

Desain Perancangan Alat Penyaring Dalam Proses Pembuatan Tahu Dengan Metode *Macro Ergonomic Analysis and Design* (MEAD)

Angga Haripurna^{1*}, Hari Purnomo^{1#}

Abstract. Gunung Kidul Regency is a region of soybean producer in Daerah Istimewa Yogyakarta. The raw materials support the tofu-making industry where one of the centers of tofu industry in Siraman and Sumbermulyo Wonosari. The productivity of the tofu manufacturing process is determined on the work tool and worker performance. To increase productivity a holistic approach is necessary considering all aspects. In this research, the method used to design holistically is macro ergonomic analysis and design (MEAD). With a sociotechnical MEAD approach, it is identified control variance to avoid musculoskeletal complaints that have an impact on increased productivity. This research only makes the design with high tool filter is 1014,70 mm and width 419,9 mm. A blower tool that facilitates removal of soy water material with suction specification and press 30 m / s using 220 VA power supply and 1300 VA power with galvanized pipe as conductor of 2 inch diameter.

Keywords. design, filter tools, tofu, ergonomics, MEAD.

Abstrak. Kabupaten Gunung Kidul merupakan daerah penghasil kedelai di Daerah Istimewa Yogyakarta. Bahan baku tersebut menunjang industri pembuatan tahu dimana salah satu sentra industri tahu di Siraman dan Sumbermulyo Wonosari. Produktivitas proses pembuatan tahu ditentukan pada alat kerja dan performa pekerja. Untuk meningkatkan produktivitas diperlukan pendekatan holistik dengan mempertimbangkan semua aspek. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk desain secara holistik adalah macro ergonomic analysis and design (MEAD). Dengan pendekatan MEAD yang bersifat sosioteknikal maka diidentifikasi variansi kontrol untuk menghindari keluhan muskuloskeletal yang berdampak pada peningkatan produktivitas. Penelitian ini hanya membuat desain dengan tinggi alat penyaring adalah 1014,70 mm dan lebar 419,9 mm. Alat blower yang memudahkan pemindahan material air kedelai yang memiliki spesifikasi hisap dan tekan 30 m/s menggunakan tegangan listrik 220 VA dan daya 1300 VA dengan pipa galvanis sebagai penghantar berdiameter 2 inchi.

Kata Kunci. desain, alat penyaring, tahu, ergonomi, MEAD.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Gunung Kidul merupakan salah satu penghasil kedelai yang cukup besar dengan 21.000 ton/tahun dari target 30.000 ton/tahun dengan produktivitas 1,2 ton/ha hingga 1,3 ton/ha wose (Sutarni, 2013).

Besarnya penghasil kedelai dapat digunakan sebagai penunjang industri pengolahan kedelai yang bersifat industri rumahan. Industri rumahan merupakan tulang punggung perekonomian di Kabupaten Gunung Kidul. Salah satunya adalah industri tahu di Dusun Siraman dan Dusun Sumber Mulyo (Subiyantoro, 2007). Industri rumahan pembuatan tahu masih menggunakan proses tradisional dengan metode penyaringan manual. Produktivitas pekerja bergantung pada alat kerja dan performa pekerja, sehingga untuk meningkatkan produktivitas diperlukan alat kerja yang menunjang kinerja. Sudaryanto dan Hanim (2002) menjelaskan bahwa untuk pengembangan Usaha Kecil

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14,5, Sleman, Yogyakarta, Indonesia 55584

* email: haripurnaangga@gmail.com

email: haripurnomo134@gmail.com

Diajukan: 05-01-2017 Diperbaiki: 10-04-2017
Disetujui: 30-05-2017

Menengah (UKM) memerlukan inovasi teknologi yang tepat guna yang menunjang peningkatan produktivitas.

Faktor lain yang mempengaruhi kinerja adalah kelelahan pekerja yang diakibatkan gerakan berulang. Gerakan ini dapat menyebabkan keluhan *musculoskeletal* yang merupakan gejala umum dalam bentuk rasa sakit pada otot. Penelitian Malmberg-Ceder, dkk. (2016), menjelaskan bahwa beberapa pekerja wanita mengalami gangguan *musculoskeletal* tanpa merasa sakit. Dalam kurun waktu tahun 1999 di Canada telah terjadi 35.440 insiden cedera *musculoskeletal* dengan total kerugian US\$ 90 juta (Amell & Kumar, 2002). Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan kajian makro ergonomi.

Pendekatan makroergonomi diperlukan untuk menghadapi hal yang sangat rumit dalam penerapan teknologi baru (Holden, dkk., 2015). Makroergonomi meliputi beberapa faktor, yaitu struktur organisasi, interaksi antar personil, dan motivasi. Perubahan struktur organisasi dengan metode makroergonomi berpengaruh secara langsung pada perubahan budaya organisasi dan komunikasi (Realyvasquez, dkk., 2015a). Asadzadeh, dkk. (2013) menjelaskan bahwa makroergonomi berpengaruh terhadap keselamatan, produktivitas dan kepuasan pekerja melalui komunikasi yang baik, instruksi yang jelas, pendidikan, dan peraturan organisasi yang dapat diterima.

Untuk mampu membantu secara langsung proses manufaktur, makroergonomi juga bisa digunakan dalam pendekatan perancangan desain alat kerja yang membantu kinerja. Penelitian oleh Suzianti, dkk. (2013) mendesain tempat sampah dengan pendekatan makroergonomi untuk mengubah perilaku masyarakat. Dengan demikian pendekatan makroergonomi dalam desain alat akan mampu membantu kinerja. Lebih lanjut, pengembangan alat atau teknologi baru akan meningkatkan efek psikologis yang positif pada pekerja manufaktur (Realyvasquez, dkk., 2015b).

Berdasarkan hasil wawancara di wilayah industri tahu Desa Siraman dan Sumber Mulyo teridentifikasi bahwa masalah yang paling dasar adalah sering rusaknya alat penyaringan dan kelelahan pekerja dalam aktivitas penyaringan. Pekerja sering merasakan nyeri pada bagian punggung karena aktivitas penyaringan yang berulang-ulang. Penelitian terdahulu tentang alat penyaringan telah dilakukan oleh Mulyana, dkk. (2013) dapat mengurangi biaya hingga Rp 1.000.600,- per bulan dan mengurangi waktu penyaringan hingga 55,1%. Aprianto dan Purnomo (2014) telah merancang alat pencetak dan pengepres tahu dengan pendekatan makro ergonomi pada UKM Tahu di Kecamatan Gombang Kabupaten Kebumen.

Penelitian yang dilakukan ini menemukan beberapa indikasi gangguan *musculoskeletal* dalam proses penyaringan. Gerakan berulang pada saat pemindahan material dengan menggunakan *ciduk* dan ember diduga menjadi penyebab gangguan tersebut. Alat penyaringan yang digunakan sering mengalami kerusakan, karena menggunakan kain balacu dengan alas anyaman rotan. Proses pemindahan material membutuhkan banyak tenaga kerja yang mengakibatkan produktivitas kurang maksimal. Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini melakukan perbaikan sistem kerja dengan perancangan desain alat penyaringan dalam proses pembuatan tahu dengan pendekatan makroergonomi.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada industri rumahan pembuatan tahu yang terletak pada Desa Sumber Mulyo dan Desa Siraman, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunung Kidul. Penelitian ini dilakukan pada 30 pekerja dengan rentang usia 18 – 50 tahun pada 8 industri rumahan.

Pada tahap awal dilakukan wawancara dengan melibatkan pemilik industri tahu sebagai narasumber dan observasi untuk

menentukan permasalahan dalam industri tersebut.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data menggunakan *nordic body map* (NBM) untuk mengidentifikasi indikasi keluhan *musculoskeletal* dan mengukur antropometri pekerja untuk dimensi lebar bahu (BH) dan tinggi siku berdiri (TSB).

Pada tahap ini dilakukan desain menggunakan *macroergonomic analysis and design* (MEAD). Langkah-langkah desain menggunakan MEAD (Hendrick, 2005): mendefinisikan kerangka kerja dari sebuah sistem, lingkungan dan organisasi; mendefinisikan tipe sistem kerja dan menetapkan tingkat kinerja yang diinginkan; mendefinisikan unit operasi dan proses kerja; mengidentifikasi variasi dalam unit operasi; membuat matrik variasi; menganalisa peran personel; mengalokasikan fungsi dan penggabungan desain; menganalisa persepsi dan tanggung jawab; desain ulang dukungan dan penggabungan sub sistem; dan menerapkan, mengiterasi, dan meningkatkan kinerja.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri tahu telah memiliki organisasi yang terdiri dari pemilik industri, PRIMKOPTI, dan pekerja industri. Secara umum Aprianto dan Purnomo (2014) menyatakan bahwa organisasi industri tahu terdiri dari pemilik industri tahu, pekerja industri tahu dan penjual kedelai mentah, dimana faktor satu dengan faktor lainnya saling terkait. Sistem kerja pada industri tahu sangat tergantung pada alat kerja yang digunakan. Berdasarkan hasil wawancara, alat kerja yang sangat berpengaruh terhadap kinerja industri tahu adalah desain alat penyaring tahu dan waktu yang diperlukan untuk proses penyaringan harus lebih cepat dibandingkan penyaringan tradisional.

Sistem kerja industri tahu terbagi menjadi tiga bagian yaitu *input*, proses dan *output*. *Input* pada industri tahu adalah kedelai, uap air dan air. Proses terdiri dari perendaman

kedelai, penggilingan, penyaringan dan penggumpalan, pencetakan, pemotongan dan perebusan. *Output* yang diharapkan adalah kualitas tahu. Sedangkan tingkat kinerja adalah produktivitas, tingkat kelelahan, keluhan *musculoskeletal*. Harapan dari desain baru adalah terjadi peningkatan produktivitas serta penurunan kelelahan dan keluhan *musculoskeletal*.

Tipe sistem kerja produksi industri tahu adalah *intermittent process* dengan alokasi pekerja yang tidak teratur dalam mendefinisikan tanggung jawab. Setiap proses terpisah dengan proses lain dengan menggunakan alat berupa ciduk dan ember untuk memindahkan material. Tipe kerja produksi yang bersifat *intermittent process* mempunyai waktu siklus operasi lebih panjang dibandingkan dengan waktu siklus operasi produksi dari *continous process*. Dengan demikian harapan dari sistem kerja produksi adalah membuat sebagai *continous process*, sehingga proses tidak memerlukan waktu transportasi dan mempercepat proses produksi (Battini, dkk., 2011). Azadeh, dkk. (2016) menyarankan adanya penggabungan tata letak pada unit operasi agar lebih efektif dan efisien.

Proses kerja pada industri tahu secara berurutan adalah perendaman kedelai, penggilingan kedelai dan pemasakan, penyaringan dan pengendapan, pencetakan. Pada proses tersebut pekerjaan yang paling berat adalah proses mengangkat ember dan membawa ke unit kerja selanjutnya dari hasil penggilingan dan pemasakan ke proses penyaringan. Keluhan yang sering terjadi adalah pekerja mengeluhkan bagian otot skeletal. Pekerja terasa nyeri terutama pada bagian pergelangan kaki kanan, kaki kanan, pinggang dan lutut kanan, pekerja harus banyak istirahat hingga 20% per hari, motivasi pekerja sangat rendah dan sebagian besar kram pada kaki setelah bekerja.

Unit operasi pada industri tahu terdiri dari perendaman kedelai, penggilingan, penyaringan dan penggumpalan, pencetakan,

pemotongan dan perebusan. Unit kerja yang memiliki penyimpangan tinggi adalah unit penyaringan. Variansi pada proses penyaringan ditentukan setelah diadakan observasi dan wawancara. Tabel 1 menunjukkan variansi proses yang digunakan pada penelitian ini.

Matrik variansi pada proses penyaringan ditunjukkan pada Tabel 2. Matrik variansi adalah sarana penjelasan hubungan antara satu variansi dengan variansi yang lain seperti yang terdapat pada hubungan korelasi attribute *Quality Function Deployment* (Cohen, 1995). Bobot angka ditentukan dengan cara wawancara kepada pekerja dan pemilik industri tahu dan semakin tinggi angka pada kolom total maka memberikan

skala prioritas yang lebih tinggi untuk perbaikan.

Personil yang terlibat dalam proses penyaringan yaitu pemilik industri dan pekerja pada industri tersebut. Pengambilan data menggunakan teknik wawancara pada saat melakukan observasi. Tabel 3 menyajikan peran personel pada pekerjaan penyaringan serta uraian tugas pekerja dan pemilik usaha.

Untuk mengalokasikan fungsi pada desain awal, digunakan rotan sebagai alas kain balacu dan ember sebagai alat pemindahan material. Fungsi pemindahan material dialokasikan pada pipa dengan diameter 2 inchi dan material galvanis. Sedangkan untuk dimensi penyaringan lama adalah

Tabel 1. Variansi proses

Unit kerja	Variansi
Proses penyaringan	1. Penyaringan harus di tekan waktu produksinya
	2. Limbah penyaringan harus segera di buang
	3. Alat penyaringan mudah rusak karena terbuat dari kain belacu
	4. Proses transport pemindahan membutuhkan sumber daya manusia
	5. Gerakan menggunakan ember pada pengambilan adalah gerakan yang tidak ergonomis

Tabel 2. Matrik variansi

No	Variansi	Bobot	a	b	c	d	e	f	Total
a	Penyaringan harus di tekan waktu produksinya	15%		●	▲	■	▲	▲	2,85
b	Limbah penyaringan harus segera di buang	10%	●		●	▲	▲	■	1,70
c	Alat penyaringan mudah rusak karena terbuat dari kain belacu	10%	▲	●		▲	▲	▲	1,30
d	Proses transport pemindahan membutuhkan sumber daya manusia	30%	■	▲	▲		■	■	9,90
e	Gerakan menggunakan ember pada pengambilan adalah gerakan yang tidak ergonomis	15%	▲	■	▲	■		●	3,75
f	Biaya produksi yang lebih murah	20%	▲	▲	■	▲	▲		6,00

Keterangan: ● = 1 ▲ = 3 ■ = 9

Sumber: Cohen (1995); Suzianti, dkk. (2013)

Tabel 3. Peran personel dalam penyaringan

Personil	Uraian tugas
Pekerja	1. Menghidupkan/Mematikan Mesin Blower
	2. Mengontrol tabung penyaringan
	3. Membuang Ampas Kedelai dari Tabung
	4. Mengontrol bak tampung pemasakan dan penyaringan.
Pemilik	1. Membuat tabel check list operasi
	2. Menginvestasikan alat penyaringan untuk membantu proses kerja.
	3. Mengkontrol kinerja alat dan melakukan perbaikan dan koreksi.



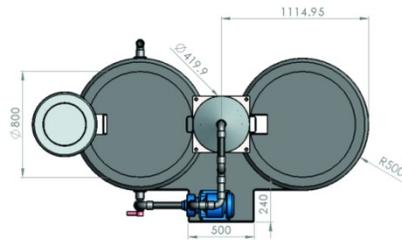
Gambar 1. Desain tata letak dan alat penyaring lama



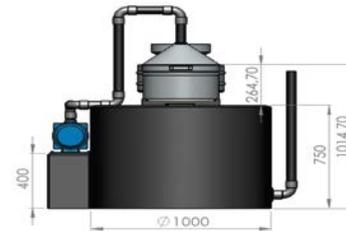
Gambar 2. Usulan tata letak dan alat penyaring baru



Gambar 3. Tampak dalam alat penyaring



Gambar 4. Tampak atas



Gambar 5. Tampak depan

berdiameter 1 meter dan tinggi tempat penyaringan dan penampungan 0,75 meter. Dimensi ini akan diubah sesuai dengan ukuran dimensi tubuh pekerja untuk menurunkan resiko cedera otot pekerja ini dikarenakan gerakan tubuh yang mengambil dan menuang air kedelai dengan ember secara berulang-ulang dapat menimbulkan gangguan *musculoskeletal*.

Kelemahan yang lain dari desain lama adalah kain balacu sering rusak dikarenakan luas penampang terlalu lebar, sehingga tidak mampu untuk menahan gaya tekan air kedelai yang di tuangkan dari ember berulang-ulang. Intervensi makroergonomi dengan melakukan perubahan alat transportasi yang berupa ember menjadi mesin *blower* untuk meningkatkan produktivitas (Guimares, dkk., 2013). Desain alat baru tampak dalam, atas dan depan ditunjukkan pada Gambar 3-5.

Desain alat baru menggunakan kekuatan tekan air dari *blower*. Hal ini berbeda dengan penelitian Mulyana, dkk. (2013) yang menggunakan kekuatan putar motor listrik untuk memeras hasil penggilingan kedelai. Tinggi alat penyaringan didasarkan pada

dimensi tubuh TSB. Sedangkan diameter alat penyaring menggunakan dimensi tubuh LB. Persentil yang digunakan untuk menentukan diameter alat penyaring adalah persentil ke-95 dari LB. Hasil perhitungan diameter alat penyaring adalah 419,9 mm. Tinggi alat penyaring menggunakan TSB dengan persentil ke-5, maka tinggi alat penyaring adalah 1.014,70 mm. Diameter alat penyaring hampir sama dengan penelitian Destiana, dkk. (2010) dan Mulyana, dkk. (2013) dengan ukuran masing-masing sebesar 421,9 mm dan 300 mm. Akan tetapi tinggi alat penyaring berbeda dengan penelitian Destiana, dkk. (2010) yaitu sebesar 496,8 mm dan juga berbeda dengan penelitian Mulyana, dkk. (2013) sebesar 425 mm.

IV. SIMPULAN

Proses penyaringan tahu adalah proses yang memiliki beban paling tinggi dan menyerap tenaga yang besar sehingga di perlukan desain alat baru. Usulan desain alat baru dengan melakukan inovasi alat penyaring dengan mesin *blower* sehingga pekerja tidak perlu memakai alat bantu lain.

Dimensi alat saring ini memiliki diameter 419,9 mm dan tinggi 1014,70 mm, sedangkan untuk mesin blower di pilih dengan kekuatan hisap dan tekan 30 m/s dengan pipa galvanis berdiameter 2". Mesin *blower* dioperasikan dengan tegangan listrik 220 VA dan daya 1300 watt. Dengan desain alat baru tersebut diharapkan mampu mengurangi jumlah tenaga kerja dan resiko cedera otot.

DAFTAR PUSTAKA

- Azadeh, A.; Shabanpour, N.; Gharibdousti, M.S.; Nasirian, B. (2016). "Optimization of supply chain base on macro ergonomics criteria: A case study in gas transmission unit". *Journal of Loss Prevention in Process Industries*, Vol. 43, pp.: 332 – 351.
- Asadzadeh, S.M.; Azadeh, A.; Negahban, A.; Soutoudeh, A. (2013). "Assessment and improvement of interegrated HSE and macro ergonomics factors by fuzzy cognitive maps: The case of large refinery". *Journal of Loss Prevention In The Process Industries*, Vol. 26, pp.: 1015 – 1026.
- Amell, T.; Kumar, S. (2001). "Work related musculoskeletal disorder: Design and prevention strategy. A review". *Journal of Occupational Rehabilitation*, Vol. 11 (4), pp.: 255 – 265.
- Aprianto, T.; Purnomo, H. (2011). "Desain pencetak dan pengepres tahu pada UKM tahu menggunakan metode macroergonomics analysis and design (MEAD)" *Prosiding Seminar Nasional IENACO 2011*, UMS.
- Battini, D.; Faccio, M.; Persona, G.; Sgarbossa, F. (2011). "New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design". *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 41, pp.: 30 – 42.
- Cohen, L. (1995). *Quality Function Deployment, How To Make QFD Work For You*. New York: Addison-Wesley Publishing Company.
- Destiana, I.; Suhardi, B.; Dwi, R. (2010). *Perancangan Alat Penyaringan Tahu Berdasarkan Prinsip Ergonomi*. Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Guimares L.B.; Ribeiro, J.L.D.; Renner, J.S.; De Oliveira, P.A.B. (2013). "Worker evaluation of macroergonomics intervention in a Brazilian footwear company". *Journal of Applied Ergonomics*, Vol. 45, pp.: 923 – 935.
- Holden, R.J.; Brown, R.L.; Scanlon, M.C.; Rivera, A.J.; Karsh, B.T. (2015). "Micro and macro ergonomics changes in mental workload and medication safety following the implementation of new health IT". *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 49, pp.: 131 – 143.
- Hendrick, H.W. (2005). *Macroergonomic Methods*. in Stanton, N.; Hedge, A.; Brookhuis, K.; Sales, E.; Hendrick, H.W. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. pp.: 75-1 – 75-4. NewYork: CRC Press.
- Mulyana, J.I.G.; Santosa, H.L.M.; Prasetya, W. (2013). "Perancangan alat penyaringan dalam proses pembuatan tahu". *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 12 (1), pp.: 21 – 30.
- Malmberg-Ceder, K.; Haanpaa, M.; Korhonen, P.E.; Kautiainen, H.; Soinila, S. (2016). "Relationship of musculoskeletal pain and well being at work, does pain matter". *Scandinavian Journal of Pain*, Vol. 15, pp.: 30 – 43.
- Realyvasquez, A.; Maldonado-Malcias, A.A.; Garcia-Alcaraz, J.L.; Blanco-Fernandez, J. (2015a). "Effects of organizational macroergonomics compatibility element over manufacturing system performance". 6th *International Conference on Applied Human Factor Ergonomics (AHFE 2105) and the Affiliated Conference*, Vol. 3, pp.: 5715 – 5722.
- Realyvasquez, A.; Maldonado-Malcias, A.A.; Garcia-Alcaraz, J.; Cortes-Robles, G.; Blanco-Fernandez, J. (2015b). "Structural model of the effect of environmental elements on the psychological characteristics and performance of the employee of manufacturing system". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 13, pp.: 104 – 117.
- Subiyantoro, E. (2007). *Usulan Calon Penerima Krenova Masyarakat 2007*. BPPD (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah) Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta.
- Sutarni, S. (2013). *Produksi Kedelai Gunung Kidul 21.000 Ton*, online pada <http://jogja.antaranews.com/berita> , diakses tanggal 15 Desember 2016.
- Sudaryanto, S.; Hanim, A. (2002). "Evaluasi kesiapan UKM menyongsong pasar bebas ASEAN (AFTA): Analisis perspektif dan tinjauan teoritis". *Jurnal Ekonomi Akuntansi Manajemen*, Vol. 1 (2).
- Suzianti, A.; Humaira, S.; Anjani, S. (2013). "Macroergonomis approach for improving the municipal waste management system in Jakarta". *International Journal of Innovation Management and Technology*, Vol. 4 (6), pp.: 560 – 564.