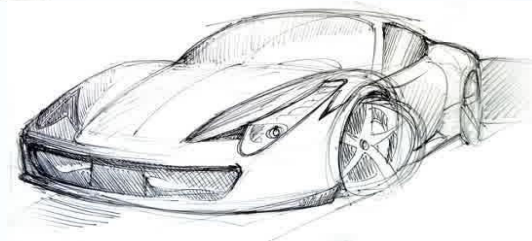
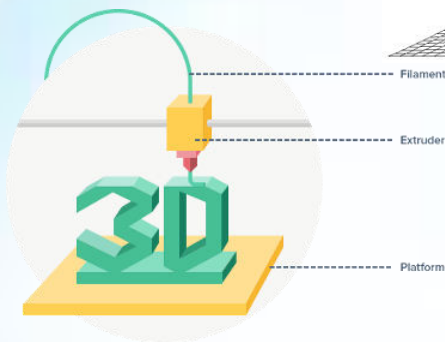
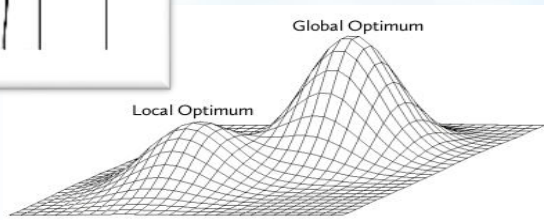
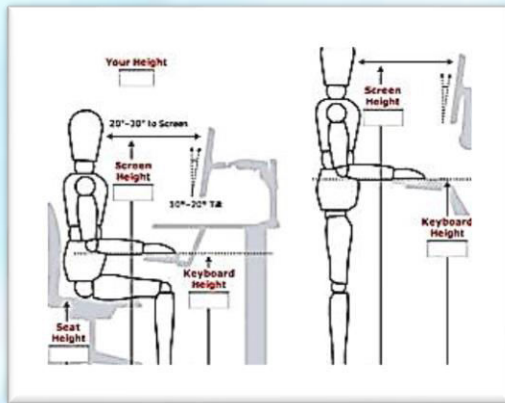


JURNAL REKAVASI

Jurnal Rekayasa & Inovasi Teknik Industri



Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta					
Jurnal REKAVASI	Vol. 3	No. 2	Hlm. 60-125	Yogyakarta Desember 2015	ISSN: 2338-7750

Daftar Isi

Analisis dalam Perencanaan Kebutuhan Distribusi Produk Gula Menggunakan <i>Distribution Requirement Planning</i> (DRP) di PT. Madubaru <i>Dewi Paramitasari, Muhammad Yusuf</i>	60-68
Analisis Dampak Sistem <i>Shift</i> Kerja Terhadap Performansi Karyawan (Studi Kasus Minimarket Indomaret) <i>Kurnia Itsnaini, Muhammad Yusuf, Cyrilla Indri Parwati</i>	69-74
Analisis Kuantitatif <i>Bullwhip Effect</i> Guna Meningkatkan Efektivitas Distribusi pada PT. Madubaru <i>Wahyu Ismail, Cyrilla Indri Parwati</i>	75-83
Analisis Pengukuran Nilai Efektivitas Mesin Produksi dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan 5-S Sebagai Usulan Penjadwalan Perawatan Mesin pada Divisi Engineering (Studi Kasus PT. Pura Barutama Kudus) <i>Hery Kristanto Sinurat, Joko Susetyo, Risma A. Simanjuntak</i>	84-91
Desain Mesin <i>Mixing</i> pada Proses Produksi Tempe Menggunakan <i>Quality Function Deployment</i> Berdasarkan Ergonomi <i>M. Rifqi Ariantono, Titin Isna Oesman, Risma Adelina Simanjuntak</i>	92-101
Optimalisasi Biaya Distribusi Produk PT. Madubaru dengan Pendekatan Metode <i>Saving Matrix</i> Dan <i>Generalized Assignment</i> <i>Ulfah Nur Azizah, Titin Isna Oesman</i>	102-107
Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku dengan Metode <i>Silver Meal</i> Berdasarkan Klasifikasi ABC Untuk Menentukan Persediaan Bahan Baku pada PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri <i>Keren Irene Sengke, Risma A. Simanjuntak, Endang Widuri Asih</i>	108-116
Redesain Alat Pengupas Biji Mete Berbasis <i>Ergonomi</i> dan <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) Guna Meningkatkan Kualitas Kesehatan Pekerja <i>Tomi Agus Setiawan, Titin Isna Oesman, Cyrilla Indri Parwati</i>	117-125

DESAIN MESIN *MIXING* PADA PROSES PRODUKSI TEMPE MENGGUNAKAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* BERDASARKAN ERGONOMI

M. Rifqi Ariantono, Titin Isna Oesman, Risma Adelina Simanjuntak
Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta
E-mail: industri02@akprind.ac.id

ABSTRACT

Tempe is a food made from the fermentation of soy beans and fungi or yeast. Tempe industry is one of the domestic industry which manages the industrial tempe tempe is a home industry in Bantul owned by Mr. Rasimun. The home industry produce 200 kgs of tempe every day. In the production process in the fermentation are not yet ergonomic way of working because the production process is conventional and workers have not noticed hygiene of the product, so the need for machines that can change the conventional way of working with attention to hygiene products. The design of the machine's mixing yeast and soybean using Quality Function Deployment (QFD) based on ergonomics. QFD is a structured method in the delineation of products that enable the development of products to establish clearly all the desires and needs of consumers and evaluate each product's ability to offer a systematic way to meet the needs. Ergonomics method used to adjust the machine to the dimensions of the worker's body. In this study generated mixing machine yeast and soy which has a capacity of 5 (five) kgs. The machine is designed in accordance with the worker's body in order to reduce musculoskeletal disorders experienced workers, improving hygiene products and speed up the production process, chiefly on the fermentation.

Keyword: Design, Quality Funtion Deployment, Ergonomic

INTISARI

Tempe adalah makanan yang dibuat dari fermentasi terhadap biji kedelai dan kapang atau ragi. Industri tempe merupakan industri rumah tangga salah satu yang mengelola industri tempe adalah *home industry* tempe di bantul milik Bapak Rasimun. *Home industry* tersebut memproduksi 200 kg tempe setiap hari. Dalam proses produksi pada peragian terdapat cara kerja yang belum ergonomis Karena proses produksi masih konvensional dan para pekerja belum memperhatikan higienitas dari produk, sehingga diperlukannya mesin yang dapat merubah cara kerja konvensional dengan memperhatikan higienitas produk. Perancangan mesin *mixing* ragi dan kedelai ini menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* berdasarkan ergonomi. Metode *QFD* merupakan suatu metode yang terstruktur dalam penggambaran produk yang memungkinkan pengembangan produk untuk menetapkan dengan jelas semua keinginan dan kebutuhan konsumen serta mengevaluasi masing-masing kemampuan produk yang ditawarkan secara sistematis untuk memenuhi kebutuhan. Metode ergonomi digunakan untuk menyesuaikan mesin dengan dimensi tubuh pekerja. Dalam penelitian ini dihasilkan mesin *mixing* ragi dan kedelai yang memiliki kapasitas 5 (lima) kg. mesin tersebut didesain sesuai dengan tubuh pekerja sehingga dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal yang dialami pekerja, meningkatkan higienitas produk dan mempercepat proses produksi, terutama pada bagian peragian.

Kata Kunci: Perancangan, *Quality Funtion Deployment*, Ergonomi

PENDAHULUAN (INTRODUCTION)

Tempe adalah makanan yang dibuat dari fermentasi terhadap biji kedelai dan beberapa bahan lain seperti kapang *Rhizopus* atau *Rh. Arrhizus*, secara umum dikenal sebagai ragi tempe. Kapang yang tumbuh pada kedelai menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh manusia. Tempe kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B dan zat besi.

Industri tempe merupakan industri kecil yang mampu menyerap sejumlah besar tenaga kerja baik yang terkait langsung dalam proses produksi maupun yang berkaitan dengan perdagangan bahan yang merupakan masakan maupun produk hasil olahan. Prospek industri tempe sangat baik hal ini dibuktikan bahwa permintaan tempe setelah 2012 diperkirakan mencapai 4,4% per tahun (BPS, 2012). Industri tempe memiliki peran yang besar di dalam usaha pemerataan kesempatan kerja, kesempatan usaha dan peningkatan pendapatan.

Studi pendahuluan yang dilakukan pada proses produksi pembuatan tempe terhadap pekerja maupun produksi ditemukan beberapa masalah antara lain pada proses pecampuran ragi dan kedelai menggunakan tangan manusia, sehingga terjadi kontak fisik antara tangan manusia dengan ragi dan kedelai hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan higienitas produk tempe. Pengaruh higienitas adalah berkeringatnya tangan pekerja ketika melakukan proses peragian dan adanya kemungkinan terkontaminasi bakteri ketika pekerja berbicara atau bersin.

Selain pengaruh terhadap higienitas produk tempe, masalah lain yang timbul berasal dari waktu peragian selama 5 (lima) menit karena kapasitas maksimal dalam 1 (satu) kali peragian hanya mampu manampung sebanyak 5 (lima) Kg kedelai. Apabila proses peragian dilakukan berulang-ulang dengan kapasitas produksi besar terjadi *bottle neck* dalam proses peragian yang menyebabkan proses pengepakan kedelai tertunda, karena adanya penumpukan pekerjaan pada proses peragian.

Hasil *survey* terhadap 7 (tujuh) responden diperoleh informasi bahwa pekerja mengalami rasa sakit pada proses peragian kedelai. Sebagai berikut: sakit punggung 100%; sakit pergelangan tangan kiri 100%; sakit pergelangan tangan kanan 100%; sakit pergelangan kaki kiri 100%; sakit pergelangan kaki kanan 100%; sakit pinggang 85,7%; sakit leher bagian bawah 71,4%; sakit lengan atas kiri 71,4%; sakit lengan atas kanan 71,4%; sakit bokong 57,1%; sakit tangan kiri 57,1%; sakit tangan kanan 57,1%; sakit betis kiri 57,1%; sakit betis kanan 57,1%. Keluhan ini menunjukkan bahwa cara kerja atau metode kerja yang dilakukan oleh pekerja belum ergonomis.

Tujuannya dilakukan penelitian adalah untuk mengurangi tingkat keluhan musculoskeletal yang dialami pekerja, meningkatkan higienitas produk, mengetahui kecepatan sebelum dan sesudah penggunaan mesin *mixing*.

BAHAN DAN METODE (MATERIALS AND METHODS)

Metode *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan metode untuk merancang suatu produk, *engineering* dan evaluasi terhadap suatu produk serta merupakan alat perancangan yang ditunjukkan untuk memenuhi kebutuhan atau harapan pelanggan. Implementasi QFD terdiri dari 3 (tiga) tahap; tahap pertama pengumpulan suara pelanggan (*Voice of Customer*); tahap kedua penyusunan rumah kualitas (*House of Quality*); tahap ketiga analisa dan interpretasi untuk mengetahui perbaikan yang akan dilakukan. Pada tahapan perbaikan akan diterapkan data antropometri yang dibutuhkan dalam penelitian ini untuk mendesain mesin *mixing* pada proses produksi tempe yang sesuai dengan prinsip kerja ergonomi.

Pada dasarnya ergonomi berasal dari kata "*ergo*" yang berarti bekerja dan "*nomos*" yaitu hukum (Wignjosebroto, 2003). Ergonomi adalah suatu disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dan kaitannya dengan pekerjaan. Secara khusus sistematis disiplin ergonomi mempelajari sifat dan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan merancang produk-produk buatan.

Prinsip utama ergonomi adalah bagaimana menyesuaikan pekerjaan dengan pekerja. Artinya, perancangan suatu alat/desain harus berdasarkan penggunaan oleh manusia, dan harus dipertimbangkan mengenai kemampuan dan kemauan manusia. Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (*design*) atau rancang ulang (*redesign*) (Nurmianto, 1998). (Tarwaka, 2010) menerangkan dalam bukunya seperti yang dikemukakan (Manuaba, 1999) bahwa salah satu definisi ergonomi menitik beratkan pada penyesuaian desain terhadap manusia. Untuk dapat mendesain sesuai dengan kebutuhan manusia maka diperlukan data antropometri pemakai desain. Dikenal dua macam antropometri, yakni antropometri statis dan dinamis.

Antropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran dimensi tubuh manusia dan karakteristik khusus lain dari tubuh yang relevan dengan perancangan alat-alat/benda-benda yang digunakan manusia. Menurut Stevenson (Nurmianto, 2003) antropometri adalah kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan data antropometri ini akan dapat dilakukan jika tersedia nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi) nya dari suatu distribusi normal.

Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya nilai mean (rata-rata) dan SD. Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari suatu kelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Berikut ini Tabel 1 menunjukkan bagaimana perhitungan persentil.

Tabel 1. Perhitungan Persentil

Persentil	Perhitungan
1 st	$\bar{x} - 2.325\sigma_x$
2.5 th	$\bar{x} - 1.960\sigma_x$
5 th	$\bar{x} - 1.645\sigma_x$
10 th	$\bar{x} - 1.280\sigma_x$
50 th	\bar{x}
90 th	$\bar{x} + 1.280\sigma_x$
95 th	$\bar{x} + 1.645\sigma_x$
97.5 th	$\bar{x} + 1.960\sigma_x$
99 th	$\bar{x} + 2.325\sigma_x$

Sumber: Nurmianto (1998)

Data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan alat tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN (RESULT AND DISCUSSIONS)

Perancangan Mesin *Mixing*

Berikut ini adalah langkah-langkah pengolahan data dalam merancang mesin *mixing*.

1. Tingkat Kepentingan

Untuk merancang mesin *mixing* yang dapat memenuhi kebutuhan dari pekerja maka diperlukan data tingkat kepentingan untuk mengetahui atribut yang dibutuhkan dalam merancang mesin *mixing*. Hasil perhitungan tingkat kepentingan atribut kualitas produk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tingkat Kepentingan =
$$\frac{\sum \text{Tingkat kepentingan } 5 + \sum \text{Tingkat kepentingan } 4 + \dots + \sum \text{Tingkat kepentingan } 1}{n} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{(3 \times 5) + (3 \times 4) + (1 \times 3) + (0 \times 2) + (0 \times 1)}{7} = \frac{30}{7} = 4,28$$

Tabel 2. Tingkat Kepentingan (*Important of Customer*)

No	Atribut Kualitas Produk	Tingkat Kepentingan
1	Pengoperasian mudah.	4,28
2	Kecepatan penyampuran kedelai dan ragi.	3,57
3	Hasil produksi banyak.	3,57
4	Kelelahan dalam pengoperasian.	4,42
5	Dibutuhkan alat bantu.	4,57

Sumber: Data primer diolah.

2. Tingkat Kepuasan

Pengambilan data tingkat kepuasan digunakan untuk mengetahui tingkat kepuasan para pekerja berdasarkan metode kerja awal. Hasil perhitungan tingkat kepuasan dari para pekerja dapat dilihat pada Tabel 3.

Tingkat Kepuasan =
$$\frac{\sum \text{Tingkat kepuasan } 5 + \sum \text{Tingkat kepuasan } 4 + \dots + \sum \text{Tingkat kepuasan } 1}{n} \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{(0 \times 5) + (0 \times 4) + (1 \times 3) + (3 \times 2) + (3 \times 1)}{7} = \frac{12}{7} = 1,71$$

Tabel 3. Tingkat Kepuasan (*Customer Satisfaction performance*)

No	Atribut Kualitas Produk	Tingkat Kepuasan
1	Pengoperasian mudah.	1,71
2	Kecepatan penyampuran kedelai dan ragi.	2,85
3	Hasil produksi banyak.	3,57

No	Atribut Kualitas Produk	Tingkat Kepuasan
4	Kelelahan dalam pengoperasian.	1,85
5	Dibutuhkan alat bantu.	1,71

Sumber: Data primer diolah.

3. Penentuan *Goal*

Goal ditentukan oleh pemilik dari *home industry* tempe, dan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Goal*

No	Atribut	Nilai <i>Goal</i>
1	Pengoperasian mudah.	5
2	Kecepatan penyampuran kedelai dan ragi.	4
3	Hasil produksi banyak.	4
4	Kelelahan dalam pengoperasian.	5
5	Dibutuhkan alat bantu.	5

Sumber: Data primer.

4. Penentuan *Sales Point*

Sales point ditentukan oleh pemilik atau peneliti dimana nilai ini mencerminkan nilai kepentingan yang diperoleh apabila dilakukan perbaikan. Hasil penentuan *sales point* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Sales Point*

No	Atribut Kualitas Produk	<i>Sales Point</i>
1	Pengoperasian mudah.	1
2	Kecepatan penyampuran kedelai dan ragi.	1,2
3	Hasil produksi banyak.	1,5
4	Kelelahan dalam pengoperasian.	1
5	Dibutuhkan alat bantu.	1,2

Sumber: Data primer.

5. Perhitungan *Raw Weight*

Raw weight diperoleh dari perhitungan (*important to customer*) x (*improvement ratio*) x (*sales point*). Hasil perhitungan *raw weight* tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Raw Weight*

No	Atribut	<i>Raw Weight</i>
1	Pengoperasian mudah.	4,96
2	Kecepatan penyampuran kedelai dan ragi.	4,79
3	Hasil produksi banyak.	5,99
4	Kelelahan dalam pengoperasian.	4,99
5	Dibutuhkan alat bantu.	5,97

Sumber: Data primer diolah.

6. Respon Teknis

Respon teknis didapat dari pihak manajemen atau peneliti tentang kualitas yang telah dilakukan pada cara kerja penyampuran ragi dan kedelai untuk memenuhi kebutuhan atau yang diinginkan pekerja.

Berdasarkan *voice of costumer*, respon teknis yang diberikan adalah:

- a) Kenyamanan penggunaan alat.
- b) Kecepatan penyampuran.
- c) Ukuran alat sesuai dengan dimensi tubuh.
- d) Kapasitas penyampuran lebih besar.

- e) Alat penyampur ragi dan kedelai yang ergonomis.
7. Nilai Kepentingan Teknis
 Nilai ini digunakan untuk mengetahui nilai kebutuhan atau kepentingan teknis masing-masing atribut sehingga diketahui atribut mana yang memiliki nilai kepentingan tertinggi atau nilai kepentingan terendah. Ada 2 (dua) nilai kepentingan teknis, nilai kepentingan absolut dan nilai kepentingan relatif. Cara untuk mengetahui nilai kebutuhan teknis dan nilai kepentingan teknis yaitu:

Nilai Kepentingan Teknis:

$$kt_i = \sum_i^n Bt_i \cdot H_i \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

kt_i = nilai kepentingan teknik untuk masing-masing atribut.

Bt_i = bobot untuk kepentingan konsumen yang mempunyai hubungan dengan atribut yang ada.

H_i = nilai hubungan untuk kepentingan konsumen yang mempunyai hubungan atribut yang ada.

Hasil perhitungan nilai kepentingan absolut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Kepentingan Absolut

No	Atribut Kualitas Produk	Absolute Important
1	Kenyamanan penggunaan alat	93,78
2	Kecepatan penyampuran	48,78
3	Kuruan alat sesuai dengan dimensi tubuh	80,1
4	Kapasitas penyampuran lebih banyak	71,04
5	Alat penyampur ragi dan kedelai yang ergonomis	113,49
	Jumlah	406,88

Sumber: Data primer diolah.

8. Nilai Kepentingan Relatif:

$$Relative\ importance = \frac{K_{ti}}{\sum K_{ti}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Hasil *relative important* dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut.

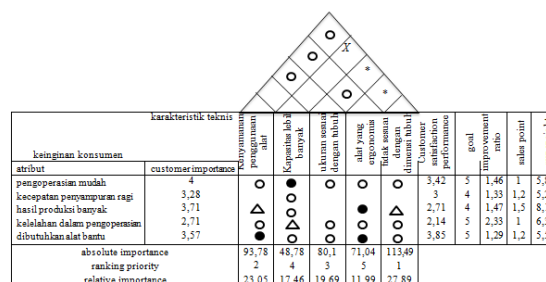
Tabel 8. *Relative Important*

No	Atribut kualitas produk	Bobot <i>relative important</i> (%)	Ranking
1	Kenyamanan penggunaan alat	23,05	2
4	Kapasitas penyampuran lebih banyak	17,46	4
3	Ukuraan alat sesuai dengan dimensi tubuh	19,69	3
2	Kecepatan penyampuran	11,99	5
5	Alat penyampur ragi dan kedelai yang ergonomis	27,89	1

Sumber: Data primer diolah.

9. *House of Quality*

Semua hasil perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan dimasukkan ke *house of quality* (Gambar 1) pada *quality function deployment*. Penggunaan QFD dengan mengaplikasikan hasil pengolahan ke dalam pembuatan *house of quality*.



Gambar 1. *House of Quality*

10. Pengolahan Data Antropometri

Data ini digunakan untuk mendesain mesin *mixing* pada proses produksi tempe yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja supaya nyaman dalam pengoperasian mesin. Data antropometri pekerja yang telah dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Antropometri Pekerja

No	Jenis Data	Pekerja						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Tinggi Siku Duduk	60	63	61	65	64	73	71
2	Tinggi Siku Berdiri	94	97	94	99	97	104	103
3	Lebar Telapak Tangan	11	10	11	10	10	12	11
4	Panjang Tangan Bawah	24	25	25	28	27	31	29

Sumber: Data primer.

Perhitungan antropometri digunakan untuk menentukan dimensi dari mesin *mixing*. Berikut ini contoh beberapa langkah perhitungan untuk data antropometri Tinggi Siku Duduk.

Jumlah data (N) = 7

$$\text{Rata-rata } (\bar{X}) = \frac{\sum X}{n} = \frac{457}{7} = 65,28 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$= \sqrt{\frac{(60-65,28)^2 + (63-65,28)^2 + (61-65,28)^2 + (65-65,28)^2 + (64-65,28)^2 + (73-65,28)^2 + (71-65,28)^2}{(7-1)}}$$

$$= 5,17$$

a) Tes keseragaman data

$$\text{BKA} = \bar{X} + 2(SD) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$= 65,28 + 2(5,17)$$

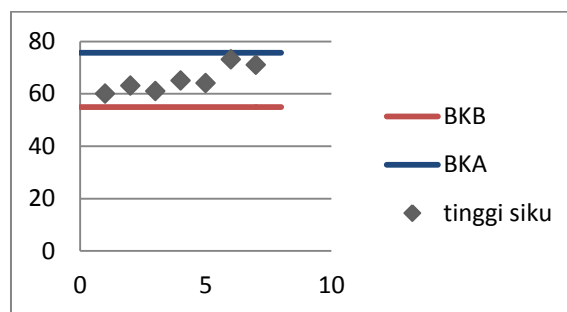
$$= 75,62$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - 2(SD) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$= 65,28 - 2(5,17)$$

$$= 54,94$$

Dari hasil uji keseragaman data, dapat diketahui bahwa data Tinggi Siku Duduk yang didapatkan, masih termasuk didalam batas control (data seragam). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Peta Kontrol Tinggi Siku Duduk

b) Uji kecakupan data

$$N = 7$$

$$S = 5\%$$

$$CL = 95\% (k=2)$$

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{7(29981) - (457)^2}}{688} \right]^2 = 3,43$$

Karena $N' < N$ maka data sudah mencukupi

c) Presentil

$$P_5 = \bar{X} - 1,645 SD \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$= 65,28 - 1,645 (5,17)$$

$$= 56,77$$

$$P_{50} = \bar{X} = 65,28 \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$P_{95} = \bar{X} + 1,645 SD \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$= 65,28 + 1,645 (5,17) = 73,78$$

Perhitungan-perhitungan data antropometri tersebut dilakukan pada keempat dimensi. Hasil perhitungan keseluruhan dimensi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Antropometri (cm)

No	Jenis data	N	X	\bar{X}	SD	BKA	BKB	N'
1	Tinggi Siku Duduk	7	457	65,28	5,17	75,62	54,94	3,43
2	Tinggi Siku Berdiri	7	688	78,28	8,76	106,24	90,32	7,92
3	Lebar Telapak Tangan	7	75	10,71	0,74	12,9	9,23	6,82
4	Panjang Tangan Bawah	7	189	27	2,51	32,02	21,98	11,91

Sumber: Data primer diolah.

Nilai-nilai persentil pada Tabel 11 inilah yang nantinya akan digunakan untuk menentukan ukuran-ukuran yang akan diterapkan pada desain alat.

Tabel 11. Hasil Nilai Persentil (cm)

No	Jenis data	p5	p50	p95
1	Tinggi Siku Duduk	56,77	65,28	73,78
2	Tinggi Siku Berdiri	64,43	73,57	82,71
3	Lebar Telapak Tangan	9,49	10,71	11,92
4	Panjang Tangan Bawah	22,87	27	31,12

Sumber: Data primer diolah.

11. Perancangan Mesin *Mixing*

Beberapa langkah dalam perancangan mesin *mixing* adalah sebagai berikut.

a. Penentuan ukuran mesin

Berikut ini adalah daftar beberapa dimensi yang ditentukan untuk ukuran mesin.

- 1) Tinggi poros putar tuas mesin berdasarkan tinggi siku duduk.
- 2) Tinggi mesin berdasarkan tinggi siku berdiri.
- 3) Panjang pedal berdasarkan lebar telapak tangan.
- 4) Panjang tuas berdasarkan panjang tangan bawah.

b. Ukuran Mesin

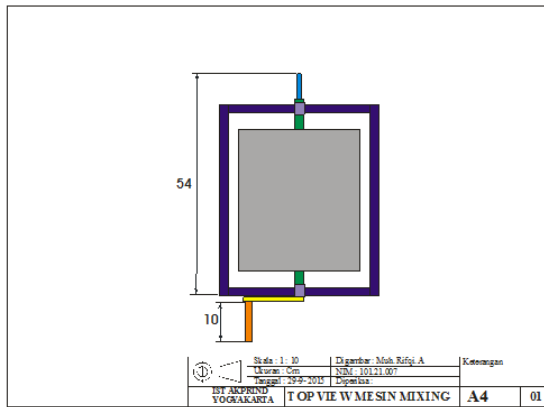
Tabel 12 menampilkan ukuran-ukuran yang akan digunakan untuk mendesain mesin *mixing*.

Tabel 12. Ukuran Mesin

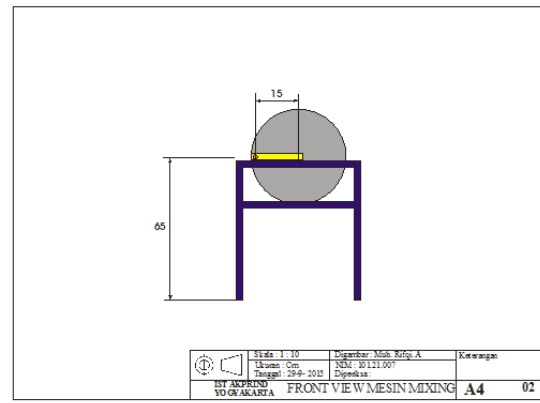
No	Jenis	Ukuran
1	Tinggi poros tuas mesin	65
2	Tinggi mesin	82
3	Panjang pedal	10
4	Panjang tuas	23

Sumber: Pengolahan data.

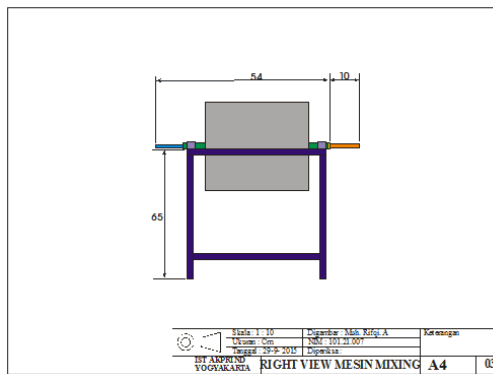
Sedangkan desain gambar mesin tersebut dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 3. Top View Mesin Mixing



Gambar 4. Front View Mesin Mixing



Gambar 5. Right View Mesin Mixing

Analisis Waktu Peragian

Berdasarkan waktu pengukuran peragian dan informasi dari pihak *home industry* didapatkan data bahwa rata-rata waktu peragian dengan metode kerja awal membutuhkan waktu 5 (lima) menit untuk setiap 5 (lima) kg kedelai. Sehingga dalam 1 (satu) kali proses produksi yang menghasilkan 200 kg tempe memerlukan waktu 200 menit untuk proses peragian.

Mesin hasil desain didapatkan bahwa dibutuhkan waktu 3 (tiga) menit untuk setiap 5 kg kedelai. sehingga dalam 1 (satu) kali proses produksi yang menghasilkan 200 kg tempe memerlukan waktu 120 menit untuk proses peragian.

Analisis Higienitas

Dalam perancangan mesin *mixing* memperhatikan segi higienitas dari kedelai yang diragi, didesain untuk meminimalisir kontak antara tangan manusia dengan kedelai. Untuk proses peragian kedelai secara manual dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses Peragian Kedelai Tanpa Mesin

Dilihat dari Gambar 6 ditinjau dari segi higienis dapat dianalisa pekerja tidak menggunakan masker dan sarung tangan. Tidak digunakannya masker ketika bekerja, tidak menutup kemungkinan adanya kontaminasi pada kedelai ketika pekerja berbicara atau bersin. Fungsi dari sarung tangan untuk menghindari kontak langsung antara tangan manusia dengan ragi dan kedelai, karena tangan manusia

dapat menimbulkan keringat yang dapat mempengaruhi kualitas dari tempe. Sedangkan contoh penggunaan mesin dalam peragian kedelai dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Peragian Menggunakan Mesin

Dilihat dari Gambar 7 ditinjau dari segi higienitas kedelai yang sedang dalam proses peragian berada di dalam tabung *stainless steel* sehingga meminimalisir kontak fisik tangan manusia dengan kedelai, karena fungsi dari tangan manusia telah digantikan dengan tabung yang memiliki sirip. Kedelai berada di dalam tabung sehingga mengurangi kontaminasi ketika pekerja berbicara maupun bersin.

Analisis Ergonomis

Pada studi pendahuluan telah dilakukan penyebaran kuesioner *Nordic body map* untuk mengetahui keluhan muskuloskeletal yang dialami oleh para pekerja dengan menggunakan metode kerja awal. Keluhan yang dialami oleh perkerja ditunjukkan pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Perbandingan Keluhan Muskulokeletal Pekerja

No	Keluhan	Sebelum (%)	Sesudah (%)	Selisih (%)
1	Sakit/kaku pada leher bagian bawah	71,42	14,28	57,14
2	Sakit pada lengan atas kiri	71,42	14,28	57,14
3	Sakit pada punggung	100	42,85	57,15
4	Sakit pada lengan atas kanan	71,42	71,42	0
5	Sakit pada pinggang	85,71	57,14	28,57
6	Sakit pada bokong	57,14	14,28	42,86
7	Sakit pada pergelangan tangan kiri	100	14,28	85,72
8	Sakit pada pergelangan tangan kanan	100	100	0
9	Sakit pada tangan kiri	57,14	0	57,14
10	Sakit pada tangan kanan	57,14	28,57	28,57
11	Sakit pada betis kiri	57,14	28,57	28,57
12	Sakit pada betis kanan	57,14	14,28	42,86
13	Sakit pada pergelangan kaki kiri	100	0	100
14	Sakit pada pergelangan kaki kanan	100	57,14	42,86

Sumber: Pengolahan data.

KESIMPULAN (CONCLUSION)

Dengan diciptakannya mesin *mixing* ragi dan kedelai dapat mempercepat proses produksi tempe khususnya pada bagian peragian, mengurangi keluhan muskoleskeletal yang dialami pekerja karena di desain berdasarkan antropometri pekerja, dan meningkatkan higienitas dari produk karena proses pengadukan yang menggunakan tangan manusia digantikan oleh mesin.

Penelitian ini hanya dilakukan hingga tahap desain mesin *mixing* ragi dan kedelai yang masih digerakkan menggunakan tenaga manusia dan memiliki kapasitas produksi yang sama dengan cara kerja yang dilakukan secara manual, peneliti selanjutnya dapat meneruskan penelitian ini dengan menambahkan motor pada alat sehingga tidak perlu lagi menggunakan tenaga manusia dan memperbesar kapasitas produksinya.

DAFTAR PUSTAKA

Manuaba, A 2005, *Ergonomi Dan Pembangunan*, PT. Indografika Kreasitama, Bali.

Nurmianto, E 2003, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Guna widya, Jakarta.

Wignjosebroto, S 2003, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu (Teknis Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja)*, Guna Widya, Surabaya.

Tarwaka 2010, *Ergonomi Industri*, Harapan Press, Surakarta.