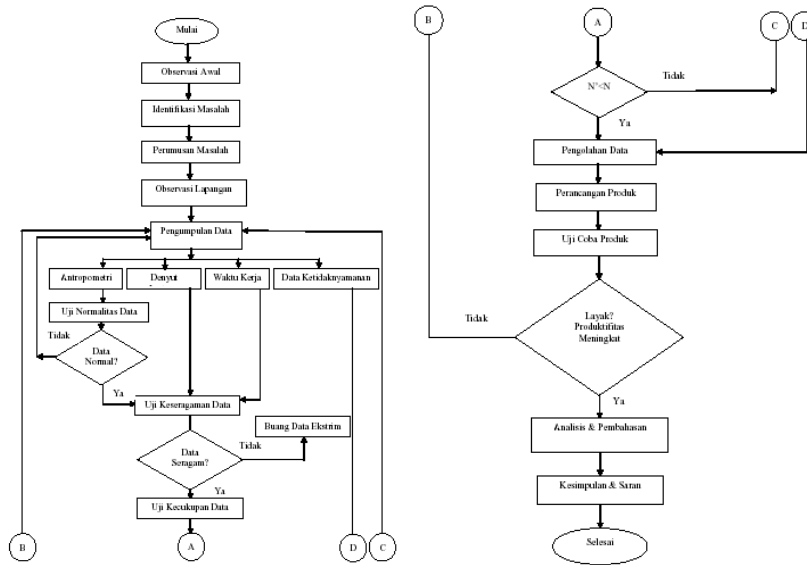
Jenis Data yang dikumpulkan meliputi :

##### **1. Data Primer meliputi :**

- Data keluhan operator pada saat melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan organ gerak.
- Data antropometri adalah data kumpulan hasil pengukuran dimensi tubuh operator (Pheasant, 2003). Data antropometri pada penelitian ini meliputi Jangkauan tangan, tinggi siku berdiri, dan rentangan tangan.
- Data waktu baku atau waktu proses adalah data yang menunjukkan lamanya waktu proses pemilinan besi.
- Data denyut jantung operator.

Data denyut jantung ini akan digunakan sebagai dasar untuk perhitungan konsumsi energi operator dalam bekerja (Nurmianto, 2003 dan Wignjosoebroto, 2003).

2. Data Sekunder  
Adalah data yang diperoleh melalui referensi, literatur atau kajian pustaka yang berhubungan dengan penelitian.
- e. Pengujian Data  
Seluruh data yang terkumpul kemudian dilakukan pengujian data sebagai berikut :
  - 1) Uji Normalitas Data  
Setelah diperoleh semua data, kemudian dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak normal (Ghozali, 2011).
  - 2) Uji Keseragaman Data  
Untuk uji keseragaman data dilakukan berdasarkan hasil dari perhitungan BKA dan BKB. Apabila terdapat data ekstrim atau data yang keluar dari batas kontrol, maka data tersebut tidak dipergunakan dalam perhitungan. Setelah itu dihitung lagi kecukupan datanya dan dibuat BKA dan BKB sampai tidak ada data yang keluar dari batas yang telah ditetapkan (Wignjosoebroto, 2003).
  - 3) Uji Kecukupan Data  
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui cukup atau tidaknya data observasi yang telah dikumpulkan (Wignjosoebroto, 2003).
- f. Pengolahan Data  
Data-data yang akan diolah dalam penelitian ini meliputi data :
  - 1) Data Antropometri  
Data ini bertujuan untuk menetapkan dimensi ukuran-ukuran tubuh operator pemilinan besi profil kotak yang digunakan dalam proses perancangan.
  - 2) Data Waktu Proses  
Data ini diolah untuk mengetahui perbandingan waktu proses pemilinan besi profil kotak pada UKM Restu sebelum perancangan dan sesudah perancangan.
  - 3) Data Keluhan pada Operator  
Data ini dikumpulkan untuk membandingkan keluhan sebelum dan sesudah perancangan mesin pilin besi profil kotak.
    - 1) Data denyut jantung  
Data denyut jantung diperoleh dari pengukuran pada saat operator dalam kondisi belum melakukan aktivitas dan setelah melakukan aktivitas. Data denyut jantung dipergunakan untuk menghitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi.
- g. Analisis Data  
Sebelum melakukan perancangan maka kita lakukan analisis awal untuk mengetahui apa saja yang perlu dilakukan perbaikan, mulai dari *layout*, gerakan kerja hingga fasilitas yang ada. Tahap ini data di analisis apakah perancangan ini sesuai atau tidak.
- h. Implementasi Perancangan Mesin Pilin Besi Profil Kotak  
Hasil dari perancangan mesin pilin besi profil kotak diuji coba oleh operator pemilinan sebagai pengganti alat sebelumnya dan kemudian dibandingkan dengan alat yang terdahulu dan dibandingkan produktivitasnya (Gaspersz, 1998 dan Ravianto, 1986).
- i. Kesimpulan  
Setelah pemecahan masalah diperoleh, maka ditarik beberapa kesimpulan, sehingga hasil penelitian dapat dengan mudah dipahami  
Untuk lebih jelasnya, tahapan penelitian dibuat dalam bentuk flowchart, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Pemecahan Masalah

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Data Antropometri Mesin Pilin Besi Profil Kotak dan Hasil Rancangan Mesin Pilin Besi Profil Kotak**

Data antropometri diperoleh dari melakukan pengukuran langsung terhadap 30 responden yaitu pria Indonesia yang berusia antara 31 – 40 tahun. Data antropometri ini digunakan untuk melakukan perhitungan ukuran-ukuran yang akan digunakan dalam perancangan mesin pilin besi profil kotak. Setelah ditetapkan ukuran maka rancangan akan dituangkan dalam gambar desain dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks(Sato dkk, 1994 dan Ziqra, 2010). Adapun ukuran yang akan digunakan dalam rancangan dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2 dan desain rancangan dapat dilihat pada gambar 3.

**3.2. Mesin Pilin Besi Profil Kotak Setelah Perancangan**

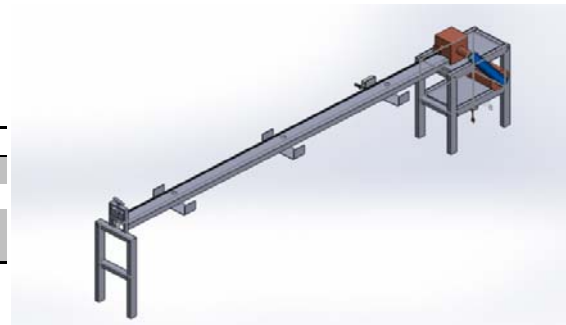
Berdasarkan gambar dan ukuran rancangan, selanjutnya dibuat menjadi mesin pilin besi profil kotak yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas kerja seperti diperlihatkan pada gambar 4.

**Tabel 1. Perhitungan persentil data antropometri**

No	Data antropometri	Simbol	Dimensi (cm)		
			5 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>	95 <sup>th</sup>
1	Jangkauan tangan	JT	71.49	78.2	84.91
2	Tinggi siku berdiri	TSB	94.25	100.7	107.15
3	Rentangan tangan	RT	154.6	167.23	179.86

**Tabel 2. Ukuran yang ditetapkan dalam rancangan**

NO	BAGIAN	DIMENSI(cm)
1	Batas Jangkauan Tangan	71.49
2	Tinggi Mesin	94.25
3	Jarak Terjauh Penjepit Besi Profil Kotak	77.3



Gambar 3. Desain rancangan



**Gambar 4. Mesin setelah Perancangan**

Berdasarkan hasil rancangan mesin pilin besi profil kotak yang baru terlihat bahwa proses pemilinan hanya dengan satu operator. Beberapa perubahan dibandingkan dengan sebelum perancangan antara lain adalah (1) pengurangan operator dari dua menjadi satu karena prosesnya sudah dipermudah sehingga hanya menggunakan satu operator, (2) mempermudah proses pemilinan sehingga operator lebih nyaman dalam bekerja, (3) meningkatkan produktivitas yg sebelumnya sebesar 33 unit/jam dan setelah perancangan sebesar 49 unit/jam.

Setelah perancangan terdapat pengurangan keluhan operator pada bagian leher, bahu, siku, pergelangan tangan, punggung atas, punggung bawah, pantat, paha, lutut, dan pergelangan kaki, seperti ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 4. Waktu Proses**

**Tabel 3. Hasil Kuisioner Keluhan Ketidaknyamanan operator**

No	Anggota tubuh	Kondisi awal		Kondisi akhir	
		Nyaman	Tidak Nyaman	Nyaman	Tidak Nyaman
1	Leher		√	√	
2	Bahu		√	√	
3	Siku		√	√	
4	Pergelangan Tangan		√	√	
5	Punggung Atas		√	√	
6	Punggung Bawah		√	√	
7	Pantat		√	√	
8	Pinggul/Paha		√	√	
9	Lutut		√	√	
10	Pergelangan Kaki		√	√	

No	Waktu (detik/unit)		No	Waktu (detik/unit)	
	Awal	Akhir		Awal	Akhir
1	80.23	55.34	16	78.33	54.38
2	80.95	53.66	17	78.87	55.89
3	81.72	56.54	18	78.89	55.89
4	78.27	53.79	19	78.23	55.19
5	82.08	53.8	20	79.17	56.21
6	80.57	54.32	21	79.68	54.42
7	80.22	57.44	22	80.18	54.78
8	78.17	54.89	23	79.82	56.65
9	80.62	55.68	24	79.17	55.52
10	78.27	54.76	25	83.07	53.32
11	80.23	57.22	26	80.72	57.17
12	82.72	53.25	27	79.22	55.89
13	82.32	55.34	28	83.12	56.78
14	82.63	55.68	29	82.12	53.52
15	78.22	56.54	30	77.72	53.66
		<b>Jumlah</b>	<b>2409.72</b>		<b>1654.76</b>
		<b>Rata-rata</b>	<b>80.32</b>		<b>55.16</b>

### 3.3. Waktu Proses Setelah Perancangan

Setelah dilakukan perancangan mesin pilin besi profil kotak maka dilakukan pengukuran waktu proses pemilinan guna perbandingan waktu sebelum perancangan dan sesudah perancangan. Adapun hasil dari pengukuran waktu proses setelah perancangan dapat dilihat pada tabel 4.

Dari hasil pengolahan data waktu proses terlihat penurunan waktu proses yang cukup signifikan menjadi 55.16 detik dibandingkan dengan waktu proses awal yaitu sebesar 80.32 detik.

### 3.4. Perbandingan Waktu Baku dan Output Standar

Dengan data waktu proses (tabel 4) dapat dihitung waktu siklus (Ws), waktu normal (Wn), waktu baku (Wb) serta output standar. Dengan menentukan performance rating dan allowance sebelumnya dapat diperoleh waktu baku dan output standar sebelum dan setelah perancangan yang dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perbandingan Waktu Baku dan Output Standar

No	Keterangan	Sebelum Perancangan	Setelah Perancangan
1	Waktu Baku	107.46 detik/unit	73.31 detik/unit
2	Output Standar	33 unit/jam	49 unit/jam

### 3.5. Konsumsi Energi

Perhitungan konsumsi energi dilakukan berdasarkan konsumsi oksigen dari operator. Konsumsi oksigen diperoleh berdasarkan data denyut jantung operator. Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi operator dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan konsumsi oksigen dan energi operator

No	Indikator	Kondisi awal		Kondisi akhir	
		Sebelum bekerja	Setelah bekerja	Sebelum bekerja	Setelah bekerja
1	Konsumsi oksigen(liter/menit)	0.74	1.42	0.73	0.81
2	Konsumsi energi(kkal/menit)	3.57	6.81	3.51	3.89

Diketahui 1 liter/menit oksigen = 4.8 kkal/menit.

### 3.6. Biaya Pembuatan Mesin

Rincian bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan alat dan biaya pembuatan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rincian Biaya Pembuatan Alat

No	Nama Bahan	Kebutuhan	Biaya
1	Besi Siku 6	6.20 Meter	Rp 250.000,-
2	Besi Kanal 6	2.20 Meter	Rp 82.000,-
3	Besi Kanal 12	3.50 Meter	Rp 278.000,-
4	Gearbox	1 Buah	Rp 1.750.000,-
5	Dinamo	1 Buah	Rp 1.750.000,-
6	Saklar	1 Buah	Rp 45.000,-
7	V-Belt B 49	1 Buah	Rp 33.000,-
8	Pulley ø 28 mm	1 Buah	Rp 95.000,-
9	Pulley ø 22 mm	1 Buah	Rp 55.000,-
10	LaHer	8 Buah	Rp 100.000,-
11	Kabel	6 Meter	Rp 90.000,-
12	Baut	20 Buah	Rp 48.000,-

13	Upah Pembuatan	Rp	840.000,-
	<b>Total</b>	<b>Rp</b>	<b>5.416.000,-</b>

Jadi total biaya pembuatan mesin pilin besi profil kotak yaitu sebesar Rp **5.416.000,-**.

### 3.7. Analisa Data

Mesin pilin besi kotak yang baru ternyata dapat memperbaiki posisi kerja operator mesin pilin. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya tingkat keluhan operator (tabel 3). Pada kondisi awal operator menyatakan 100% merasakan keluhan pada bagian leher, bahu, siku, pergelangan tangan, punggung atas, punggung bawah, pantat, paha, lutut, dan pergelangan kaki. Pada kondisi akhir operator menyatakan 100% merasa nyaman pada bagian tubuh tersebut. Berdasarkan data tersebut maka terjadi penurunan tingkat keluhan atau ketidaknyamanan sebesar 100%.

Perbaikan posisi kerja operator tersebut dapat pengaruh positif terhadap waktu baku yaitu mampu memperpendek waktu baku proses pemilinan besi kotak. Berdasarkan tabel 5, waktu baku sebelum perancangan diperoleh waktu 107.46 detik/unit. Dengan mesin pilin yang baru diperoleh waktu baku 73.31 detik/unit. Berdasarkan data ini maka terjadi penurunan waktu baku sebesar 31.78%.

Perbaikan posisi kerja dan penurunan waktu baku proses pilin besi kotak dapat mengakibatkan peningkatan output standar besi pilin kotak. Dengan kondisi kerja awal operator dapat memilin 33 unit/jam sedangkan dengan menggunakan mesin yang baru operator dapat menyelesaikan 49 unit/jam. Berdasarkan data tersebut maka ternyata kenaikan output standar sebesar 32.65%.

Beban kerja yang dirasakan oleh operator menjadi lebih ringan. Hal ini terlihat dengan terjadinya penurunan konsumsi energi yang dikeluarkan oleh operator. Penurunan konsumsi energi yang terjadi adalah sebesar 42.88% (tabel 6).

Berdasarkan data-data hasil perhitungan tingkat keluhan operator, waktu baku, output standar, dan konsumsi energi maka perancangan mesin pilin besi kotak yang baru dapat memperbaiki posisi kerja operator dengan sangat signifikan.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan mesin pilin besi profil kotak dapat berpengaruh terhadap tingkat ketidaknyamanan operator saat bekerja. Terjadi pengurangan keluhan pada bagian leher, bahu, siku, pergelangan tangan, punggung atas, punggung bawah, paha, lutut, dan pergelangan kaki. Hal ini berarti terjadi penurunan tingkat ketidaknyamanan operator saat bekerja sebesar 100%.
2. Perancangan mesin pilin besi profil kotak dapat berpengaruh terhadap waktu baku pada proses pemilinan besi profil kotak. Sebelum perancangan waktu baku sebesar 107.46 detik/unit. Sedangkan waktu baku setelah perancangan sebesar 73.31 detik/unit. Hal ini berarti terjadi penurunan waktu baku sebesar 31.78 %.
3. Perancangan mesin pilin besi profil kotak dapat berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas. Sebelum perancangan menghasilkan 33 unit/jam. Sedangkan setelah perancangan menghasilkan 49 unit/jam. Hal ini berarti terjadi peningkatan produktivitas sebesar 32.65 %.
4. Perancangan mesin pilin besi profil kotak dapat berpengaruh terhadap konsumsi energi operator. Konsumsi energi sebelum perancangan sebesar 6.81 *kcal*/menit. Sedangkan konsumsi energi setelah perancangan 3.89 *kcal*/menit. Hal ini berarti terjadi penurunan konsumsi energi sebesar 42.88%.
5. Mesin pilin besi profil kotak dengan desain yang ergonomis dapat mengurangi waktu proses, mengurangi keluhan kelelahan dan meningkatkan produktivitas.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Bridger, R. S., 2003, *Introduction to Ergonomics*, Taylor & Francis Group, New York.
- Gaspersz, Vincent, 1998, *Manajemen Produktivitas Total: Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Ghozali, Imam, 2011, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 19*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hidayat, Novi, 2011, *Proses Pembuatan Rangka Meja Pada Mesin Pilin Besi Spiral*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Mustaqim, Ahmad, 2012, *Perancangan Alat/Mesin Pengerol Pipa*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Nurmianto, Eko, 2003, *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi Pertama, Cetakan Ketiga, Guna Widya, Surabaya.
- Pheasant, Stephen, 2003, *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, Cetakan Kedua, Taylor & Francis Group, New York.
- Ravianto, J., 1986, *Produktivitas dan Pengukuran Seri Produktivitas VIII*, Lembaga Sarana Informasi Usaha dan Produktivitas, Jakarta.
- Saryono, Agus, 2011, *Perancangan Mesin Pilin Untuk Produksi Besi Tralis Spiral Yang Memiliki Cembungan*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sato, G. Takeshi dan N. Sugiarto Hartanto, 1994, *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2003, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, Edisi Pertama, Cetakan Ketiga, Guna Widya, Surabaya.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2003, *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*, Edisi Pertama, Cetakan Pertama, Guna Widya, Surabaya.
- Ziqra Uthami, Azmi, 2010, *SolidWorks Alat Bantu Merancang Komponen Dengan Mudah*, PT. Modula, Bandung