

PERANCANGAN MESIN PENGAYAKAN TEPUNG JAGUNG MODEL ROTARY YANG ERGONOMIS

Mohammad Diky Alfian¹⁾, ST. Salmia L. A.²⁾, Jr. Heksa Galuh W³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Email : dalfian122@gmail.com

Abstrak, Kesehatan dan keselamatan kerja pekerja sangatlah perlu diperhatikan terlebih untuk industri Rumah tangga seperti halnya Industri pembuatan nasi jagung. Selama bekerja pekerja merasakan pegal pada punggung dan lengan tangan yang sering dirasakan oleh karyawan bagian pengayakan. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai hal ini. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan melakukan perancangan ulang mesin pengayakan tepung jagung sebagai bahan utama nasi jagung. Dalam perancangan fasilitas kerja berupa mesin pengayakan hal yang perlu diperhatikan adalah antropometri ukuran tubuh operator, keluhan – keluhan selama bekerja, waktu proses pengayakan selama bekerja. Untuk mengetahui pengaruh antara perlakuan sebelum dan sesudah perancangan dilakukan perbandingan dengan mengamati dan wawancara secara langsung kepada yang terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengayakan pada kondisi sebelum perancangan sebesar 30 menit/ 50kg. Setelah perancangan sebesar 15 menit/50kg. Postur tubuh pada proses pengayakan sebelum perancangan adalah membungkuk, setelah dirancang mesin pengayakan tepung jagung model rotary posisi menjadi tegak dan jangkauan tangan menjadi lebih mudah karena wadah penampung tepung dan cerobong input mesin sejajar.

Kata kunci : Antropometri, Perancangan, Waktu pengayakan

PENDAHULUAN

Tepung jagung berasal dari bahan dasar jagung kemudian dihaluskan seperti tepung – tepung pada umumnya. Tepung jagung merupakan bahan dasar dari pembuatan nasi jagung atau sering disebut nasi ampok. Produsen nasi jagung yang menggunakan mesin hanya dalam proses penghalusan, dalam proses pengayakan dilakukan secara manual dengan ayakan sederhana dan sangat melelahkan. Mesin pengayakan model rotary merupakan mesin yang dirancang dapat membantu melaksanakan tugas sebagai pengayakan tepung jagung yang sudah dihaluskan dengan sangat cepat dan mudah. Mesin ini akan dirancang dapat memisahkan antara yang halus, kasar, dan kulit biji jagung yang masih menjadi satu, mesin ini ditenagai menggunakan motor listrik dengan dilengkapi pengaturan kecepatan yang diinginkan dan dapat hasil pengayakan maksimal sesuai yang diinginkan oleh produsen.



Gambar 1. Proses Pengayakan Manual

Gambar 1 merupakan ilustrasi dari proses pengayakan secara manual dengan alat yang sederhana menggunakan ayakan dari kayu dibentuk kotak dan dengan menggunakan tenaga manusia. Untuk melakukan pengayakan yang menurut penulis kurang ergonomis dan sangat melelahkan, dan letak ketidakergonomisan adalah sebagai berikut:

1. posisi badan saat melakukan aktivitas pengayakan dengan sedikit membungkuk.
2. tangan mendapatkan beban pengayakan yang cukup berat.
3. melakukan pengayakan dengan menggoyangkan ayakan kekanan – kekiri secara berulang – ulang.

4. Alat ayakan yang digunakan memiliki bentuk sederhana dan dimensi yang kurang sesuai serta tidak adanya tempat untuk pegangan tangan.

METODE

Teori BlackBox

Black Box Testing (Pengujian kotak hitam) yaitu bertujuan untuk menunjukkan fungsi PL tentang cara beroperasinya, apakah pemasukan data keluaran telah berjalan sebagaimana yang diharapkan dan apakah informasi yang disimpan secara eksternal selalu dijaga kemutakhirannya (Nurajizah & Aziz, 2019). Kotak hitam adalah sistem yang dapat dilihat dari segi input dan outputnya (atau karakteristik transfer), tanpa mengetahui cara kerja internalnya. Implementasinya adalah "buram" (hitam). Istilah ini dapat digunakan untuk merujuk pada banyak cara kerja bagian dalam, seperti transistor, mesin, algoritma, otak manusia, atau lembaga atau pemerintah. (Wikipedia). Analisis sistem terbuka dengan "metode kotak hitam" yang khas dan hanya pertimbangkan perilaku stimulus/respons untuk menarik kesimpulan.

Representasi yang biasa dari sistem kotak hitam ini adalah grafik aliran data yang berpusat pada kotak hitam. Pengertian kotak hitam didasarkan pada "prinsip yang jelas". Asumsi bahwa ada hubungan sebab akibat antara input dan output. Prinsipnya menyatakan bahwa input dan output berbeda.

Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu ergon dan nomos, yang memiliki arti adalah ergon berarti kerja sedangkan nomos berarti hukum alam. Ergonomi sebagai keilmuan yang mempelajari hubungan antara manusia yang berkaitan dengan pekerjaannya, yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, engineering, manajemen, maupun desain produk. Menurut Manuaba Ergonomi merupakan ilmu teknologi dan seni yang berupaya menserasikan antar alat, cara, dan lingkungan kerja terhadap kemampuan dan batasan manusia untuk memenuhi lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, dan efisien demi terwujudnya produktivitas yang setinggi – tingginya.

Anthropometri

Anthropometri berasal dari kata anthro dan metri yang memiliki arti adalah anthro

berarti manusia sedangkan metri yang berarti ukuran. Definisi anthropometri dapat dinyatakan sebagai studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada umumnya memiliki postur tubuh yang berbeda – beda. Anthropometri secara luas digunakan sebagai pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan alat maupun stasiun kerja yang memerlukan interaksi dengan manusia. Data anthropometri dapat digunakan beberapa hal, diantaranya sebagai berikut:

1. Perancangan stasiun kerja.
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, perkakas.
3. Perancangan produk kebutuhan konsumtif seperti pakaian, kursi/meja, dan lain – lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Pengolahan data anthropometri yang harus dilakukan pada data antropometri adalah:

- Mean (rata-rata) :

$$\bar{x} = \frac{\sum(xi)}{N}$$

Dimana :

$\bar{x}$ = Rata-rata hitung

$\sum(xi)$ = Total Jumlah Sampel

N = Populasi

- Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{N}}$$

Dimana :

σ = Standar Deviasi

$\sum xi$ = Jumlah semua nilai x ke i

N = Populasi

$\bar{x}$ = Rata – Rata

- Batas Kontrol

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

Dimana :

Tingkat Kepercayaan ($k = 2$) = 95%

Tingkat Ketelitian = 5%

- Uji Kecukupan Data

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum(x_i^2) - \sum(x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

Dimana :

- N' = Jumlah pengukuran yang harus dilakukan
 N = Jumlah Pengukuran yang telah dilakukan x_i^2 = nilai data x ke i
 k = konstanta tingkat kepercayaan
 Jika $k = 1$ maka $Z = 99\%$
 Jika $k = 2$ maka $Z = 95\%$
 Jika $k = 3$ maka $Z = 68\%$
 s = Tingkat ketelitian yang dikehendaki

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Pada proses pengayakan dengan menggunakan alat sederhana ini memakan waktu kurang lebih 30 menit untuk mengayak tepung jagung sebanyak 50 kg. Dengan bentuk sederhana dari ayakan di atas membuat penulis untuk melakukan perancangan alat atau mesin pengayakan otomatis dengan konsep input blackbox output. Input dengan butiran – butiran jagung yang masih heterogen kemudian diproses di dalam mesin dan keluar dengan terpisah antara tepung yang halus dan yang kasar serta terpisah dari kulit biji jagung. Penulis melakukan perancangan mesin ayakan model rotary yang ditenagai oleh motor listrik yang ramah lingkungan serta tidak menimbulkan kebisingan dan tidak mengganggu karyawan lain dan sekitar UKM Randy Jaya. Penulis melakukan perhitungan anthropometri sebanyak 15 karyawan

Tabel 1. Data antropometri Posisi Berdiri Operator dan Jangkauan Tangan Ke depan

Sampel	Dimensi Tubuh (cm)	
	Tinggi Kaki Posisi Berdiri	Data Jangkauan Tangan Ke Depan
1	88	73
2	87	68
3	83	70
4	84	69
5	86	65
6	88	70
7	87	70
8	87	68
9	83	71
10	87	70
11	85	68
12	85	72
13	85	69
14	84	70
15	88	65

(Sumber: Data Primer, 2021)

Pengolahan data anthropometri pada 15 karyawan UKM Randy Jaya, Posisi Berdiri Operator dan Jangkauan Tangan Ke depan.

Uji Keseragaman

1. Uji Keseragaman Tinggi Kaki Posisi Berdiri

a) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{88+87+\dots+88}{15}$$

$$\bar{x} = \frac{1287}{15} = 85,8$$

b) Perhitungan standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(88-85,8)^2 + (87-85,8)^2 + \dots + (88-85,8)^2}{15}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{44,4}{15}} = 2,96$$

c) Perhitungan BKA dan BKB

$$BKA = \bar{X} + k\sigma$$

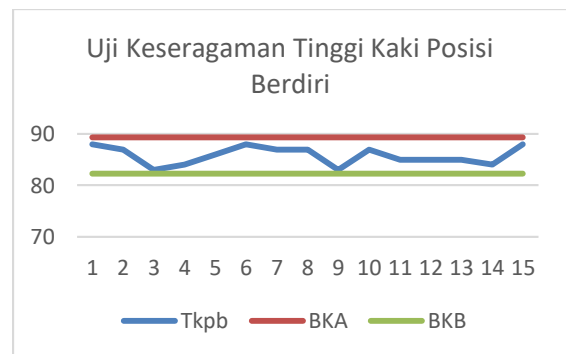
$$BKA = 85,8 + 2,96$$

$$BKA = 88,76 \text{ cm}$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma$$

$$BKB = 85,8 - 2,96$$

$$BKB = 82,84 \text{ cm}$$



Gambar 2. Uji Keseragaman Tinggi Kaki Posisi Berdiri

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, terlihat bahwa data tidak melebihi batas kontrol. Data tinggi duduk tegak semuanya seragam.

2. Uji Keseragaman Jangkauan Tangan Ke depan

a) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{73+68+\dots+65}{15}$$

$$\bar{x} = \frac{1038}{15} = 69,2$$

b) Perhitungan standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(73-69,2)^2 + (68-69,2)^2 + \dots + (65-69,2)^2}{15}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{68,4}{15}} = 4,56$$

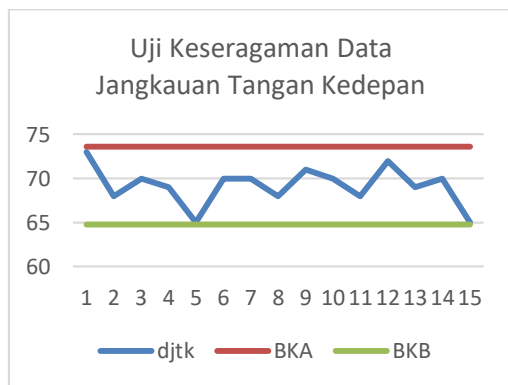
c) Perhitungan BKA dan BKB

$$BKA = \bar{X} + k\sigma$$

$$BKA = 69,2 + 4,56 = 73,76 \text{ cm}$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma$$

$$BKB = 69,2 - 4,56 = 64,64 \text{ cm}$$



Gambar 3. Uji Keseragaman Data Jangkauan Tangan Ke depan

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, terlihat bahwa data tidak melebihi batas kontrol. Data tinggi bahu duduk semuanya seragam.

Uji Kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui jumlah data yang telah diperoleh cukup atau belum cukup. Berikut adalah uji kecukupan data untuk masing-masing dimensi antropometri.

1. Uji Kecukupan Tinggi Kaki Posisi Berdiri

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum (x_i^2) - \sum (x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{15 \times 110469 - 1656369}}{1287} \right]^2$$

$$= 0,64$$

Berdasarkan perhitungan, data telah cukup karena memenuhi syarat $N' < N$. Maka tidak diperlukan pengambilan data lagi.

2. Uji Kecukupan Data Jangkauan Tangan Ke depan

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum (x_i^2) - \sum (x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{15 \times 71898 - 1077444}}{1038} \right]^2$$

$$= 1,52$$

Berdasarkan perhitungan, data telah cukup karena memenuhi syarat $N' < N$. Maka tidak diperlukan pengambilan data lagi.

Persentil

Berikut adalah rumus untuk perhitungan persentil 5 dan persentil 95.

1. Tinggi Kaki Posisi Berdiri

$$P5^{th} = \bar{x} - 1,645 Sd$$

$$P5^{th} = 85,8 - 1,645 \times 1,781$$

$$= 82,87 \text{ cm}$$

$$P95^{th} = \bar{x} + 1,645 Sd$$

$$P95^{th} = 85,8 + 1,645 \times 1,781$$

$$= 88,72 \text{ cm}$$

2. Jangkauan Tangan Kedepan

$$P5^{th} = \bar{x} - 1,645 Sd$$

$$P5^{th} = 69,2 - 1,645 \times 2,21$$

$$= 65,5 \text{ cm}$$

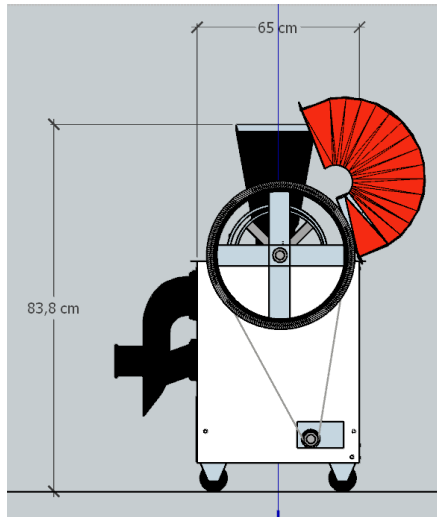
$$P95^{th} = \bar{x} + 1,645 Sd$$

$$P95^{th} = 69,2 + 1,645 \times 2,21$$

$$= 72,8 \text{ cm}$$

Dimensi Mesin

Berdasarkan perhitungan persentil yang telah dilakukan, tinggi mesin yang digunakan yaitu menggunakan persentil 5 dari tinggi kaki posisi berdiri. Dan tinggi mesin yaitu 82,87 cm dibulatkan menjadi 83 cm. Lebar mesin menggunakan persentil 5 dari data jangkauan tangan kedepan, dan lebar mesin yaitu 65,5 cm dibulatkan menjadi 65 cm.



Gambar 4. Desain dan Dimensi Mesin Model 2D

Pada gambar desain mesin 4.5 ditentukan dengan tinggi mesin 83,87 karena agar mesin ini dapat dioperasikan dan oleh karyawan UKM Randy Jaya dengan posisi tegak atau tidak membungkuk. Dan perancang sudah mengatur untuk wadah tepung jagung yang akan diayak sejajar dengan cerobong input mesin agar lengan karyawan saat menuangkan tepung jagung tidak mendapatkan beban yang besar.

Pengujian Mesin

Setelah pembuatan mesin selesai maka mesin langsung dibawa ke UKM Randy Jaya selaku dari produsen nasi jagung tempat penulis melakukan penelitian untuk melakukan percobaan mesin apakah sesuai dengan yang diharapkan penulis dan produsen dari mesin jagung. Pada saat mencoba mesin penulis melihat serta mengamati dari tiap – tiap komponen mesin apakah sudah berjalan sesuai yang diharapkan.



Gambar 5. Proses Pengayakan Menggunakan Mesin

Pada gambar 5 merupakan proses percobaan sekaligus pengujian mesin di UKM Randy Jaya untuk diamati hasil dari perancangan mesin ayakan model rotary. Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa postur tubuh dari karyawan menjadi lebih tegak dan proses pengayakan tepung jagung tidak memberikan beban bagi karyawan.

Dan juga tinggi mesin dan wadah tepung jagung yang akan diayak ditempatkan sejajar membuat karyawan UKM Randy Jaya tidak kesulitan dalam melakukan proses pengayakan. Jangkauan tangan menjadi lebih dekat dan mudah. Pada proses pengayakan sebelumnya menggunakan alat sederhana karyawan dalam mengayak tepung jagung sebanyak 50 kg memakan waktu kurang lebih 30 menit. Setelah adanya perancangan ayakan model rotary ini proses pengayakan membaik sekitar 50% atau kurang lebih 15 menit. Dengan adanya perancangan mesin pengayakan model rotary ini memberikan efek yang baik bagi UKM Randy Jaya dan juga karyawan dalam proses produksi nasi jagung khususnya pada bagian pengayakan menjadi lebih mudah dan efisien waktu, dan juga memberikan dampak positif bagi karyawan pada posisi kerja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. UKM Randy Jaya dalam melakukan proses produksi nasi jagung banyak dilakukan dengan cara manual dengan alat sederhana, dan di tempat produksi yang menggunakan alat atau mesin hanya pada proses penghalusan jagung. Sedangkan pada proses pengayakan dan pemisahan antara kulit dan biji jagung dilakukan secara manual maka dilakukan perancangan, mendesain serta pembuatan alat atau mesin pengayakan yang menggantikan peran manusia dengan mesin sebagai proses pengayakan.
2. Ayakan model rotary sebagai alternatif dari permasalahan yang sedang dihadapi oleh UKM Randy Jaya pada proses pengayakan, dan effort yang dikeluarkan oleh karyawan menjadi lebih kecil, serta lebih ergonomis. Karyawan UKM Randy Jaya saat melakukan proses pengayakan tepung jagung menggunakan ayakan model rotary yang dirasakan yaitu di bagian tulang belakang menjadi tidak sakit dan beban tubuh berkurang.

3. Proses pengayakan sebelumnya menggunakan alat manual dan seadanya menghabiskan waktu sebesar 30 menit/50kg, setelah menggunakan ayakan model rotary ini dapat dipangkas sebanyak 50% menjadi 15 menit/50kg.

Saran

1. Penelitian ini hanya melihat dan meneliti dari salah satu aktivitas pekerjaan, diharapkan penelitian ini dapat diterapkan untuk pekerjaan di waktu selanjutnya.
2. Rekomendasi perbaikan yang diberikan dari hasil penelitian ini dapat diaplikasikan di penelitian selanjutnya untuk mengetahui apakah rekomendasi perbaikan yang diberikan berdampak baik bagi UKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Green, J. M. 2014. *The Application of Black Box Theory to System Development*. INCOSE.
- Haryanto. 2009. *Perancangan Stasiun Kerja Yang Ergonomis Dalam Pelayanan Jasa Penyewaan Internet di Warnet Bina Boyolali*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Informatika, P. S. 2019. *Solusi We Offer Sollution*. Diambil kembali dari Authorized Training Center & Certification:

<https://www.solusitraining.com/fitur-fitur-dasar-autodesk-inventor/>

- Karya, P. K. 2020. *Liputan 6*. Diambil kembali dari Liputan6.com: <https://hot.liputan6.com/read/4168810/10-manfaat-nasi-jagung-untuk-kesehatan-cocok-untuk-diet>
- Kurniawan, E. R. 2010. *Perancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis Pada Stasiun Pencetakan di UD. Ponimin dan Menggunakan Metode Rasional*. Tugas Sarjana.
- Nofriady, Handra, D. A. 2016. *Mesin Pengayak Pasir Otomatis dengan Tiga Saringan*. Jurnal Teknik Mesin, 1-5.
- Nur, Rahman As'ad, E. A. 2016. *Perbaikan Sistem Kerja Pada Industri Rumah Tangga Sepatu Di Cibaduyut Bandung Untuk Meminimasi Beban Kerja Mental*. Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, 1-7.
- Subchan, Asy'ari, A. W. 2019. *Pembuatan Mesin Pengayak Tepung Jagung Dengan Pendekatan Antropometri*. Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health, 1-12.
- Wiki, M. 2020. *Wikipedia*. Diambil kembali dari Wikipedia Ensiklopedia Bebas: https://id.wikipedia.org/wiki/Nasi_jagung.