

PERANCANGAN ALAT PEMBENTUK LEMBARAN MIE BASAH YANG ERGONOMIS DENGAN PENDEKATAN REKAYASA NILAI

(DESIGNING ERGONOMICS MACHINES TO PRODUCE WET-NOODLE SHEETS THROUGH VALUE ENGINEERING APPROACHES)

Diah Kusumardhani S.¹⁾, Guntarti Tatik Mulyati²⁾, Wahyu Purwanto²⁾

ABSTRACT

To operate machines during the producing wet-noodle sheets processes involve both crews' hands and physical activities. The constructed structures for such machines which are not suitable for the operators' physical anthropometry may ultimately affect the operators' performances. Accordingly, declining in production quantities and qualities are unsurprising.

Three stages are involved in designing and construction of such machines based on the above approaches. Namely identifying a set of operators' associated needs (which are gathered through questionnaires), secondly is developing the ergonomics machine concept through FAST diagram and the last stage is analyzing the machines' overall expected value and performances. These design stages are performed on the main machine structure, the mixed blend basin, the milled paste container and on the handle grip to rotate the milling device. Studies indicated that machines constructed through these methods produced incremental of performance by 2,56% and value by 3,72% respectively.

Key Word : *Designing Ergonomics Machines, Wet-Noodle sheets, and Operators' Anthropometry*

PENDAHULUAN

Keberhasilan suatu industri pengolahan hasil pertanian terletak pada kesesuaian antara produk yang dihasilkan dengan keinginan konsumen dan dibuat dengan biaya produksi yang minimal. Untuk mencapai tujuan tersebut, produk yang dihasilkan harus memiliki spesifikasi mutu yang baik, jumlahnya memadai, penampilan produk menarik, serta perlu didukung oleh keberhasilan dalam pelaksanaan operasional. Hal ini dilakukan agar dapat berkompetisi dalam persaingan pasar lokal maupun global yang semakin ketat, terutama pada industri sejenis yang menghasilkan produk serupa.

Industri mie basah sebagai salah satu industri makanan, khususnya yang berbahan baku tepung terigu, merupakan salah satu cabang industri dibawah binaan Direktorat Jendral Industri Hasil Pertanian dan Kehutanan yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan (Sujata, 1997). Di Indonesia terdapat banyak makanan daerah yang menggunakan bahan baku mie basah, seperti tauge goreng (Jawa Barat) dan mie celor (Palembang). Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian mie basah sudah lama dan telah melekat pada kebutuhan daerah dalam bentuk makanan khas daerah. Di masa-masa mendatang penggunaan mie basah akan semakin meluas karena sifat penggunaannya yang praktis serta rasanya yang enak (Astawan, 1999).

Mie basah umumnya diproduksi oleh industri kecil yang diusahakan dengan pola manajemen dan teknologi sederhana serta dilakukan dalam volume kecil. Alat bantu pengolahannya menggunakan teknologi tingkat rendah yang membutuhkan pekerjaan manual dan fisik. Pengoperasian alat relatif sangat mudah. Namun untuk pengoperasian dalam waktu yang cukup lama, tanpa cara dan pola kerja yang baik akan cepat menimbulkan kelelahan bagi pemakai. Permasalahan lain yang timbul berasal dari keterbatasan manusia atau tidak sesuainya kondisi alat yang digunakan dengan pemakai. Permasalahan ini pada umumnya timbul karena pada perancangan (desain) alat belum menerapkan konsep "sistem manusia mesin" secara tepat, atau belum adanya kombinasi antara pemakai dengan alat yang membentuk sebuah sistem kerja dengan memperhatikan karakteristik masing-masing (kelemahan dan kelebihan), sehingga output yang dihasilkan belum maksimal (Sutalaksana, 1982).

Proses pembuatan mie basah secara umum terdiri dari enam tahap, yaitu tahap pencampuran bahan, pengulenan adonan, pembentukan lembaran, pembentukan mie, perebusan dan pendinginan. Pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa tahap pembentukan lembaran memerlukan waktu kerja yang relatif lama, dimana pada tahap sebelumnya (pengulenan adonan) hanya memerlukan waktu 1447 detik sedangkan tahap pembentukan lembaran memerlukan waktu 1786 detik. Hal ini disebabkan karena setiap dua sampai tiga menit sekali pekerja berhenti menggerakkan alat penggiling untuk beristirahat. Akibatnya kelancaran proses produksi terganggu sehingga mempengaruhi jumlah hasil yang diperoleh. Lamanya waktu kerja pada tahap ini lebih disebabkan karena faktor konstruksi alat pembentuk lembaran yang belum sesuai dengan antropometri tubuh pekerja sehingga mempengaruhi performansi kerja.

Perkembangan teknologi mengisyaratkan semakin meluasnya penggunaan alat-alat modern di masa yang akan datang. Hal ini mendorong perlunya pihak pengelola industri untuk melakukan evaluasi terhadap alat pembuat mie basah yang ada. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan teknologi melalui perancangan alat pembentuk lembaran mie basah dengan memperhatikan kebutuhan kerja, ergonomis bagi penggunaannya (antara lain dari segi kemudahan dalam penggunaan, keamanan dan kenyamanan) serta berdaya guna tinggi. Selain itu diperlukan juga keseimbangan fungsional antara biaya, keandalan dan

¹⁾Alumni TIP UGM

²⁾ Staf Pengajar TIP UGM

performansi alat. Salah satu teknik manajemen yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi fungsi, menetapkan nilai dan mengembangkan alternatif untuk memenuhi fungsi tersebut dengan biaya yang optimal adalah melalui rekayasa nilai. Dengan mempelajari rekayasa nilai maka tujuan untuk meningkatkan produktivitas, kualitas dan keselamatan kerja dapat tercapai.

Pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana desain (rancangan) alat pembentuk lembaran pada proses pembuatan mie basah yang ergonomis bagi penggunaannya (antara lain dari segi kemudahan dalam penggunaan, keamanan dan kenyamanan) sehingga tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja dapat tercapai.

METODOLOGI

Obyek Penelitian

Penelitian dilakukan pada 7 industri mie basah yang dioperasikan secara manual di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Obyek utama dalam penelitian ini adalah alat pembentuk lembaran yang dioperasikan secara manual pada proses pembuatan mie basah. Faktor-faktor yang berpengaruh dan diamati dalam penelitian ini adalah informasi mengenai faktor-faktor yang diperhatikan dalam menggunakan alat pembentuk lembaran, informasi mengenai biaya pembuatan alat pembentuk lembaran, serta pendapat pemilik industri mie basah tentang rancangan alat pembentuk lembaran. Parameter yang diukur adalah gambar teknik dan spesifikasi alat pembentuk lembaran, serta antropometri tubuh pekerja.

Pengumpulan data dilakukan melalui survei dan pengamatan langsung pada industri mie basah terutama pada tahap pembentukan lembaran, wawancara dan penyebaran kuesioner terhadap pemilik industri mie basah dan pekerja bagian pembentukan lembaran, serta studi pustaka untuk mengumpulkan data sekunder.

Analisa Data

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap kegiatan meliputi:

1. Deskripsi kondisi fisik alat pembentuk lembaran yang digunakan saat ini serta identifikasi kebutuhan pemakai untuk mengetahui faktor-faktor yang diperhatikan dalam menggunakan alat melalui penyebaran kuesioner.
2. Pengembangan konsep produk yang dilakukan menggunakan metode FAST (*Function Analysis System Technique*) untuk menganalisa faktor-faktor yang diperhatikan dalam menggunakan alat pembentuk lembaran dan menggambarkan keterkaitan antara masing-masing faktor. Dengan pengembangan konsep produk ini dapat ditentukan elemen kriteria alat serta fungsi utama alat pembentuk lembaran sebagai kriteria keberhasilan.
3. Perancangan ulang alat pembentuk lembaran dengan pendekatan ergonomis menggunakan data antropometri tubuh operator yang diambil berdasarkan nilai persentil, baik persentil 5, 50 dan 90, sesuai kegunaan masing-masing.

4. Penentuan tingkat performansi alat dengan cara evaluasi sederhana yang melibatkan sejumlah pemakai. Evaluasi dilakukan menggunakan kuesioner berdasarkan kriteria keberhasilan perancangan alat pembentuk lembaran.
5. Perhitungan biaya alat pembentuk lembaran yang ada. Selanjutnya dapat dihitung nilai dari masing-masing rancangan alat dengan rumus:

$$Value = \frac{\text{Performansi}}{\sum \text{Biaya yang dikeluarkan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pengumpulan Informasi

Alat pembentuk lembaran mie basah berfungsi untuk mengubah lembaran adonan dengan ketebalan 3-4 mm yang dihasilkan dari proses sebelumnya menjadi lembaran adonan yang lebih tipis. Proses pembentukan lembaran menggunakan dua buah alat penggiling dengan mekanisme kerja yang sama. Alat penggiling pertama untuk membentuk ketebalan lembaran 2-3 mm dan alat penggiling kedua untuk membentuk ketebalan lembaran 1-2 mm. Lembaran adonan dari proses sebelumnya diletakkan di tempat lembaran adonan, ditipiskan dengan alat penggiling dan hasilnya ditampung pada tempat hasil gilingan. Pada saat tangan kanan menggerakkan handel pemutar alat penggiling, tangan kiri memegang lembaran adonan yang akan ditipiskan. Setiap 4-5 menit sekali, atau setelah hasil gilingan mencapai ketinggian $\pm 20-30$ cm, pekerja memindahkan hasil gilingan tersebut ketempat lembaran adonan pada alat penggiling berikutnya.

1. Deskripsi Kondisi Fisik Alat Pembentuk Lembaran yang Digunakan Saat Ini

Alat pembentuk lembaran yang dioperasikan sambil berdiri ini terdiri dari empat bagian yaitu kerangka utama, alat penggiling, tempat meletakkan adonan dan tempat menampung hasil gilingan. Hasil pengamatan terhadap alat pembentuk lembaran yang digunakan saat ini dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan bentuk alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Table 1. Components of Current Machine Type

No.	Components	Material	Dimention (in cm)	
1	Main machine structure	Wood	Length	: 170
			Width	: 42
			Height	: 80
2	Milling device	Stainlessteel	Length	: 35
			Width	: 21
			Height	: 12
	Roll	Stainlessteel	Diameter	: 9
	Handle grip	Stainlessteel	Length	: 12
			Diameter	: 2
3	Mixed blend basin	Wood	Length	: 40
			Width	: 42
4	Mixed paste container	Wood	Length	: 170
			Width	: 42
			Height from floor	: 30

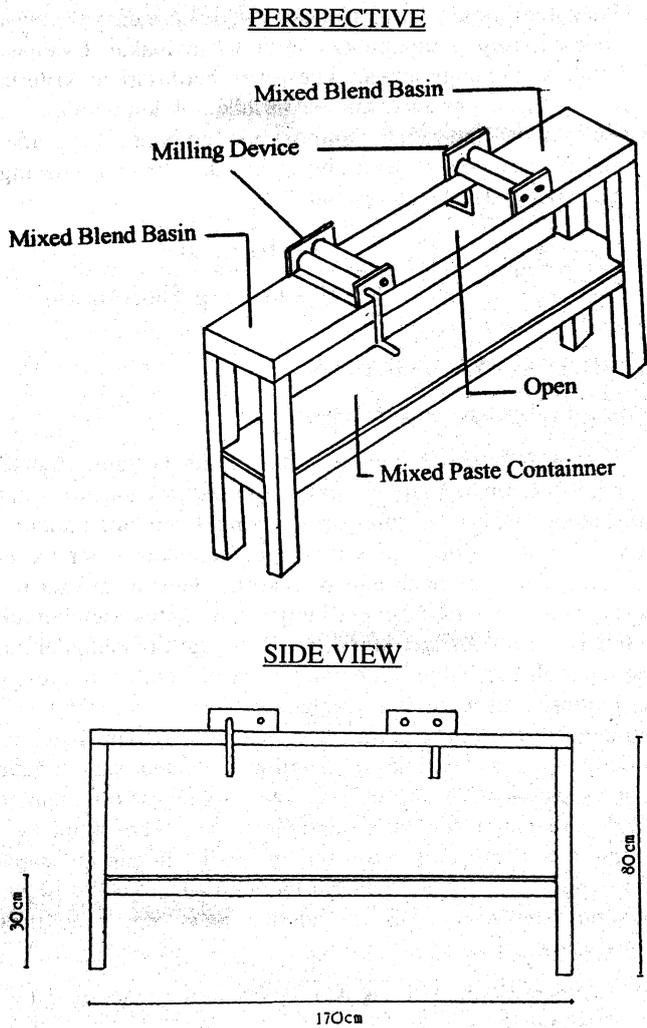


Figure 1.a. The Type of Machine Which is Used Currently (Perspektif And Side View)

2. Identifikasi Kebutuhan Pemakai

Alat bantu yang digunakan pada tahap ini adalah kuesioner yang diberikan kepada pemakai, baik pekerja alat pembentuk lembaran maupun pemilik industri mie basah. Pada penyebaran kuesioner ini tidak dilakukan pemisahan responden, yaitu antara pekerja alat pembentuk lembaran maupun pemilik industri mie basah, karena pemilik biasanya ikut serta pada proses pembuatan mie basah. Hasil penyebaran kuesioner memberikan informasi mengenai beberapa faktor yang diperhatikan dalam menggunakan alat pembentuk lembaran, yaitu:

- Rasa aman ketika menggunakan alat
- Rasa nyaman ketika menggunakan alat
- Kemudahan dalam pengoperasian
- Banyaknya hasil yang diperoleh
- Kualitas hasil yang diperoleh
- Lama waktu bekerja
- Biaya pembuatan alat
- Bentuk dan ukuran alat

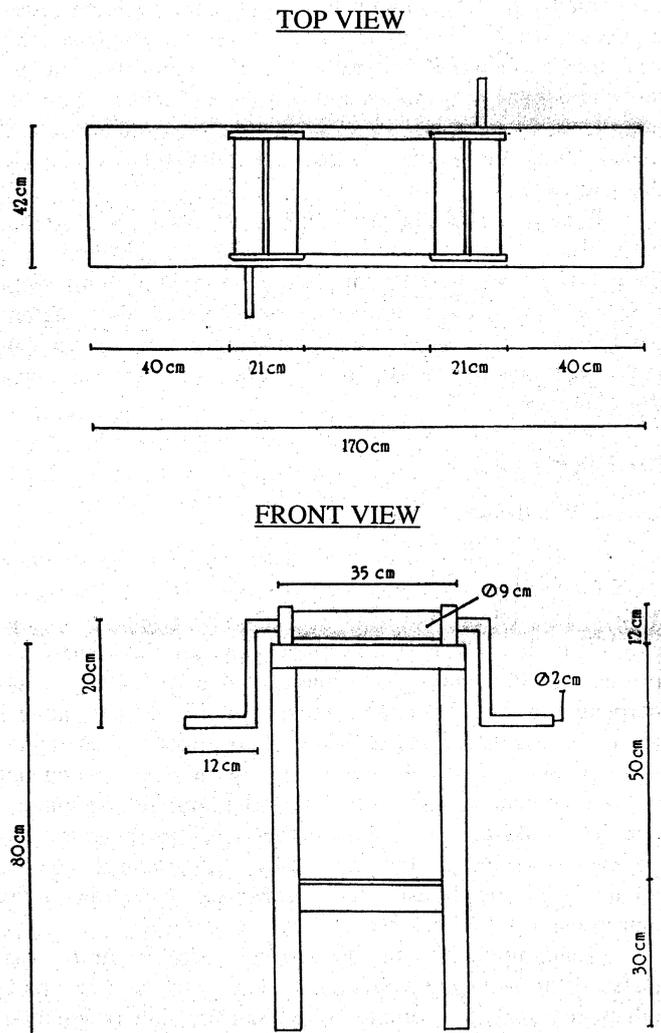


Figure 1.b. The Type of Machine Which is Used Currently (Top View and Front View)

Selanjutnya responden diminta memberi urutan peringkat pada elemen kriteria yang merupakan faktor-faktor yang diperhatikan dalam menggunakan alat pembentuk lembaran. Peringkat pertama untuk elemen kriteria yang dianggap paling penting dan diberi nilai delapan sedangkan peringkat kedelapan untuk elemen kriteria yang dianggap kurang penting dan diberi nilai satu. Dari langkah ini diperoleh timbangan elemen kriteria yang menunjukkan bobot masing-masing elemen kriteria. Makin besar nilai suatu elemen kriteria maka makin penting elemen kriteria tersebut bagi pemakai alat pembentuk lembaran.

Bobot timbangan elemen kriteria k =

$$\frac{\text{Jumlah nilai elemen kriteria k}}{\text{Nilai semua elemen kriteria}} \times 100\%$$

Table 2. Weight of Operators' Associated Needs

No.	Operators' associated needs	Weight (%)	Rank
1	Safety	19,53	1
2	Comfortability	17,56	2
3	Easier to operate	14,52	4
4	Product quality	10,31	5
5	Product quantity	14,78	3
6	Working time	9,59	6
7	Manufacturer cost	6,63	8
8	Type and dimention	7,08	7

3. Pengukuran antropometri pekerja

Data antropometri pekerja yang diukur adalah jangkauan tangan maksimal, jangkauan tangan minimal, tinggi siku berdiri, diameter genggam (maksimal), dan lebar telapak tangan (sampai ibu jari). Jangkauan tangan maksimal digunakan untuk menentukan jarak maksimal letak obyek kerja. Jangkauan tangan maksimal pekerja adalah 63,1 cm. Jangkauan tangan minimal digunakan untuk menentukan jarak minimal letak obyek kerja. Jangkauan tangan minimal pekerja adalah 38,1 cm. Baik ukuran jangkauan tangan maksimal atau minimal ditentukan berdasarkan persentil 5%, agar hanya 5% dari populasi mempunyai jangkauan tangan kurang dari ukuran tersebut. Hal ini berarti 95% dari populasi mempunyai jangkauan tangan lebih dari ukuran tersebut. Data ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan lebar meja. Dengan demikian, obyek kerja yang berupa lembaran adonan mie basah diletakkan pada jarak antara 38,1 cm sampai 63,1 cm.

Tinggi siku berdiri berguna untuk memberikan referensi dalam menentukan tinggi meja. Tinggi siku berdiri pekerja adalah 104,5 cm yang ditentukan berdasarkan persentil 50%. Penggunaan persentil 50% direkomendasikan oleh Grandjean (1988) yang menyatakan bahwa untuk mendapatkan postur kerja alamiah, untuk pekerjaan yang dilakukan sambil berdiri dan jika pekerjaan tersebut memerlukan tenaga yang besar serta memanfaatkan berat tubuh bagian atas maka permukaan kerja lebih rendah dari 150–400 mm dibawah ketinggian siku rata-rata, sehingga diperoleh tinggi siku berdiri pekerja sebesar 88,2 cm.

Diameter genggam digunakan untuk menentukan ukuran maksimal diameter handel pemutar alat penggiling. Berdasarkan penelitian Henry Dryfuss, 1959 (dalam Nurmianto, 1998) diameter handel sebaiknya cukup kecil untuk tangan 2,5 persentil untuk menggenggamnya. Diameter genggam pekerja adalah 4,5 cm yang ditentukan

berdasarkan persentil 5%, agar hanya 5% populasi mempunyai diameter genggam kurang dari ukuran tersebut.

Lebar telapak tangan digunakan untuk menentukan lebar handel pemutar alat penggiling. Lebar telapak tangan pekerja adalah 10,8 cm yang ditentukan berdasarkan persentil 95%, agar 95% dari populasi mempunyai lebar telapak tangan kurang dari ukuran tersebut sehingga dapat memegang handel pemutar dengan mudah. Selain itu berdasarkan hasil penelitian Henry Dreyfuss, 1959 (dalam Nurmianto, 1998) untuk dimensi dinamis, dimensi (lebar) ditambah dengan 14% pada saat ditekuk sehingga lebar handel pemutar menjadi 12,3 cm.

Table 4. Operator s' Physical Anthropometry (in cm)

No.	Anthropometry	Percentil		
		5%	50%	95%
1	Forward reach (max)	63,1	70,8	78,4
2	Forward reach (min)	38,1	45,7	53,4
3	Elbow height	97,0	104,5	111,9
4	Diameter of grip (max)	4,5	4,8	5,0
5	Width of knuckles	8,8	9,8	10,8

Pengembangan Konsep Produk

1. Metode FAST (*Function Analysis System Technique*)

Metode FAST digunakan untuk menggambarkan keterkaitan antara faktor-faktor yang diperhatikan pemakai dalam menggunakan alat pembentuk lembaran. Dari metode FAST ini diperoleh fungsi utama alat pembentuk lembaran sebagai kriteria keberhasilan (Gambar 2). Fungsi utama alat pembentuk lembaran adalah menghasilkan lembaran mie basah. Fungsi ini dapat terwujud dengan baik apabila dalam pembuatan alat pembentuk lembaran memperhatikan aspek ergonomi, aspek ekonomi serta perolehan hasil. Pengembangan konsep produk didasarkan pada prioritas masing-masing elemen kriteria karena bobot elemen kriteria yang lebih tinggi menunjukkan bahwa pemakai alat pembentuk lembaran lebih mengutamakan elemen kriteria tersebut. Perancangan kali ini dilakukan dengan menekankan pada aspek ergonomi dan diharapkan dapat memberi perubahan pada aspek ekonomi dan perolehan hasil, terutama meningkatkan kuantitas hasil, mengurangi waktu kerja serta mengoptimalkan biaya pembuatan alat. Sedangkan untuk kualitas hasil yang diperoleh tidak berubah karena baik alat penggiling yang digunakan maupun bahan pembuat mie basah yang digunakan adalah sama.

Table 3. Manufacturer Cost of Current Machine Type

No	Components	Material	Price/ Unit (Rp)	Quantity	Total (Rp)
1	Main machine structure	Wood (5x7cm)	9.000/m	13 m	117.000
		Board	3.500/pc	5 pcs	17.500
2	Nail	Iron	6.000/kg	0,5 kg	3.000
3	Milling device	Stainlessteel	950.000/unit	2 unit	1.900.000
TOTAL COST					2.037.500

Source : Survey in March 2002.

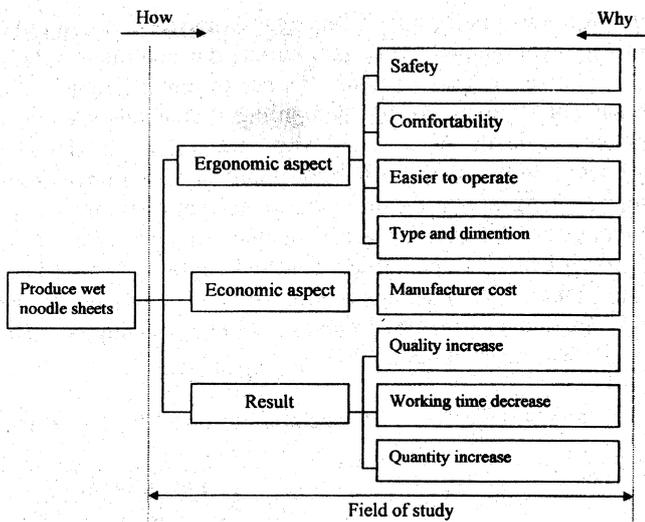


Figure 2. FAST Diagram

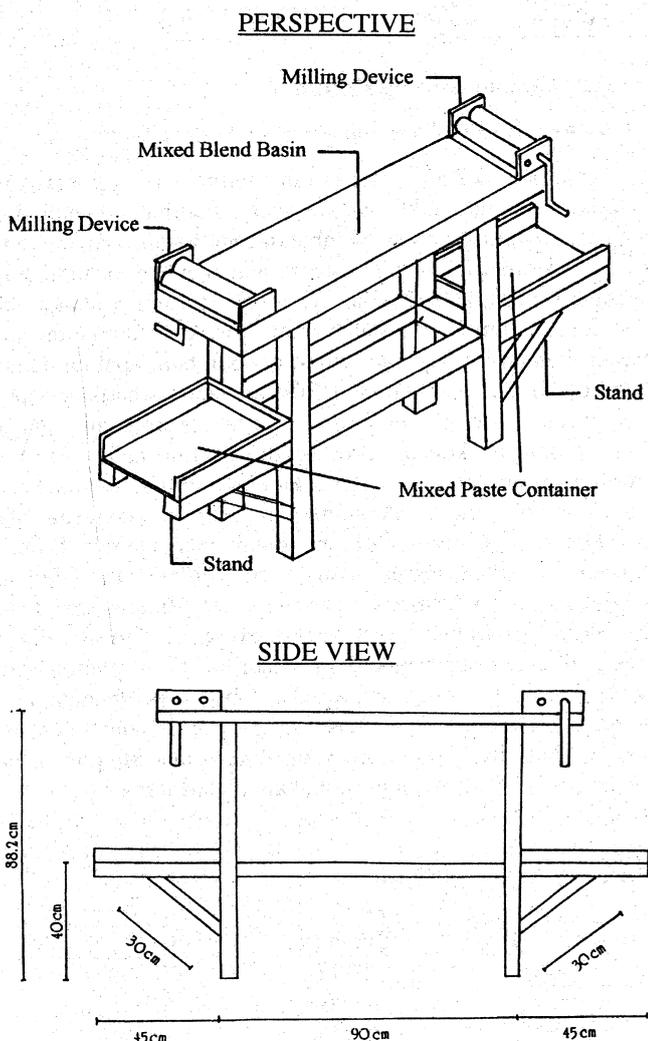


Figure 3.a. The Type of Machine Which is Designed (Perspektif And Side View)

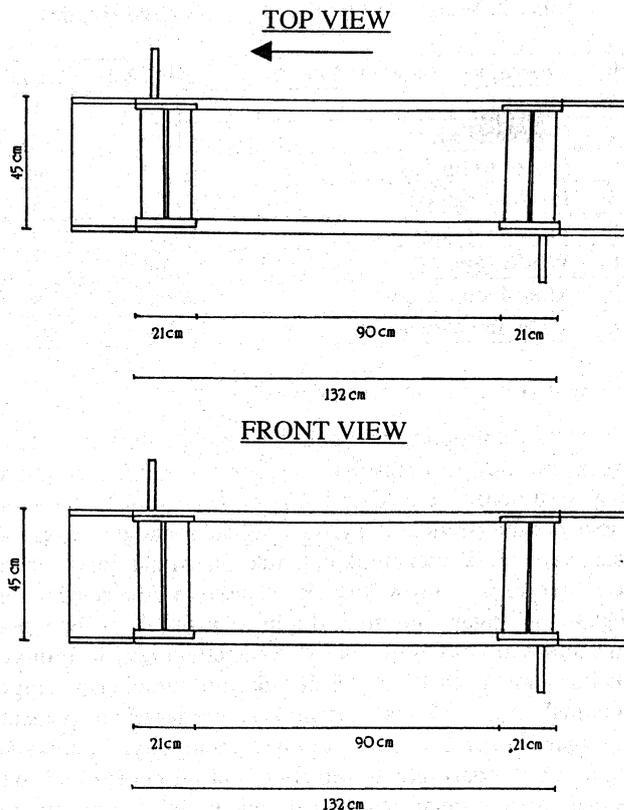


Figure 3.b. The Type of Machine Which is Designed (Top View And Front View)

2. Perancangan Ulang Alat Pembentuk Lembaran

Pada sistem kerja menggunakan alat yang digunakan saat ini terdapat keluhan pekerja antara lain rasa sakit pada pangkal lengan tangan kanan, pinggang dan tulang punggung. Rasa sakit pada pangkal lengan tangan kanan disebabkan oleh ketegangan otot tangan karena ketika tangan kanan menggerakkan handel pemutar alat penggiling, tangan kiri harus memegang lembaran adonan yang akan dimasukkan ke dalam alat penggiling. Karena ketinggian meja kerja agak rendah maka untuk mencapai handel pemutar tersebut tangan pekerja berada pada posisi yang terlalu menjangkau ke depan. Hal ini terjadi terus menerus selama pekerja bekerja sehingga menyebabkan pangkal lengan tangan kanan terasa sakit. Begitu juga dengan punggung, karena rendahnya meja kerja maka ketika menggerakkan handel pemutar alat penggiling posisi tubuh harus membungkuk sehingga menimbulkan sakit pada otot punggung. Hasil perancangan ulang alat pembentuk lembaran dapat dilihat pada Gambar 3 dan bagian alat pembentuk lembaran hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 5.

a. Kerangka utama (meja)

Pada perancangan kali ini meja kerja dirancang untuk menempatkan dua buah alat penggiling, sesuai dengan proses pembentukan lembaran yang juga terdiri dari dua tahap penggilingan. Selain untuk menghemat ruangan dan biaya pembuatan alat, perancangan yang demikian juga dapat menghemat tenaga serta waktu kerja karena letak kedua alat penggiling yang saling berdekatan.

Table 5. Components of Recommended Machine Type

No	Components	Material	Dimention (in cm)			
			Current		Recommended	
1	Main machine structure	Wood	Length	: 170	Length	: 132
			Width	: 42	Width	: 45
			Height	: 80	Height	: 88,2
2	Milling device	Stainlesssteel	Length	: 35	Length	: 35
			Width	: 21	Width	: 21
			Height	: 12	Height	: 12
	Roll	Stainlesssteel	Diameter	: 9	Diameter	: 9
	Handle grip	Stainlesssteel	Length	: 12	Length	: 12,3
			Diameter	: 2	Diameter	: 4,5
3	Mixed blend basin	Wood	Length	: 40	Length	: 45
			Width	: 42	Width	: 45
4	Mixed paste container	Wood	Length	: 170	Length	: 40
			Width	: 42	Width	: 45
			Height from floor	: 30	Height from floor	: 40

Seperti yang direkomendasikan oleh Grandjean (1988), tinggi meja kerja berdiri harus lebih rendah dari 150-400 mm dibawah ketinggian siku rata-rata. Dalam hal ini diambil 5% dari selisih kedua angka tersebut, yaitu sebesar 16,3 cm karena Grandjean juga mengemukakan bahwa ketinggian permukaan kerja harus disesuaikan dengan pekerja berukuran tubuh besar dan bagi pekerja berukuran tubuh terlalu pendek dapat menyesuaikan diri dengan memberikan tambahan tumpangan kaki. Dari data antropometri diperoleh ketinggian siku rata-rata adalah 104,5 cm. Dengan demikian ketinggian meja kerja menjadi 88,2 cm.

Lebar meja kerja selain disesuaikan dengan panjang alat penggiling juga memperhatikan jangkauan tangan maksimal dan jangkauan tangan minimal. Panjang alat penggiling adalah 35 cm, ditambah dengan lebar dua buah kayu sebagai penyangga maka lebar meja kerja menjadi 45 cm. Dengan demikian obyek kerja dapat diraih dengan mudah oleh pekerja tanpa harus melakukan gerakan yang tidak diperlukan karena obyek kerja yang berupa lembaran adonan mie basah masih berada dalam batas jangkauan tangan minimal dan jangkauan tangan maksimal pekerja yaitu antara 38,1 cm sampai 63,1 cm dari pekerja.

Panjang meja kerja disesuaikan dengan lebar alat penggiling dan panjang tempat meletakkan adonan. Lebar satu buah alat penggiling adalah 21 cm sedangkan dari hasil perancangan, panjang tempat meletakkan adonan untuk satu tahap pembentukan lembaran adalah 45 cm. Dengan demikian panjang meja kerja untuk meletakkan dua buah alat penggiling menjadi 132 cm.

Pada bagian bawah kerangka utama dipasang rangka penguat yang sejajar dengan permukaan meja. Tingginya dibuat sama dengan ketinggian tempat menampung hasil gilingan yaitu 40 cm dari permukaan lantai, sedangkan panjang dan lebarnya disesuaikan dengan jarak antara kedua kaki meja. Panjang rangka penguat adalah 90 cm dengan lebar 45 cm. Namun

demikian perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat kekuatan rangka penguat ini.

b. Tempat meletakkan adonan

Pada alat yang digunakan saat ini, tempat meletakkan adonan berada di depan alat dengan panjang 40 cm dan lebar 42 cm. Pada alat hasil rancangan, tempat meletakkan adonan dirancang berada diantara kedua alat. Lebarnya disesuaikan dengan lebar meja. Panjangnya selain disesuaikan dengan panjang lembaran adonan hasil sebelumnya yaitu lebih kurang 25-35 cm, juga disesuaikan dengan baki penampung lembaran adonan. Adanya selisih 10-20 cm dari panjang lembaran adonan dimaksudkan untuk mencegah kecuranghati-hatian pekerja yang menyebabkan jatuhnya lembaran adonan ketika diletakkan di atas meja. Dengan demikian tempat adonan dirancang berukuran panjang 45 cm. Karena meja sebagai kerangka utama dirancang untuk menempatkan dua buah alat penggiling maka panjang tempat meletakkan adonan menjadi 2 x 45 cm yaitu 90 cm.

c. Tempat menampung hasil gilingan

Tempat menampung hasil gilingan pada alat yang digunakan saat ini berada di bawah alat dengan tinggi 30 cm dari lantai dengan ukuran yang sama dengan panjang dan lebar meja. Pada kenyataannya tempat menampung hasil tersebut ukurannya terlalu besar sehingga ada bagian yang tidak terpakai. Selain itu karena ketinggian dari lantai terlalu rendah maka ketika pekerja mengambil hasil gilingan harus membungkuk sehingga menyebabkan rasa sakit pada tulang belakang.

Tempat menampung hasil pada alat yang baru berada dibawah bagian depan alat. Tingginya dibuat 40 cm dari permukaan lantai karena dari hasil penelitian Suyatno (1985), ketinggian maksimal sewaktu memegang beban harus 40 cm di atas lantai, sehingga diharapkan ketika pekerja mengambil hasil gilingan posisi tubuh tidak membungkuk. Tempat menampung

hasil gilingan terdiri dari dua bagian, yaitu bagian yang dapat dilepas dan bagian yang menyatu dengan kerangka utama. Lebar kedua bagian dibuat sama dengan lebar meja dengan panjang yang disesuaikan dengan panjang hasil gilingan yang diperoleh. Lembaran hasil yang diperoleh berukuran panjang ± 25-35 cm, sehingga tempat menampung hasil gilingan dirancang dengan panjang 45 cm.

Bagian yang dapat dilepas berfungsi sebagai baki penampung hasil gilingan sedangkan bagian yang menyatu dengan kerangka utama berfungsi sebagai penyangga baki penampung. Perancangan ini dimaksudkan untuk meminimalkan kerusakan lembaran hasil gilingan karena pekerja tidak memegang langsung lembaran adonan hasil gilingan yang akan dipindahkan, melainkan hanya mengangkat baki penampung sehingga lembaran adonan yang dihasilkan tidak rusak terkena tekanan tangan pekerja. Selain itu, perancangan baki penampung ini juga dimaksudkan untuk mencegah berimpitnya lembaran adonan untuk alat penggiling yang satu dengan yang lainnya ketika diletakkan di tempat meletakkan adonan. Untuk mencegah jatuhnya hasil gilingan, pada bagian kanan, kiri dan belakang baki penampung ini diberi penyangga dengan tinggi 5 cm.

d. Alat penggiling

Alat penggiling yang digunakan saat ini dan hasil perancangan ulang terbuat dari bahan yang sama, yaitu stainlesssteel. Perancangan yang dilakukan pada alat penggiling adalah pada bagian handel pemutar. Handel pemutar alat penggiling yang digunakan saat ini mempunyai ukuran panjang 12 cm dengan diameter 2 cm. Panjang handel pemutar dirancang bagi populasi berukuran tubuh besar sedangkan diameter handel pemutar sebaiknya cukup kecil untuk tangan 2,5 persentil untuk menggenggamnya. Dengan demikian handel pemutar alat penggiling dirancang berukuran panjang 12,3 cm dengan diameter 4,5 cm.

Perhitungan Nilai Alat

Alat hasil rancangan kemudian diuji tingkat performansinya dengan evaluasi sederhana menggunakan kuesioner, untuk menilai dan menentukan seberapa besar tanggapan responden terhadap elemen kriteria yang dikembangkan. Pengujian ini melibatkan sejumlah pekerja dan pemilik industri mie basah, yang melakukan penilaian terhadap faktor-faktor yang diperhatikan oleh pemakai alat pembentuk lembaran. Pada pengujian ini responden melakukan penilaian berdasarkan pada gambar alat hasil rancangan saja karena penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kualitatif yang bersifat perancangan konsep (*conceptual design*).

Kolom nilai elemen kriteria merupakan hasil bagi antara total bobot dengan jumlah responden. Total bobot diperoleh dengan menjumlahkan hasil kali antara jawaban responden dengan nilai yang diberikan terhadap tanggapan responden.

$$\text{Nilai elemen kriteria} = \frac{\text{Total bobot}}{\sum \text{Responden}}$$

Table 6. Machine Performance

No	Factor	Element	Current Design	Recommended Design
1	Ergonomic's aspect	- Safety	4,3	4,3
		- Comfortability	3,9	4,3
		- Easy to use	3,8	3,6
		- Type and dimention	2,9	3,7
2	Result	- Product quantity	4,2	4,2
		- Product quality	3,3	3,2
		- Working time	3,6	3,5
3	Economic's aspect	- Manufacturer cost	3,6	3,9

Elemen kriteria rasa nyaman meningkat dari nilai 3,9 menjadi 4,3 sedangkan bentuk dan ukuran alat meningkat dari nilai 2,9 menjadi 3,7. Ini berarti para pemakai alat pembentuk lembaran beranggapan bahwa alat hasil rancangan mampu memberikan kenyamanan dalam penggunaannya. Hal ini tentu didukung dengan adanya perubahan pada bentuk dan ukuran alat karena bentuk dan ukuran alat dirancang sesuai dengan keinginan dan antropometri tubuh pemakai.

Pada elemen kriteria rasa aman tidak mengalami perubahan nilai yaitu sebesar 4,3. Dengan demikian, baik alat pembentuk lembaran yang digunakan saat ini maupun alat hasil rancangan mampu memberikan rasa aman dalam arti alat tersebut tidak membawa akibat negatif (berbahaya) bagi pemakainya. Sedangkan elemen kriteria kemudahan dalam menggunakan alat mengalami penurunan nilai dari 3,8 menjadi 3,6. Pada dasarnya alat pembentuk lembaran yang digunakan saat ini dan alat hasil rancangan mempunyai cara kerja yang sama hanya bentuk dan ukurannya saja berbeda. Penurunan nilai dapat disebabkan karena responden dalam memberi nilai tidak melakukan pengujian secara langsung pada alat. Selain itu dapat juga disebabkan karena adanya rasa takut dari pemakai untuk mencoba alat hasil rancangan karena akan dibutuhkan waktu untuk melakukan penyesuaian.

Hasil penilaian terhadap kemudahan penggunaan alat ini selanjutnya berpengaruh terhadap aspek perolehan hasil. Penurunan nilai terjadi pada elemen kriteria lama waktu bekerja, dari nilai 3,6 menjadi 3,5. Begitu juga dengan elemen kriteria kuantitas hasil yang diperoleh menurun dari nilai 3,3 menjadi 3,2. Ini berarti responden beranggapan bahwa adanya kesulitan dalam menggunakan alat hasil rancangan akan menyebabkan lama waktu bekerja meningkat sehingga kuantitas hasil yang diperoleh menurun. Sedangkan untuk elemen kriteria kualitas hasil karena tidak ada perubahan baik pada alat penggiling maupun pada bahan pembuat mie basah yang digunakan, maka kualitas hasil yang diperoleh juga tidak mengalami perubahan sehingga nilai yang diperoleh juga tetap sebesar 4,2.

Nilai elemen kriteria biaya pembuatan alat, mengalami peningkatan nilai dari 3,6 menjadi 3,9. Sebenarnya biaya pembuatan alat ini pada dasarnya tidak mengalami banyak penurunan. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 8, penurunan hanya terjadi pada biaya pembuatan kerangka utama saja sedangkan untuk biaya pembelian alat penggiling adalah tetap karena alat penggiling yang digunakan terbuat dari bahan yang sama yaitu stainlesssteel.

Nilai elemen kriteria ini selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai total performansi alat. Performansi merupakan nilai dari tingkat kemampuan elemen kriteria secara keseluruhan yang meliputi elemen kriteria rasa aman, rasa nyaman, kemudahan dalam pengoperasian, bentuk dan ukuran alat, kualitas hasil, kuantitas hasil, lama waktu bekerja serta biaya pembuatan alat. Semakin tinggi tingkat performansi alat maka semakin tinggi pula kemampuan alat tersebut untuk melakukan fungsinya, yaitu menghasilkan lembaran mie basah, dengan lebih baik.

$$\text{Performansi} = \sum (\text{Nilai elemen kriteria} \times \text{Bobot elemen kriteria})$$

Matrik keputusan dari hasil penilaian dapat dilihat dalam Tabel 7.

Hasil dari nilai total performansi ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai/value alat pembentuk lembaran. Nilai alat yang lebih tinggi menunjukkan alat yang lebih baik. Biaya pembuatan alat pembentuk lembaran hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 8. Data biaya pembuatan alat ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai alat dari masing-masing rancangan.

$$\text{Nilai/Value} = \frac{\text{Performansi alat}}{\text{Biaya pembuatan alat}}$$

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa alat pembentuk lembaran hasil rancangan selain mempunyai nilai alat yang lebih tinggi dari alat pembentuk lembaran yang digunakan saat ini juga memberikan nilai performansi yang lebih besar dengan biaya pembuatan alat yang lebih rendah. Nilai performansi yang lebih besar menunjukkan bahwa alat dirancang dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang diperhatikan pemakai dalam menggunakan alat pembentuk lembaran sehingga alat tersebut mempunyai kemampuan untuk melakukan fungsinya, yaitu menghasilkan lembaran mie basah, dengan lebih baik. Dengan nilai performansi yang lebih besar dapat disimpulkan bahwa dibandingkan dengan alat yang digunakan saat ini, alat pembentuk lembaran hasil rancangan lebih memenuhi keinginan pemakai. Nilai alat yang lebih tinggi menunjukkan bahwa alat hasil rancangan layak untuk dikembangkan karena alat tersebut mempunyai kemampuan untuk memenuhi fungsinya secara lebih baik dengan jumlah biaya pembuatan alat yang sesuai untuk mengadakan fungsinya.

Table 7. Machine Type of Total Performance Value

No.	Design	Weight:	Ergonomic Aspect				Result		Economic Aspect		Total
			A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Current		19,53	17,56	14,52	7,08	14,78	10,31	9,59	6,63	382,66
		Performance	4,3	3,9	3,8	2,9	4,2	3,3	3,6	3,6	
2	Recommended		83,98	68,48	55,18	20,53	62,08	34,02	34,52	23,87	387,19
		Performance	4,3	4,2	3,5	3,7	4,2	3,0	3,5	3,9	

Definition:

- A : Safety
- B : Comfortability
- C : Easier to operate
- D : Type and dimension
- E : Product quality
- F : Product quantity
- G : Working time
- H : Manufacturer cost

Table 8. Manufacturer Cost of Recommended Machine Type

No	Components	Material	Price/ Unit (Rp)	Quantity	Total (Rp)
1	Main machine structure	Wood (5x7cm)	9.000/m	11 m	99.000
		Board	3.500/pc	3 pcs	10.500
2	Nail	Iron	6.000/kg	0,5 kg	3.000
3	Milliling Device	Stainlesssteel	950.000/unit	2 unit	1.900.000
TOTAL COST					2.012.500

Source : Survey in March 2002.

Table 9. The Result of Each Machine Type

No.	Machine	Performance	Manufacturer Cost	Value
1	Current design	382,66	2.037.500	$1,88 \times 10^4$
2	Recommended design	392,46	2.012.500	$1,95 \times 10^4$

Walaupun peningkatan nilai alat yang diperoleh dari hasil penelitian ini kecil, tetapi karena dalam satu industri mie basah biasanya jumlah alat pembentuk lembaran yang digunakan lebih dari satu buah maka peningkatan nilai alat ini diharapkan akan mampu memberikan nilai tambah. Selain itu perancangan ulang alat pembentuk lembaran ini dilakukan dengan memperhatikan antropometri tubuh operator, terutama pada bentuk dan ukuran alat sehingga pekerja dapat bekerja dengan aman dan nyaman. Juga dengan adanya baki penampung pada alat hasil rancangan akan mampu meminimalkan kerusakan pada lembaran adonan, yang dapat menurunkan kualitas lembaran adonan yang dihasilkan. Dengan kata lain penggunaan alat pembentuk lembaran hasil rancangan akan memberikan nilai keuntungan yang lebih bagi pengelola industri mie basah bila dibandingkan dengan mengoperasikan alat yang digunakan saat ini. Namun perancangan ulang alat pembentuk lembaran ini belum sempurna karena selain masih ada beberapa nilai elemen kriterianya yang lebih rendah dari nilai elemen kriteria alat yang digunakan saat ini, perancangan yang dilakukan juga belum menekankan pada tingkat kekuatan alat terutama kekuatan rangka penguat pada kerangka utama. Selain itu, perancangan yang dilakukan merupakan penelitian kualitatif yang bersifat perancangan konsep (*conceptual design*) sehingga hasil penilaian yang diperoleh kurang sempurna karena responden masih meraba-raba seberapa bagus alat hasil rancangan tersebut. Oleh karena itu agar diperoleh hasil yang optimal maka alat hasil rancangan perlu lebih diperkenalkan kepada pemakai dengan penjelasan yang lebih terperinci tentang cara kerja serta perubahan-perubahan yang dilakukan sehingga pemakai mengerti dan jelas tentang konsep perancangan yang dilakukan serta tidak ada ketakutan dari pemakai alat ini untuk mencobanya. Walaupun demikian dapat dikatakan bahwa perancangan ulang alat pembentuk lembaran yang dilakukan berdasarkan penelitian ini mampu memberikan desain alat pembentuk lembaran yang ergonomis bagi penggunaannya sehingga tujuan untuk menaikkan performansi dan meningkatkan keselamatan kerja dapat dicapai.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner kepada pekerja diperoleh tiga faktor yang diperhatikan dalam menggunakan alat pembentuk lembaran mie basah yaitu aspek ergonomi (rasa aman, rasa nyaman, kemudahan dalam pengoperasian alat, bentuk dan ukuran alat), perolehan hasil (kualitas hasil, kuantitas hasil, lama waktu bekerja) dan aspek ekonomi (biaya pembuatan alat). Studi rekayasa nilai yang dilakukan selain meningkatkan performansi alat dari 382,66 menjadi

392,46 juga meningkatkan nilai alat dari $1,88 \times 10^{-4}$ menjadi $1,95 \times 10^{-4}$.

2. Perancangan ulang alat pembentuk lembaran mie basah dilakukan pada empat bagian, yaitu kerangka utama, tempat meletakkan adonan, tempat menampung hasil gilingan serta handel pemutar alat penggiling. Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam perancangan ulang alat pembentuk lembaran yang ergonomis adalah ukuran antropometri tubuh pekerja serta keluhan pekerja pada saat menggunakan alat pembentuk lembaran mie basah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1992, SNI 01-2987-1992 : Mie Basah, dalam *SNI Tepung Terigu dan Hasil Olahannya*, Dewan Standarisasi Nasional.
- Astawan, M., 1999, *Membuat Mi dan Bihun*, Cetakan I, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Grandjean, E., 1988, *Fitting the Task to the Man*, 4th Edition, Taylor and Francis, New York.
- Handoko, T.H., 1999, *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi pertama, BPFE, Yogyakarta.
- Huchingson, R.D., 1981, *New Horizons for Human Factors in Design : Mc. Graw Hill Series in Industrial Engineering and Management Science*. Mc. Graw Hill Inc, USA.
- Madyana, A.M., 1996, *Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi*, Jilid 1, Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Mc. Cormick, E.J., 1979, *Human Factors in Engineering and Design*, TMH Edition, Mc. Graw Hill Pub. Co, New Delhi.
- Nurmianto, E., 1998, *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi Pertama, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Peranginangin, R., 1992, *Ikan Basah dalam Kumpulan Penelitian Pasca Panen Perikanan*, Balai Penelitian Teknologi Ikan, Jakarta.
- Soekanto, T., 1989, *Value Engineering dalam Proyek, Teknik dan Manajemen Industri* Fakultas Pascasarjana ITB, Bandung.
- Sumakmur, P.K., 1989, *Ergonomi untuk Produktivitas Kerja*, CV Haji Masagung, Jakarta.
- Sutalaksana, I.Z., Anggawisastra, R., dan Tjakraatmaja, J.H., 1982, *Teknik Tata Cara Kerja*, KMTI Jurusan TI ITB, Bandung.
- Suyatno, S., 1985, *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*, PT Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Zander, J., 1989, *Anthropometry and Physical Work Load*. Course of Ergonomics, Agricultural University, Wageningen, The Netherland.