PERANCANGAN ALAT PENGUPAS KULIT LUNAK MELINJO YANG ERGONOMIS DENGAN PENDEKATAN METODE RASIONAL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PRODUKSI

Safarudin Ramdhani
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang
dhannyzee@yahoo.com

INTISARI

Perancangan sebuah desain merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Masyarakat dalam hal ini menginginkan desaian sebagai produk yang sesuai dan mewadahi kebutuhannya yang semakin meningkat. Metode rasional adalah metode yang menggunakan suatu urutan yang sistematis dalam setiap tahapan. Melinjo atau *Gnetum Gnemon* merupakan tanaman biji-bijian, hampir dari seluruh bagian tanaman mempunyai manfaat. Daun muda, bunga, kulit biji tua yang sangat popular dimasyarakat yang digunakan sebagai bahan sayuran. Desa Baledono Kabupaten Purworejo merupakan sentra pengrajin emping melinjo. Dalam kegiatan produksinya terutama pada proses awal yaitu proses pengupasan kulit lunak melinjo masih dilakukan secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia, dengan posisi duduk dibawah dan menggunakan pisau sebagai alat pengupasnya. Aktivitas proses pengupasan kulit lunak melinjo diketahui setiap harinya para pekerja membutuhkan waktu rata-rata pengupasan 2 jam dengan kapasitas jumlah biji melinjo sebanyak 5 kg. Sedangkan hasil dari limbah lanjutan dari kulit lunak melinjo yang dapat dijual kembali hanya 25% dan hanya bertahan selama 2 hari. Berdasarkan permasalahan diatas dilakukan perancangan alat pengupas kulit luar atau lunak melinjo yang ergonomis dengan pendekatan metode rasional untuk meningkatkan produktivitas produksi. Perancangan rasional ini berdasarkan analisis anthropometri yang diperoleh dari hasil pengolah data anthropometri para pekerja dengan mempertimbangkan nilai persentil dan nilai kelonggaran. Perancangan metode rasional ini mempunyai 7 tahap yaitu *Clarifying objectives*, *Establishing function*, *Setting requirements*, *Generating alternatives*, *Determining characteristics*, *Evaluating alternatives*, dan *Improving details*. Berdasarkan analisis antrhopometri diperoleh rancangan alat pengupas kulit lunak melinjo dengan tinggi 140 cm, lebar 50 cm dan panjang 70 cm.Dari hasil pengolahan data menggunakan metode perancangan rasional, terpilih satu alternatif dengan skor tertinggi dengan karakteristik teknis bahan yaitu Bahan penampung : Plat stainless, Poros Belimbing : Besi, Rangka : Besi, Drum huller : Plat stainless dan Papan pemisah : Plat stainless.

Kata kunci : Metode Rasional, Alat Pengupas Kulit Luar Melinjo, Ergonomi

ABSTRACT

The design of a design is the early activities of the realization of a product that needs much needed by the people. In this society wants the desaian as appropriate products and hosts an ever increasing needs. The rational method is a method that uses a systematic sequence in each stage. Gnetum Gnemon Gnetum plants or seeds, almost from all parts of the plant have the benefits. Young leaves, flowers, bark, old seeds is a very popular dimasyarakat used as vegetables. The village is a hub of Purworejo Baledono craftsman chips gnetum. In its production activities mainly in the initial process, namely the process of stripping the soft skin of gnetum gnemon is still done manually by making use of human power, with the sitting position below and use the knife as a peeler. Soft skin stripping process activity gnetum known every day the workers took an average of 2 hours of stripping with a capacity of 5 kg of gnetum seed. While the results of advanced waste of skin software resale can gnetum only 25% and only lasted 2 days. Based on the above issues, redesign or outer skin peeler gnetum software ergonomics approach to the rational method to improve the productivity of the production. Rational design is based on the analysis of anthropometri obtained from anthropometri data processing results of the workers by considering the value of the percentile and the value of allowances. The design of this rational method has 7 stages of Clarifying objectives, namely Establishing function, Setting requirements, Generating alternatives, Determining characteristics, Evaluating alternatives, and Improving details. Based on

the analysis of antrhopometri acquired the design of soft skin peeler gnetum with a height of 140 cm, width 50 cm and a length of 70 cm.From the results of the data processing method using rational design, selected an alternative with the highest score with technical characteristics of materials namely holding Materials: stainless Plate, Shaft star fruit: iron, Iron Drum, order: huller: stainless Plates and separator: stainless Plate Board.

Keywords: Rational Method, Gnetum outer skin Peeler, Ergonomics.

PENDAHULUAN

Perancangan sebuah desain merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Desain dapat diartikan sebagai salah satu aktivitas luas dari inovasi desain dan teknologi yang digagaskan, dibuat, dipertukarkan dan fungsional.

Melinjo atau *Gnetum Gnemon* merupakan tanaman biji-bijian, hampir dari seluruh bagian tanaman mempunyai manfaat. Daun muda, bunga, kulit biji tua yang sangat popular dimasyarakat yang digunakan sebagai bahan sayuran. Pada data Derektorat Gizi Depkes menunjukan bahwa semua bahan makanan yang terbuat dari tanaman melinjo mempunyai kandungan energy 111kkal, protein 4,5 gr, lemak 1,1 gr, karbohidrat 20,7 gr, kalsium 117mg, fosfor 179mg, zat besi 2,6 mg, vitamin B1 0,07 mg, vitamin C 7 mg (Haryoto, 1997).

Metode rasional adalah metode yang menggunakan suatu urutan yang sistematis dalam setiap tahapan. Metode rasional mempunyai tujuan yaitu memperluas daerah penelitian untuk solusi potensial, atau menjadi fasilitator tim kerja dan kelompok pengambilan keputusan.

Desa Baledono Kabupaten Purworejo merupakan sentra pengrajin emping melinjo. Dalam kegiatan produksinya terutama pada proses awal yaitu proses pengupasan kulit lunak melinjo masih dilakukan secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia. Pada sentra pengrajin emping melinjo ini proses pengupasan kulit lunak yang dilakukan secara manual oleh pekerja dengan posisi duduk dibawah dan menggunakan pisau sebagai alat pengupasnya.

Berdasarkan hasil penyebaran kuisoner awal terhadap para pengrajin di Desa Baledono Kabupaten Purworejo yang melakukan aktivitas proses pengupasan kulit lunak melinjo diketahui setiap harinya para pekerja membutuhkan waktu rata-rata pengupasan 2 jam dengan kapasitas jumlah biji melinjo sebanyak 5 kg. Sedangkan hasil dari limbah lanjutan dari kulit lunak melinjo yang dapat dijual kembali hanya 25% dari jumlah total yang dikupas, Hal ini dikarenakan kulit melinjo yang telah dikupas hanya dapat bertahan 2 hari. Dari survei awal yang telah dilakukan, didapatkan bahwa kondisi keamanan pekerja dengan proses pengupasan kulit secara manual menyebabkan jari tangan terluka dan terkelupasnya kulit antara sela-sela kuku. Dalam hal ini menunjukan dapat mengakibatkan rendahnya tingkat produktivitas produksi.

Kulit biji melinjo mengandung *enzim protease*, hal ini ditunjukan oleh suatu keadaan diman para pekerja yang melakukan aktivitas pengupasn kulit biji melinjo mengalami penglupasan pada kulit jari-jari tanganya pada bagian sekitar kuku. Hal tersebut diakibatkan oleh aktivitas *enzim protease* kulit biji melinjo yang mendegradasi protein kulit jari tangan sehingga kulit mengelupas (Zaed, 2010).

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan peneliti dalam penyusunan laporan tugas akhir ini terletak di Kota Purworejo Desa Baledono, yaitu sebuah industri rumah tangga pembuatan emping melinjo.

Subyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah pekerja industri rumah tangga emping melinjo dibagian pengupasan kulit luar biji melinjo. Sedangkan obyek yang diteliti adalah pekerja atau proses pemisahan kulit luar melinjo dari kulit keras biji melinjo, dengan pengupasan secara manual atau tradisional.

Langkah-langkah metodologi penelitian yang dilakukan yaitu adalah studi pendahuluan berdasarkan hasil survei awal dilapangan, identifikasi permasalahan yang menjadi focus kajian, penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data melalui riset pustaka (studi kepustakaan) dan riset lapangan (observasi, kuisioner dan wawancara), pengolahan data yaitu data kuantatif dan hasil pengukuran anthrophometri. Langkah selanjutnya dilakukan analisis dilakukan perancangan alat bantu dengan metode rasional dengan 7 tahapan yaitu *Clarifying objectives, Establishing function, Setting requirements, Generating alternatives, Determining characteristics, Evaluating alternatives*, dan *Improving details.*, kemudian dilakukan simulasi rancangan produk dan analisis hasil. Bagian akhir dari penelitian ini adalah kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan dan Pegolahan Data

Gambar 1. Proses Pengupasan Kulit Lunak Melinjo

Gambar 2. Hasil Kupas Kulit Lunak Melinjo

Pada Gambar 1 dan 2 menunjukan proses pengupasan dan hasil dari kupasan kulit lunak melinjo secara tradisional atau manual.

Tabel 1. Hasil Kuisoner

Kriteria	A	B	C	D	E	Rata-rata
1	5	4	4	5	4	4.4
2	5	5	5	4	5	4.8
3	5	5	5	4	4	4.6
4	4	4	4	4	4	4
5	5	4	4	4	4	4.2

Pada Tabel 1 menunjukan hasil kuisioner preferensi responden yang nantinya akan digunakan sebagai rujukan untuk pengolahan data metode rasional.

Analisis Perancangan

Pada tahap *clarifying objectives*, metode yang digunakan adalah *objectives tree*, bertujuan untuk menjelaskan tujuan dan sub tujuan dari perancangan, dan hubungan diantara keduanya. Dengan hasil Efektif, Aman, Efisien, Nyaman dan Ergonomis.

Pada tahap *establishing function* ini, metode yang digunakan adalah *function analysis* (analisis fungsi), hal ini bertujuan menentukan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dan batasan sistem dari perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo.

Pada tahap *setting requirements* ini, metode yang digunakan adalah *performance specification* (spesifikasi performansi), hal ini bertujuan untuk membuat spesifikasi yang akurat dari kebutuhan pelaksana suatu solusi perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo

Tabel 2. *performance specification*

TUJUAN	KRITERIA
1. Mempermudah pemisahan & waktu baku pengupasan	Kontruksi mesin kuat dan produktif
2. Data antrophometri	Ukuran tinggi & lebar mesin sesuai antrophometri pekerja
3. Aman/ melindungi pemakai	Bagian mesin yang aman untuk pekerja & kinerja mesin

4. Biaya produksi rendah dan harga terjangkau	Kontruksi & material yang digunakan terjangkau.
5. Kenyamanan	Mudah dalam menggunakan atau mengoperasikan mesin.

Pada tahap *determining characteristics* ini menggunakan metode analisis ergonomi dan analisis teknik. Tahap ini berisikan penjelasan mengenai pemenuhan target yang akan dicapai dari setiap karakteristik produk sehingga kebutuhan konsumen dapat terpenuhi.

Pada penelitian ini, tahap *determining characteristics* tidak menggunakan metode *quality function deployment* (QFD), karena penelitian yang dilakukan berupa perancangan yang lebih difokuskan pada karakteristik, yaitu perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo untuk meningkatkan proses produksi dan kualitas limbah lanjutan, dimana keinginan pengguna tetap dipertimbangkan tetapi hanya dalam hal penentuan criteria pembobotan dan alternatif-alternatif yang digunakan dalam perancangan saja. Berikut ini akan dijelaskan analisis ergonomi yang digunakan.

Analisis ergonomi dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang akan digunakan dalam perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo. Nilai kelonggaran dibutuhkan untuk memberikan kelonggaran terhadap rancangan yang dibuat. Nilai kelonggaran dapat berupa penambahan atau pengurangan dari ukuran sebenarnya berdasarkan dari hasil perhitungan nilai persentil serta dimensi antrophometri yang digunakan

Tinggi produk yang dirancang disesuaikan dengan dimensi anthropometri tinggi bahu berdiri (TBB) dengan nilai persentil 50%. Tujuan pemilihan dimensi TBB dengan persentil 50% adalah agar pengguna yang mempunyai dimensi TBB pendek atau tinggi dapat menggunakan alat pengupas kulit lunak melinjo dengan nyaman. Berdasarkan hasil analisis ergonomi diperoleh ukuran tinggi alat pengupas kulit lunak melinjo yang dirancang 140.74 cm, dibulatkan 140 cm tanpa adanya kelonggaran.

Lebar produk yang dirancang disesuaikan dengan dimensi anthropometri lebar bahu berdiri (LB) dengan nilai persentil 50%. Tujuan pemilihan dimensi LB dengan persentil 50% adalah agar pengguna yang mempunyai dimensi LB lebih lebar dapat menggunaka alat pengupas kulit lunak lebih nyaman. Berdasarkan hasil analisis ergonomic diperoleh ukuran lebar alat pengupas kulit lunak melinjo yang dirancang 48.67cm. *Allowance* yang diberikan sebesar +1.33cm dengan pertimbangan pengguna yang lebar bahu lebih besar, sehingga ukuran yang dirancang adalah 50 cm.

Lebar penampung yang dirancang disesuaikan dengan dimensi anthropometri jangkauan tangan (JT) dengan persentil 50%. Tujuan pemilihan dimensi JT dengan persentil 5% adalah agar pengguna yang mempunyai jangkauan tangan lebih pendek dapat menggunakan alat lebih nyaman. Berdasarkan hasil analisis ergonomi yang dirancang adalah 71.56 cm, dibulatkan menjadi 70 cm.

Pada tahap *generating alternatives* ini, metode yang digunakan adalah *morphogy chart* (peta morfologi), bertujuan untuk membangkitkan *range* lengkap dari solusi-solusi perancangan alternatife dan memperluas pencarian terhadap solusi baru yang potensial. Pada Tabel 3 diperoleh kombinasi alternatif sebanyak 3x2x2x2x3 = 72 alternatif.

Tabel 3. *Morphology chart*

Atribut	**Alternatif**		
	1	**2**	**3**
Bahan Penampung	Plat besi	Plat alminium	Plat Stainless

Poros Belimbing	Besi	Stainless	
Rangka	Besi	Stainless	
Drum Huller	Besi	Stainless	
Papan Pemisah	Plat besi	Plat alminium	Plat stainless

Pada tahap *evaluating alternatives* ini metode yang digunakan adalah metode *weighted objectives* yang berisi penjelasan mengenai pembandingan nilai guna alternatif usulan perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo.

Screening bertujuan untuk mengurangi jumlah alternative perancangan. Alternatif perancangan yang diperoleh pada tahap *Generating Alternatives* ssebanyak 72 alternatif. Alternatif yang dihasilkan terlalu banyak sehingga perlu dilakukan eliminasi atau pengurangan terhadap alternatif-alternatif tersebut.

Tabel 4. Hasil *Screening*

Atribut	**Alternatif**	
	1	**2**
Bahan Penampung	Plat besi	Plat stainless
Poros Belimbing	Besi	Stainless
Rangka	Besi	
Drum Huller	Besi	Stainless
Papan pemisah	Plat besi	Plat stainless

Setelah melalui tahap eliminasi di atas, maka kombinasi alternatif yang terbentuk untuk kemudian dilanjutkan analisis *weighted objective* adalah 2x2x1x2x2 = 16. Setelah itu dilakukan pembangkitan alternatif dari ke-16 alternatif tersebut.

Pemberian nilai bobot dalam hal ini didasrkan pada nilai rata-rata hasil prefensi responden terhadap masing kriteria pada kuisioner penelitian. Kriteria dengan nilai rata-rata terbesar akan mendapatkan rangkaing tertinggiserta memiliki bobot terbesar dan kriteria dengan nilai rata-rata terkecil akan mendapatkan rangking terendah serta memiliki bobot terkecil.

Tabel 5. Pembobotan Setiap kriteria

Kriteria	**Rata-rata**	**Ranking**	**Nilai**	**Bobot**
1	4.4	3	3	0.2
2	4.8	1	5	0.33
3	4.6	2	4	0.267
4	4	5	1	0.037
5	4.2	4	2	0.091
Total		15	15	1

Pemilihan salah satu alternatif diantara 16 alternatif usulan perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo akan dilakukan dengan memberikan penilaian terhadap masing-masing kriteria dalam *Weighted Objectives Evaluatioan Chart.* Nilai yang diperoleh untuk masing-masing kriteria merupakan hasil perkalian antara nilai bobot dengan nilai skor. Penilaian dilakukan dengan menggunakan dilakukan dengan menggunakan skala 5 titik (*five-ponit scale*) dengan menggunakan yaitu dari skala 0 sampai 4. Pemberian nilai skor yang tinggi yaitu skala 4 yang berarti alternatif yang ada telah memenuhi spesifikasi performansinya, tetapi jika skor yang diberikan di bawah skala 4 maka alternative tersebut belum memenuhi spesifikasi performansinya.

Penentuan skor untuk berbagai kriteria dalam *weighted objectives evaluation* adalah

Kriteria 1 : Konstruksi mesin kuat dan produktif

Atribut yang mempengaruhi konstruksi mesin kuat dan produktif adalah Poros belimbing yang menyayat kulit lunak, mata pengupas pada drum huller sehinnga pengupasan lebih cepat, papan pemisah dan rangka mesin.

Kriteria 2 : Ukuran tinggi dan lebar mesin sesuai antrophometri pekerja.

Semua alternatif diberi skor 4, hal ini dikarenakan semua alternatif alat pengupas kulit lunak melinjo disesuaikan dengan data anthropometri, sehingga kriteria Ukuran tinggi dan lebar mesin sesuai antrophometri pekerja yang telah dispesifikasikan dalam *Performance specification* dapat dipenuhi dengan baik dari ke-16 alternatif tersebut.

Kriteria 3 : Bagian mesin yang aman untuk pekerja dan kinerja mesin

Atribut yang mempengaruhi bagian mesin yang aman untuk pekerja dan kinerja mesin adalah penampung dan papan pemisah. Atribut yang mempengaruhi bagian mesin yang aman untuk pekerja dan kinerja mesin.

Kriteria 4 : Kontruksi dan material yang digunakan terjangkau.

Atribut yang mempengaruhi konstruksi dan material yang digunakan terjangkau adalah Besi, Stainless, Plat besi, Plat stainless. Atribut yang mempengaruhi konstruksi dan material yang digunakan terjangkau.

Kriteria 5 : Mudah dalam menggunakan atau mengoperasikan mesin.

Semua alternatif diberi skor 4, hal ini dikarenakan semua alternatif alat pengupas kulit lunak melinjo memiliki faktor kemudahan yang relatif sama, sehingga kriteria mudah menggunakan atau mengoperasikan yang telah dispesifikasikan dalam *Performance specification* dapat dipenuhi dengan baik dari ke-16 alternatif tersebut.

Setelah mengetahui skor masing-masing kriteria maka tahapan selanjutnya dalam penilaian adalah menghitung bobot total dari masing-masing alternatif untuk mengetahui alternatif mana yang memiliki bobot terbesar untuk kemudian dipilih sebagai alternatif terbaik.

Berdasarkan hasil penilian alternatif usulan perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo hasil perkalian bobot dan skor yang tertinggi adalah alternatif 8 yaitu sebesar 3.6408. Hasil nilai tertinngi tersebut dipilih sebagai acuan dari usulan perancangan alat pengupas kulit lunak melinjo yang akan dibuat**.**

Tabel 6. Hasil Alternatif yang dipilih

Atribut	Keterangan
Bahan Penampung	Plat Stainless
Poros Belimbing	Besi
Rangka	Besi
Drum Huller	Plat stainless
Papan Pemisah	Plat stainless

Tahap *improving details* merupakan tahapan terakhir dari perancangan ini, pada tahap ini menggunakan metode perbandingan antara produk terdahulu dengan hasil rancangan, yaitu hasil perbandingan proses pengupasan kulit luar melinjo menggunakan cara tradisional yaitu pisau dengan alat pengupas kulit luar hasil rancangan.

Simulasi Alat dan Proses Pengerjaan

Pada penelitian ini dilakukan proses pengerjaan alat dengan rancangan mekanik awal, setelah melakukan beberapa uji coba terjadi beberapa kerusakan pada alat.

1. Terjadi kerusakan pada motor penggerak, hal ini dikarenakan terjadi penumpukan biji melinjo pada poros belimbing dan *drum huller* sehingga motor tidak dapat bergerak karena penggerak menggunakan gir dan rantai.
2. Kerusakan pada poros belimbing dan *drum huller* akibat dari penumpukan biji melinjo.
3. Kerusakan pada roda gigi hal ini dikarenakan perhitungan yang kurang tepat, dan penumpukan biji melinjo.

Pada penelitian ini produk awal dari rancangan sebelumnya mengalami kerusakan yang sangat besar. Sehingga dalam hal ini peneliti membuat sebuah simulasi produk menggunakan software *Autodesk Inventor Profesional* 2012. Dalam hal ini simulasi berfungsi sebagai alat untuk membantu mewujudkan hasil rancangan yang sebelumnya telah dihasilkan. Pada simulasi ini dilakukan perbaikan rancangan alat tanpa mengabaikan hasil dari metode perancangan rasional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasn perancangan alat pengupas kulit luar melinjo dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Rancangan alat pengupas kulit luar melinjo disesuaikan dengan hasil

pengolahan data anthropometri tubuh para pekerja dengan mempertimbangkan nilai persentil dan nilai kelonggaran.

2. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode perancangan rasional, terpilih satu alternatif dengan skor tertinggi dari 16 alternatif dengan nilai skor 3.6408. Dengan karakteristik teknis bahan yang terpilih yaitu Bahan penampung : plat stainless, Poros belimbing : Besi, Rangka : Besi, Drum huller : Plat stainless dan Papan pemisah : Plat stainless.

Saran

Dalam pembuatan rancangan ini masih diperlukan penelitian lanjutan dengan mewujudkan prototype produk hasil rancangan ke masyarakat, agar dapat diketahui kelayakan pakai dan fungsi alat.

DAFTAR PUSTAKA

Arfianza AW., 2010, Perancangan Alat Duduk Ergonomis Pada VDT Untuk Pengguna Laptop Dengan Metode Rasional, Institut Teknologi Telkom, Bandung.

Cross, N., 1994, *Engineering Design Methods Strategies for Product Design*, Edisi 2, John Wiley and Sons Ltd., United Kingdom

Diana, Isabela Meta, 2007,Skripsi: *Usulan Perancangan Tempat Tidur Periksa Bagi Pasien Lanjut Usia*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Hadiguna, Rika A. dan Mia Monasari, 2006, *Karakteristik Ergonomis Rancang Bangun Wheelbarrow*, Jurnal Teknik Industri Vol.8, No.1, Juni 2006 : 82-96, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

Nurmianto, E., 2004, *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya* Edisi Kedua, Penerbit Guna Widya, Surabaya.

Prakosa, Rudy Firman. 2010. *Perbandingan Metode Rasional dengan Kreatif untuk Mendesain Alat Bantu Pasang Lampu*, Thesis, Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta

Pullat, Mustafa, B., 1992, *Fundamentals Of Industrial Ergonomics*, Pretice Hall, New Jersey, Oklahoma.

Raharjo, Poppy.,2008, Skripsi : *Usulan Alat Pemotong Kertas Karton*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Tarwaka, Solichul HA.B., Lilik S., 2004, *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Cetakan Pertama, UNIBA Press, Surakarta.

Wignjosoebroto, S., 2003, *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu*, Penerbit P.T. Guna Widya, Surabaya

Wignjosoebroto, Sritomo. ***Analisis Ergonomi dalam Proses Perancangan Produk*** *: Studi Kasus di Sektor Industri Tradisional*. Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 1997, 6-7 Januari 1997 – Laboratorium Perancangan Sistem Kerja & Ergonomi, Jurusan Teknik Industri - ITB, Bandung.