

ANALISIS ASPEK ERGONOMI PADA PERANCANGAN MESIN COAK RAILING

BASUKI ARIANTO DAN RINALDI PARDI

Program Studi Teknik Industri Universitas Suryadarma Jakarta

ABSTRAK

Peningkatan angka pemesanan PT PSM periode 2013 – 2014 sebesar 40% memunculkan permasalahan keterbatasan kemampuan pada proses pencoakan Railing (pipa besi) yang menyebabkan *bottleneck*. Operator yang bekerja pada proses ini hanya 2 orang dengan menggunakan gerinda. Waktu proses yang dibutuhkan sangat lama yaitu sekitar 20 menit. Selain itu kualitas hasil coakan pun dinilai tidak maksimal atau tidak persisi, karena tergantung pada keahlian operator. Proses ini dinyatakan tidak efisien, tidak efektif dan tidak nyaman. Operator mengeluhkan rasa sakit setelah bekerja, diantaranya pegal di bagian leher, kaki (betis, paha, lutut, pergelangan kaki), punggung bagian, pinggul dan bahu karena terlalu lama bekerja dengan posisi jongkok dan menunduk, sakit pada bagian jari yang menahan besi, pegal pada bagian pergelangan tangan. Berdasarkan kondisi tersebut maka dilakukan perancangan mesin coak Railing (pipa besi) yang diharapkan lebih efektif, efisien, produktif dan ergonomis sebagai upaya untuk mengurangi ketidaknyamanan dan meningkatkan produktivitas operator.

Perancangan mesin coak Railing (pipa besi) menggunakan data antropometri tubuh operator dengan metode Ergonomi, data waktu proses, dan data denyut jantung, serta mempertimbangkan keluhan operator selama bekerja. Sedangkan untuk mengetahui perbandingan waktu proses sebelum dan setelah perancangan dilakukan pengujian dengan *Independent Sample T-Test*. Dengan demikian dapat diketahui perbedaan antara kondisi sebelum dan setelah perancangan yang meliputi waktu baku, output standard, dimensi rancangan alat kerja dan kenyamanan operator dalam bekerja, serta peningkatan produktivitas operator pada proses pencoakan Railing.

Berdasarkan hasil penelitian dinyatakan bahwa perubahan tata cara kerja pada proses pencoakan Railing (pipa besi) memberikan kenyamanan bagi operator. Operator tidak mengeluhkan rasa sakit pada bagian tubuh setelah bekerja, dan terjadi penurunan konsumsi energi sebesar 2,87 Kcal/menit dan penurunan waktu baku sebesar 25,66 menit/unit. Nilai output standard sebelum perancangan sebesar 2,22 unit/jam sedangkan setelah perancangan sebesar 42,24 unit/jam. Berarti peningkatan output standard sebesar 40,02 unit/jam atau peningkatan produktivitas kerja sebesar 19 Kali.

Kata kunci: Tata Letak, Activity Relationship Chart, Material Handling

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT PSM adalah industri yang memproduksi produk akhir seperti pagar besi atau kanopi pada bangunan dari bahan Railing (pipa besi). Peningkatan angka pesanan yang diterima pada periode tahun 2013 – 2014 sebesar 40% dari produksi tahun sebelumnya. Peningkatan angka pemesanan yang signifikan dan terbatasnya tenaga kerja khususnya untuk proses pencoakan railing yang hanya berjumlah 2

orang karyawan, menjadi hambatan bagi perusahaan dalam merespon pasar yang ada. PT PSM yang berlokasi di Jalan Karya Logam 1, No. 6 Tambun, Bekasi ini mengalami *over load* pada proses produksinya apabila harus menerima semua pesanan yang datang. Pemilik berharap memiliki teknologi yang lebih baik untuk dapat menghasilkan *output standart* produk pesanan yang lebih tinggi dengan waktu kerja yang lebih cepat. Proses pencoakan besi selalu mengalami penumpukkan (*bottleneck*), sehingga menyebabkan penundaan proses selanjutnya, yaitu proses

pengelasan (perakitan/*assembling*). untuk menghasilkan hasil coakan yang persisi dengan diameter besi dengan menggunakan gerinda dan bergantung pada keahlian operator. Sehingga proses ini terkadang harus diulang-ulang untuk mendapatkan kualitas yang maksimal. Proses ini terpaksa dilakukan, karena saat ini tidak memiliki peralatan yang lebih baik dari gerinda untuk pencoakan besi.

Informasi yang disampaikan oleh operator pencoakan besi pun memperkuat fakta bahwa proses pencoakan besi dengan menggunakan mesin gerinda dirasakan sulit dan membutuhkan waktu yang lama yaitu rata-rata 20 menit dan kualitas hasil coakan pun dinilai tidak maksimal dan tidak sama (tidak standar).

Selain itu operator pun merasakan keluhan sakit pada beberapa bagian tubuh setelah cukup lama bekerja dengan menggunakan gerinda pada proses pencoakan. Rasa sakit yang dikeluhkan, diantaranya pegal di bagian leher karena bekerja dengan pandangan menunduk, kaki (betis, paha, lutut, pergelangan kaki), punggung bagian atas dan pinggul dan pegal pada bahu karena terlalu lama jongkok, sakit pada bagian jari yang menahan besi, pegal pada bagian pergelangan tangan (yang digunakan untuk memegang gerinda).

Batasan Masalah

Untuk mengarahkan penelitian ini agar sesuai tujuannya, maka penulis membatasi lingkup permasalahan sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan PT PSM yang berlokasi di Jalan Karya Logam 1, No. 6 Tambun, Bekasi.
- b. Penelitian difokuskan pada perancangan alat mesin coak *railing* (pipa besi) pada produksi pagar besi dan kanopi.
- c. Penelitian difokuskan hanya pada proses pencoakan *railing* (pipa besi) saja.
- d. Kondisi tubuh operator yang diukur dalam keadaan sehat dan tidak cacat.
- e. Penelitian ini tidak mempertimbangkan perancangan stasiun kerja.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu:

- a. Merancang fasilitas kerja untuk proses pencoakan *railing* (besi pipa) yang efektif dan ergonomis sehingga tidak menyebabkan penumpukkan (*bottleneck*).
- b. Mengetahui besarnya pengaruh rancangan dari perbaikan fasilitas kerja mesin coak *railing* (besi pipa) terhadap produktivitas.

METODE

Ergonomi

Istilah "Ergonomi" berasal dari bahasa latin yaitu *ERGO* (kerja) dan *NOMOS* (Hukum Alam). Ergonomi dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yaitu ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/ perancangan. Selain itu ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah dan tempat rekreasi. Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli/ profesional pada bidangnya, misalnya: ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi, dan teknik industri. Selain itu, Ergonomi juga dapat diterapkan untuk bidang fisiologi, psikologi, perancangan, analisis, sintesis, evaluasi proses kerja dan produk bagi wiraswastawan, manajer, pemerintah, militer, dosen dan mahasiswa. (Nurmianto, 1996)

Definisi Ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman. (Sutalaksana, 1979)

Antropometri

Istilah Antropometri berasal dari "Athro" yang berarti manusia dan "Metri" yang berarti ukuran. Secara definitif

antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia, manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. (Wignjosoebroto, 1995)

Antropometri menurut Stevenson (1989) dan Nurmianto (1991) dalam Nurmianto (1996) adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. (Nurmianto, 1996)

Perancangan Produk

Produk adalah sebuah benda teknik yang keberadaannya di dunia merupakan hasil karya keteknikan, yaitu hasil perancangan, pembuatan dan kegiatan teknik lainnya yang terkait. Produk dibuat untuk dapat menjalankan fungsinya, yaitu membantu dan meringankan kehidupan manusia. Keberadaan produk ditempuh melalui suatu tahap-tahap siklus kehidupan, yaitu: (Harsokoesoemo, 2004)

a. Ditemukan kebutuhan produk

- b. Perancangan dan pengembangan produk
- c. Pembuatan dan pendistribusian produk
- d. Pemanfaatan produk (pengoperasian dan perawatan produk)

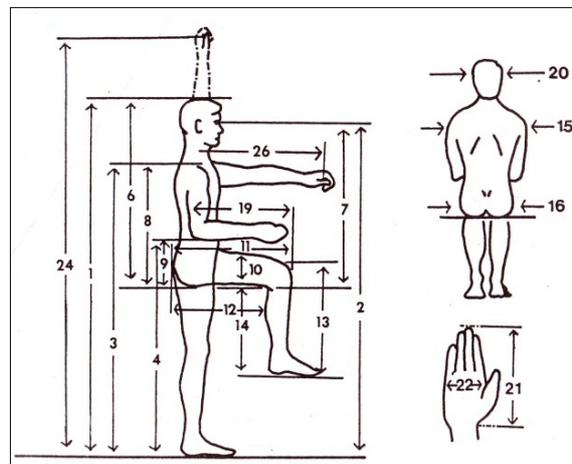
Proses perancangan sangat mempengaruhi produk sedikitnya dalam tiga hal yang sangat penting, yaitu: (Harsokoesoemo, 2004)

- a. Biaya pembuatan produk
- b. Kualitas produk
- c. Waktu penyelesaian produk

Aplikasi Data Antropometri dalam Perancangan Produk/ Fasilitas Kerja

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam *percentile* tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat.

Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil di dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut: (Wignjosoebroto, 1995)



Gambar 1. Data Antropometri yang Diperlukan untuk Perancangan Produk/Fasilitas Kerja

(Sumber: Sritomo Wignjosoebroto, 1995)

Penerapan data antropometri akan dapat dilakukan jika tersedia nilai rata-rata (*mean*, \bar{X}) dan SD (Standar Deviasi, σx) - nya dari suatu distribusi normal. Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya

nilai rata-rata (*mean*) dan SD (Standar Deviasi). Persentil merupakan nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya berada di atas atau di bawah dari nilai tersebut.

Tabel 1. Perhitungan Persentil

Percentil	Perhitungan
1 st	$\bar{X} - 2.325 \sigma x$
2.5 th	$\bar{X} - 1.96 \sigma x$
5 th	$\bar{X} - 1.645 \sigma x$
10 th	$\bar{X} - 1.28 \sigma x$
50 th	\bar{X}
90 th	$\bar{X} + 1.28 \sigma x$
95 th	$\bar{X} + 1.645 \sigma x$
97.5 th	$\bar{X} + 1.96 \sigma x$
99 th	$\bar{X} + 2.325 \sigma x$

(Sumber: Sritomo Wignjosoebroto, 1995)

Mengukur Aktivitas Kerja Manusia

Mengukur aktivitas kerja manusia adalah mengukur besarnya tenaga yang dibutuhkan oleh seorang pekerja untuk melaksanakan pekerjaannya yang diukur dalam satuan Kilokalori. Secara umum kriteria pengukuran aktivitas kerja manusia dapat dibagi dalam dua kelas utama, yaitu kriteria fisiologi dan kriteria operasional. Kriteria fisiologis dari kegiatan manusia biasanya ditentukan berdasarkan kecepatan denyut jantung dan pernafasan. Kriteria operasional teknik-teknik untuk mengukur atau menggambarkan hasil-hasil yang bisa dilakukan tubuh atau anggota-anggota tubuh pada saat melaksanakan gerakan-gerakannya.

Pengukuran aktivitas berdasarkan kekuatan, ketahanan, kecepatan, dan ketelitian. Perhitungan konsumsi oksigen ini dilakukan dengan cara interpolasi, yaitu berdasarkan pada hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expediture*, temperatur badan dan denyut jantung sebagai media dalam pengukur beban kerja operator.

Kelelahan (*Fatigue*)

Kelelahan adalah suatu pola yang timbul pada suatu keadaan yang secara umum dapat dikatakan pada setiap individu yang tidak sanggup lagi untuk melakukan aktivitasnya. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Meningkatnya kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri. Karakteristik kelelahan kerja akan

meningkat dengan semakin lamanya pekerjaan yang dilakukan, sedangkan menurunnya rasa lelah (*recovery*) adalah didapat dengan memberikan istirahat yang cukup.

Metode Pengumpulan Data

a. Data primer

Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari sumber melalui pengamatan, pengukuran dan perhitungan pada objek penelitian. Adapun pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi. Berikut data primer yang diperlukan dalam penelitian ini, diantaranya:

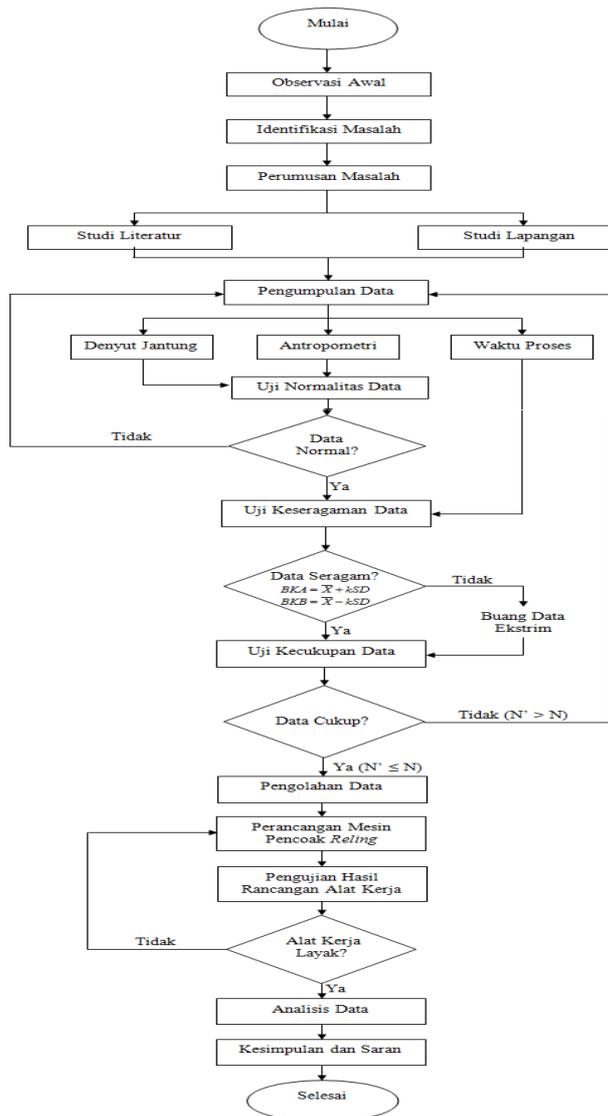
- 1) Data hasil kuisisioner kenyamanan posisi kerja operator
- 2) Data denyut jantung operator
- 3) Data waktu proses
- 4) Data antropometri 2 orang operator di PT PSM

b. Data sekunder

Data sekunder diperoleh dari literatur-literatur yang memuat teori-teori, yang diperlukan dalam mengolah data dan literatur dari perusahaan. Literatur dan teori tersebut guna mendukung proses pengolahan data. Adapun data tersebut adalah penelitian terdahulu, data antropometri dari Bank Data, dan data ketetapan penggunaan persentil.

Flow Chart Penelitian

Flow Chart disusun agar penelitian terarah dan teratur, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Posisi Kerja Operator sebelum Perancangan pada Proses Pencoakan Besi *Railing* (Pipa Besi)

Sebelum perbaikan fasilitas kerja, proses pencoakan *Railing* (Pipa Besi) dilakukan dengan menggunakan alat kerja berupa gerinda. Selain itu, posisi kerja operator tidak menunjukkan kenyamanan kerja. Berikut gambaran aktivitas kerja pada proses pencoakan *Railing* (pipa besi) sebelum dilakukan perbaikan fasilitas dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Posisi Operator pada Proses Pencoakan *Railing* (Pipa Besi) yang Dilakukan secara Manual dengan Gerinda

Data Antropometri

Penyajian hasil perhitungan persentil di atas dengan menggunakan data antropometri.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Persentil Berdasarkan Data Antropometri

No	Pengukuran	Simbol	Persentil (cm)		
			5 th	50 th	95 th
1	Tinggi Bahu Berdiri	tbb	133,16	141,2	149,24
2	Tinggi Siku Berdiri	tsb	100,26	105,8	111,34
3	Jangkauan Tangan	jt	70,06	76,1	82,14
4	Rentangan Tangan	rt	161,54	170,9	180,26
5	Panjang Lengan Bawah	plb	22,62	26,3	29,98

Ukuran dan Dimensi Mesin Coak *Railing* (Pipa Besi)

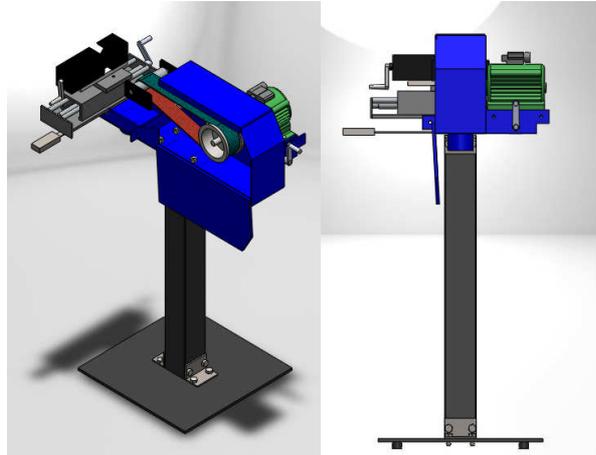
Tabel 3. Ukuran/Dimensi Mesin Coak *Railing* (Pipa Besi)

No	Bagian Mesin Coak <i>Railing</i>	Ukuran/Dimensi (cm)
1	Tinggi mesin coak (Titik tertinggi)	140
2	Tinggi dudukan (untuk peletakan bahan <i>stanless</i> yang akan dicoak)	100
3	Panjang mesin coak	100
4	Lebar mesin coak	50
5	Panjang Dudukan Besi Balok Penjepit <i>Railing</i> (Pipa Besi)	26

Tampilan Desain Mesin Coak *Railing* (Pipa Besi)

Setelah ukuran rancangan mesin coak *Railing* (pipa besi) ditentukan, maka langkah

selanjutnya adalah mendesain rancangan mesin coak dengan menggunakan instrumen *software* SolidWork 2008.



Gambar 4. Gambaran Desain Mesin Pencoak *Railing* (Pipa Besi) Tampilan 3D

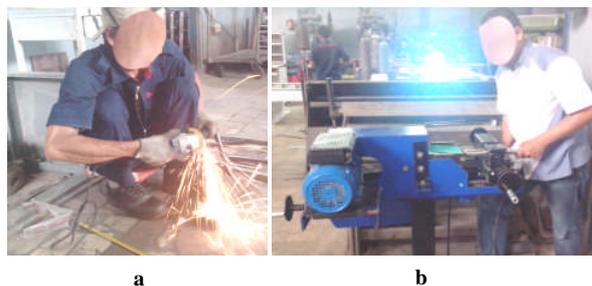
Hasil Kuisisioner Kenyamanan Tata Cara Kerja Pada Proses Pencoakan Besi *Railing* (Pipa Besi)

Dari hasil kuisisioner diketahui bahwa operator mengeluhkan rasa sakit yang dikeluhkan, diantaranya pegal di bagian leher karena bekerja dengan pandangan menunduk, kaki (betis, paha, lutut, pergelangan kaki), punggung bagian atas dan pinggul dan pegal pada bahu karena terlalu lama jongkok, sakit pada bagian jari yang menahan besi, pegal pada bagian pergelangan tangan (yang digunakan untuk memegang gerinda). Sedangkan setelah bekerja dengan mesin hasil rancangan

kan rasa sakit di bagian tubuh.

Posisi Kerja Operator setelah Perancangan pada Proses Pencoakan Besi *Railing* (Pipa Besi)

Kondisi setelah perancangan juga dirasakan lebih nyaman karena tidak menimbulkan rasa sakit pada bagian tubuh operator setelah bekerja. Bagian tubuh yang aktif bergerak setelah perancangan adalah tangan, yang digunakan untuk menjepit *Railing* (pipa besi) pada balok penjepit pada bagian mesin coak.



Gambar 5. Perbandingan (a) Posisi Kerja sebelum Perancangan, (b) Posisi Kerja setelah Perancangan Mesin Coak *Railing* (Pipa Besi)

Perbandingan Konsumsi Oksigen dan Energi setelah Perancangan Mesin Coak Railing (Pipa Besi)

Tabel 4. Perbandingan Rata-rata Konsumsi Oksigen (liter/menit) dan Konsumsi Energi (Kcal/menit) sebelum dan setelah Perancangan Mesin Coak Railing (Pipa Besi)

Keterangan Data yang Dibandingkan	Sebelum Perancangan		Setelah Perancangan	
	\bar{x} sebelum Bekerja	\bar{x} setelah Bekerja	\bar{x} Kondisi sebelum Bekerja	\bar{x} Kondisi setelah Bekerja
Konsumsi Oksigen (liter/menit)	0,45	1,24	0,4	0,64
Konsumsi Energi (Kcal/menit)	2,15	5,95	1,93	3,08

Perbandingan Waktu Baku dan Output Standar Proses Pencokan Railing (Pipa Besi)

Untuk mengetahui produktivitas kerja yang lebih baik dapat diketahui dengan

melakukan perbandingan antara kondisi sebelum dan setelah perancangan, yaitu dengan membandingkan *output* dan waktu baku dari proses pencokan Railing (pipa besi).

Tabel 5. Perbandingan Data Waktu Baku dan Standar Output Proses Pencokan sebelum dan setelah Perancangan Mesin Coak Railing (Pipa Besi)

No.	Aktivitas Pencokan Railing	Waktu Baku		Output Standar (unit/jam)
		menit /unit	jam/ unit	
1.	Sebelum Perancangan	27,08	0,45	2,22
2.	Setelah Perancangan	1,42	0,024	42,24

Produktivitas Proses Pencokan Railing (Pipa Besi)

Berdasarkan hasil pengolahan data, maka dapat diketahui bahwa terdapat

peningkatan produktivitas dalam proses pencokan Railing (pipa besi).

Tabel 6. Data Peningkatan Produktivitas Kerja pada Proses Pencokan Railing (Pipa Besi) dengan Mesin Coak

Produktivitas Kerja				Peningkt. Produk (unit/jam)
Sebelum Perancangan (unit/jam)	Setelah Perancangan (unit/jam)	Efisiensi Waktu Proses		
2,22	42,24	25,66 menit/unit	19 kali	40,02

KESIMPULAN

pengumpulan, pengolahan dan analisis data telah dilaksanakan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mesin coak *Railing* (pipa besi) yang dirancang berdasarkan data antropometri operator PT PSM. Dua data antropometri diperoleh dari pengukuran terhadap dua orang operator dan 28 data antropometri lainnya diperoleh dari bank data antropometri. Mesin coak memiliki tinggi 140 cm, lebar 50 cm, panjang 100 cm, dan tinggi dudukan pencoakan terhadap permukaan lantai 100 cm.
- b. Proses pencoakan *Railing* (pipa besi) dengan menggunakan mesin hasil rancangan menjadi lebih efisien. Waktu baku proses pencoakan dengan menggunakan mesin lebih singkat dibandingkan dengan waktu baku sebelum perancangan. Waktu baku sebelum perancangan sebesar 27,08 menit/unit dan setelah perancangan (menggunakan mesin coak) sebesar 1,42 menit/unit. Maka dapat disimpulkan terjadi penurunan waktu baku sebesar 25,66 menit/unit.
- c. Perbaiki posisi kerja dari posisi awal yaitu jongkok dan menunduk menjadi tubuh duduk tegak meningkatkan kenyamanan bagi operator saat bekerja. Operator menyampaikan bahwa berkerja dengan menggunakan mesin hasil rancangan tidak menyebabkan munculnya keluhan rasa sakit pada seluruh bagian tubuh setelah berkerja pada proses pencoakan *Railing* (pipa besi) di PT PSM.
- d. Nilai standar *output* sebelum perancangan sebesar 2,22 unit/jam dan setelah perancangan sebesar 42,24 unit/jam. Berarti terjadi peningkatan standar *output* pada proses pencoakan *Railing* (pipa besi) sebesar 40,02 unit/jam atau peningkatan produktivitas sebesar 1830%. Maka dapat disimpulkan bahwa proses pencoakan dengan menggunakan mesin coak *Railing* (pipa besi) hasil perancangan lebih produktif dibandingkan tata cara kerja sebelum perancangan (menggunakan gerinda).

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto, Eko. 2001. **Biostatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat**. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Harsokoesoemo, H. Darmawan. 2004. **Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)**, Edisi Pertama, Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- Kroemer, Karl, Hendrike Kroemer dan Katrina Kroemer-Elbert. 1994. **Ergonomics, How to Design for Ease and Efficiency**. Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- Nurmianto, Eko. 1996. **Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya**. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Pullat, B.M. 1992. **Fundamentals of Industrial Ergonomics**, Prentice Hall Inc., United States of America.
- Purnomo, Hari. 2004. **Perencanaan dan Perancangan Fasilitas**, Edisi pertama cetakan pertama,. Penerbit Graha Ilmu
- Solidworks Corporation. 2002. **Introducing Solidworks**. DC. Micro Development, Inc., Massachusetts, U.S.A
- Sutalaksana, Iftikar Z., dkk. 1979. **Teknik Tata Cara Kerja**. Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2000. **Evaluasi Ergonomis dalam Proses Perancangan Produk**. Seminar Nasional Ergonomi 2000. Lab. Ergonomi & Perancangan Sistem Kerja Jurusan Teknik Industri FTI-ITS dan Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) pada Tanggal 20 Agustus 2000, Hotel Sahid, Surabaya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2000. **Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja**. Edisi Kedua, Penerbit Guna Widya. Surabaya.