

Perancangan Alat Penyaring Bubur Kedelai dan Alat Press Bubur Kedelai Yang Ergonomis Pada Industri Tahu

Muhammad Rafi Wardana^{1*}, Lina Dianati Fathimahhayati^{2*}, Theresia Amelia Pawitra^{3*}

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman Jl. Sambaliung No.9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119, Kalimantan Timur, Indonesia

fteknik.unmul@ft.unmul.ac.id

INFO ARTIKEL

doi: 10.350587/Matrik
v18i2.589

Jejak Artikel :

Upload artikel

04 Maret 2020

Revisi oleh reviewer

06 Agustus 2020

Publish

16 September 2020

Kata Kunci :

CATIA, Ergonomis, MSDs

ABSTRAK

Pabrik Tahu Pak Kasimin merupakan salah satu industri tahu yang memproduksi tahu mentah dan tahu goreng. Pabrik yang berlokasi di Kelurahan Selili Kota Samarinda ini telah beroperasi sejak tahun 30 lalu dengan target produksi perharinya yaitu 150 kg tahu. Target produksi yang cukup besar ini menimbulkan berbagai keluhan oleh pekerjanya, salah satunya yaitu keluhan *musculoskeletal disorders* pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai. Hasil observasi dan wawancara oleh 2 pekerja pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai menunjukkan bahwa pekerja mengeluhkan sakit pada lengan atas kiri, lengan atas kanan, punggung dan pinggang, sedangkan hasil identifikasi *musculoskeletal disorders* menggunakan *Nordic Body Map* didapatkan skor sebesar 59 pada pekerja bernama Sandi dan skor sebesar 56 pada pekerja bernama Alfin. Berdasarkan hal tersebut, pekerja pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai membutuhkan alat yang ergonomis agar dapat menanggulangi risiko postur kerja yang tidak ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan alat penyaring bubur kedelai dan alat press bubur kedelai yang didesain menggunakan software CATIA V5 dan dirancang sesuai dengan ukuran antropometri pekerja dengan menggunakan mekanisme kerja yaitu memutar tuas sebagai solusi dalam menanggulangi postur kerja tidak ergonomis.

1. Pendahuluan

Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2013, menyatakan bahwa prevalensi penyakit sendi berdasarkan hasil diagnosis tenaga kesehatan di Indonesia sebesar 11,9% dan berdasarkan diagnosis atau gejala sebesar 24,7%. Selain itu berdasarkan hasil survei terhadap prevalensi nyeri punggung bawah karena posisi duduk sebesar 39,7% dimana, 12,6% sering menimbulkan keluhan, 1,2% kadang-kadang menimbulkan keluhan dan 26,9% jarang menimbulkan keluhan [1].

Keluhan *musculoskeletal disorders* dialami oleh pekerja pabrik Tahu dikota Samarinda, yaitu pekerja dari Pabrik Tahu Pak Kasimin. Pabrik tahu ini berlokasi di Jalan Lumba-lumba Kelurahan Selili, Samarinda. Pabrik ini beroperasi setiap harinya selama 12 jam dengan target produksi sebesar 150 kg tahu per hari. Empat orang pekerja Pabrik Tahu Pak Kasimin merasakan keluhan *musculoskeletal* berupa cedera otot dan pegal pada persendiaan. Keluhan *musculoskeletal* tersebut seringkali dirasakan pekerja pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai. Cedera ini pada umumnya disebut sebagai cedera okupasional atau cedera pekerjaan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat 20% penyakit akibat kerja berupa cedera dan terdapat 11% penyakit akibat kerja berupa pegal pada persendiaan dalam proses pembuatan tahu [2]. Timbulnya cedera ini diakibatkan aktivitas manual *material handling* atau pemindahan barang dengan menggunakan tenaga manusia, cedera pada otot ini merupakan salah satu risiko dari postur pekerja yang salah atau beban material yang diangkat terlalu berat. Postur kerja yang salah dan dilakukan secara terus-menerus serta dalam durasi yang panjang diikuti dengan beban material yang melebihi batas kekuatan angkut pekerja akan berakibat fatal apabila tidak diberikan perhatian yang serius.

Istilah ergonomi dikenal dalam bahasa Yunani, dari kata *ergos* dan *nomos* yang memiliki arti “kerja” dan “aturan atau kaidah”, dari dua kata tersebut secara pengertian bebas sesuai dengan perkembangannya, yakni suatu aturan atau kaidah yang ditaati dalam lingkungan pekerjaan [3]. Sejarah perkembangan ergonomi paralel dengan sejarah peradaban manusia itu sendiri, usaha terus menerus dengan mempertimbangkan

kemampuan dan keterbatasan manusia untuk mengembangkan peralatan dan sistem untuk mengatasi kekurangan dan meningkatkan kemampuan [4].

Tujuan utama dari ergonomi adalah mempelajari batasan-batasan pada tubuh manusia dalam berinteraksi dengan lingkungan kerjanya baik secara jasmani maupun psikologis. Selain itu juga untuk mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat dan menghasilkan suatu produk yang nyaman, enak dipakai oleh pemakainya [5].

Musculoskeletal Disorders (MSDs) merupakan suatu gangguan musculoskeletal yang ditandai dengan terjadinya sebuah luka pada otot, tendon, ligament, saraf, sendi, kartilago, tulang atau pembuluh darah pada tangan, kaki, kepala, leher, atau punggung [6]. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan musculoskeletal lazim dialami pekerja yang melakukan gerakan monoton dan berulang terus menerus [7].

Nordic Body Map merupakan kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja, yang terstandarisasi dan tersusun rapi. Tujuan dari kuesioner dari *Nordic Body Map* yakni untuk mengetahui bagian tubuh dari pekerja yang terasa sakit sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan [8].

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) merupakan metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang menginvestasikan dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas. Peralatan ini tidak melakukan peranti khusus dalam memberikan pengukuran postur leher, punggung dan tubuh bagian atas sejalan dengan fungsi otot dan beban eksternal yang ditopang oleh tubuh [9].

Istilah antropometri berasal dari kata “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia [10].

Antropometri dapat dibagi atas antropometri struktural (statis) dan antropometri fungsional (dinamis). Antropometri statis adalah pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam posisi diam pada dimensi-dimensi dasar fisik, meliputi panjang segmen atau bagian tubuh, lingkaran bagian tubuh, massa bagian tubuh dan sebagainya. Antropometri dinamis adalah pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik

manusia ketika melakukan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat bekerja, berkaitan erat dengan dimensi fungsional, misalnya tinggi duduk, panjang jangkauan, dan lain-lain [11].

Dalam konsep persentil ini ada dua konsep yang perlu dipahami. Pertama, persentil antropometri pada individu hanya didasarkan pada satu ukuran tubuh saja, seperti tinggi berdiri atau tinggi duduk. Kedua, tidak ada orang yang disebut sebagai orang persentil ke-90 atau orang persentil ke-5 [12].

Proses perancangan produk menurut Nigel Cross terbagi atas tujuh langkah yang masing-masing mempunyai metode tersendiri. Ketujuh langkah tersebut yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penetapan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan rincian perbaikan. Definisi masalah dan pemecahan strategi yang terdapat dalam metodologi ini menyediakan cara baru yang kuat untuk mengelola risiko yang terkait dengan *drive* untuk terus meningkatkan yang sudah ada atau membuat kemampuan manufaktur yang baru [13].

Hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa pekerja pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai membutuhkan alat penyaring bubur kedelai yang ergonomis agar dapat menanggulangi keluhan *musculoskeletal disorders* yang dialami oleh pekerja. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan alat penyaring bubur kedelai dan alat press bubur kedelai yang sesuai dengan antropometri pekerja dengan menggunakan mekanisme kerja memutar tuas sebagai solusi untuk mengurangi risiko postur kerja tidak ergonomis. Perancangan alat penyaring bubur kedelai dan alat press bubur kedelai di desain dengan menggunakan software CATIA V5.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Pabrik Tahu Pak Kasimin yang berlokasi di Jl. Lumba-lumba Kelurahan Selili, Samarinda. Waktu penelitian dari bulan November 2019 sampai bulan Januari 2020. Tahap penelitian terdiri dari 4 tahapan.

2.1 Tahap Identifikasi Masalah

Pada tahap ini identifikasi masalah, peneliti melakukan observasi langsung dan melakukan wawancara serta studi literatur, sehingga masalah yang ada dapat teridentifikasi. Responden pada penelitian ini terfokus kepada 2 pekerja yang bekerja pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai. Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan selama 3 bulan. Asumsi dan batasan masalah pada penelitian ini yaitu tidak dilakukan perhitungan biaya pada proses perancangan, penelitian ini hanya berfokus pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai dan perancangan alat ini hanya diperuntukkan bagi pekerja yang bekerja saat penelitian ini dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan yang sesuai dengan antropometri pekerja agar dapat menanggulangi postur kerja tidak ergonomis dan meminimalisir keluhan *musculoskeletal disorders*.

2.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, terdapat 2 jenis data yang dikumpulkan yaitu data primer yang berupa data profil usaha pabrik tahu, proses pembuatan tahu, data antropometri pekerja pabrik tahu seperti lebar bahu pekerja, diameter lingkaran genggam tangan pekerja, tinggi bahu berdiri pekerja, lebar tangan pekerja, dan tinggi siku berdiri pekerja. Selain itu terdapat juga keluhan penyakit akibat kerja yang didapat melalui hasil wawancara pekerja dengan menggunakan bantuan kuisisioner *Nordic Body Map*, postur kerja tidak ergonomis pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai dan data ukuran dimensi fasilitas kerja seperti alat pengayun bubur kedelai, meja pengepress tahu, dan alat pencetak tahu. Data sekunder terdiri dari jurnal atau literatur dan buku tentang ergonomi.

2.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data dilakukan tahap identifikasi terhadap keluhan MSDs menggunakan *Nordic Body Map* dan identifikasi terhadap postur kerja tidak ergonomis, selanjutnya tahap evaluasi yang dilakukan dengan menggunakan *RULA Analysis* pada *software CATIA V5* terhadap postur kerja dari pekerja yang bekerja di stasiun kerja penyaringan bubur kedelai sehingga

nantinya diketahui skor tingkat risiko dari postur kerja tiap pekerja pabrik. Selanjutnya dilakukan perancangan alat pada Pabrik Tahu Pak Kasimin yang dapat diterapkan secara berkelanjutan dengan menggunakan metode perancangan produk.

2.4 Tahap Analisis Hasil

Pada tahap analisis hasil ini dilakukan analisis terhadap keluhan MSDs yang dirasakan pekerja, menganalisis postur kerja pada stasiun penyaringan bubur kedelai menganalisis hasil rekomendasi perbaikan yang diusulkan oleh peneliti.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses penyaringan bubur kedelai di Pabrik Tahu Pak Kasimin, terdapat 2 pekerja yang bekerja pada stasiun kerja tersebut, yaitu pekerja bernama Sandi dan Alfin. Pada pekerja bernama Sandi didapatkan skor 1 (tidak sakit) pada bagian tubuh leher atas, leher bawah, pantat, paha kiri, paha kanan, lutut kiri, lutut kanan, betis kiri, betis kanan, pergelangan kaki kiri dan kanan, kaki kiri dan kaki. Skor 3 (sakit) pada bagian tubuh bahu kiri, bahu kanan, punggung, siku kiri, siku kanan, lengan bawah kiri, lengan bawah kanan, pergelangan tangan kiri, pergelangan tangan kanan, tangan kiri dan kanan. Skor 4 (sangat sakit) pada bagian tubuh lengan atas kiri, lengan atas kanan dan pinggang.

Pada pekerja bernama Alfin didapatkan skor 1 (tidak sakit) pada bagian tubuh leher atas, leher bawah, pantat, paha kiri, paha kanan, lutut kiri, lutut kanan, betis kiri, betis kanan, pergelangan kaki kiri dan kanan, kaki kiri dan kaki. Skor 2 (agak sakit) pada bagian tubuh siku kiri, siku kanan, tangan kiri, dan tangan kanan. Skor 3 (sakit) pada bagian tubuh bahu kiri, bahu kanan, lengan bawah kiri, lengan bawah kanan, pergelangan tangan kiri dan pergelangan tangan kanan. Skor 4 (sangat sakit) pada bagian tubuh lengan atas kiri, lengan atas kanan, punggung dan pinggang. Rekapitulasi hasil skor total individu pada keluhan MSDs berdasarkan kuisioner *Nordic Body Map* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Total Skor Individu Sandi

Pekerja	Skor
Sandi	59
Alfin	56

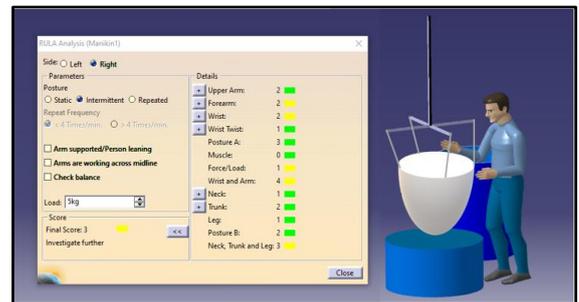
Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui hasil total skor individu dari Sandi yaitu sebesar 59 dan Alfin yaitu sebesar 56, sehingga dapat diketahui bahwa perlu dilakukan tindakan perbaikan di kemudian hari.

Setelah dilakukan identifikasi menggunakan *Nordic Body Map*, maka tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap postur kerja dari proses penyaringan bubur kedelai. Postur kerja yang dilakukan oleh pekerja bernama Alfin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Penyaringan Bubur Kedelai

Evaluasi proses penyaringan bubur kedelai ini dilakukan terhadap pekerja bernama Alfin menggunakan *RULA Analysis* pada *software* CATIA V5 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Evaluasi Postur Kerja Penyaringan Bubur Kedelai

Pada aktivitas penyaringan bubur kedelai, penilaian menggunakan *RULA Analysis* tersebut dapat diketahui bahwa apabila postur kerja didominasi oleh warna hijau yang berarti memiliki risiko rendah, sedangkan warna kuning memiliki risiko sedang. Skor lengan atas sebesar 2 (warna hijau), skor lengan bawah sebesar 2 (warna kuning), skor pergelangan tangan sebesar 1 (warna kuning), skor pergelangan tangan yang melintir sebesar 1 (warna hijau), skor untuk beban (*load*) sebesar

1 (warna kuning), skor untuk pergelangan tangan dan lengan sebesar 4 (warna kuning), skor leher sebesar 1 (warna hijau), skor badan sebesar 2 (warna hijau) dan skor kaki sebesar 1 (warna hijau). Beban yang diterima pekerja selama proses menggoyang-goyangkan penyaring bubuk kedelai sebesar 5 kg dengan kategori pekerjaan yaitu berselang, karena pekerja pada stasiun kerja penyaringan bubuk kedelai, juga melakukan pekerjaan mencetak tahu. Sehingga ditentukan kategori postur kerja tersebut adalah berselang (*intermittent*). Berdasarkan kondisi tersebut skor akhir yang ditunjukkan oleh *software* CATIA V5 yaitu 3 (warna kuning) yang berarti postur kerja tersebut perlu pemeriksaan lebih lanjut (*investigate further*) dan perlu dilakukan perbaikan[14].

Perbaikan pada kondisi postur kerja penyaringan bubuk kedelai usulan dari peneliti adalah merancang alat penyaring bubuk kedelai dan alat press bubuk kedelai yang sesuai dengan antropometri pekerja dengan mekanisme kerja kedua alat adalah memutar tuas. Perancangan alat ini dilakukan dengan menggunakan 7 langkah perancangan produk.

Pada masyarakat modern, aktivitas perancangan dan pembuatan produk dilakukan oleh orang yang berbeda. Dengan kata lain, orang yang merancang produk dan orang yang membuat produk adalah tidak sama. Oleh karena itu, diperlukan suatu media yang berfungsi sebagai alat komunikasi antara perancang dan pembuat produk. Media komunikasi yang sangat efektif untuk digunakan adalah dengan menerapkan metode perancangan yang sistematis agar proses perancangan dan proses produksi berjalan dengan baik. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode Nigel Cross yang terdiri dari 7 tahap perancangan produk[15].

3.1 Klarifikasi Tujuan

Klarifikasi tujuan dilakukan untuk menentukan tujuan perancangan dan metode yang digunakan adalah *objective tree*. Didapatkan dari hasil kuesioner yang berupa keluhan dan keinginan dari konsumen. Alat penyaring dan alat press bubuk kedelai yang ergonomis sesuai dengan keinginan konsumen adalah sebagai berikut :

1. Daftar perancangan produk secara keseluruhan antara lain:

- a. Alat penyaring dan alat press bubuk kedelai mempunyai bahan yang kuat dan kokoh, serta mudah dibersihkan.
 - b. Alat penyaring dan alat press bubuk kedelai mempunyai ukuran yang ergonomis dan elegan, serta sesuai dengan antropometri pekerja.
 - c. Alat penyaring dan alat press bubuk kedelai mempunyai fungsi dan kualitas yang baik.
2. Urutan daftar tujuan dan sub tujuan produk, yaitu:
 - a. Atribut bahan yang berhubungan dengan bahan baku produk.
 - b. Atribut pengoperasian yang berhubungan dengan sistem.
 - c. Atribut desain berhubungan dengan rancangan fisik produk.

Dari data tujuan perancangan yang telah diklasifikasikan maka selanjutnya akan dibuat pohon tujuan dari atribut bahan yang dapat dilihat pada Gambar 3.

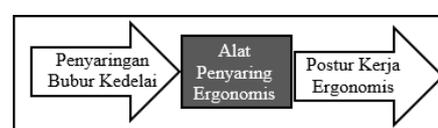


Gambar 3. Pohon Tujuan

3.2 Penetapan Fungsi

Karakteristik perancangan mengalami perubahan seiring berjalannya waktu. Pada masyarakat tradisional, aktivitas perancangan dilakukan oleh orang yang sama dengan pembuat produk. Pada kondisi tersebut, tidak diperlukan adanya model seperti gambar sebagai media komunikasi rancangan.

Dalam hal ini meliputi penetapan fungsi secara umum dan pengelompokkan sub-sub fungsi yang disajikan dalam black box yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram *Black Box*

3.3 Penetapan Kebutuhan

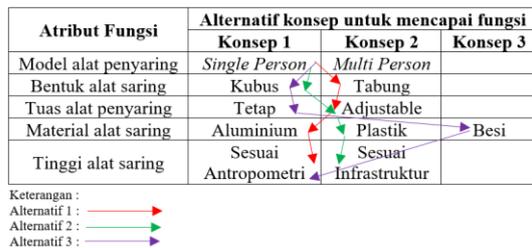
Setelah fungsi ditetapkan, maka langkah selanjutnya adalah menetapkan kebutuhan. Target spesifikasi dibuat setelah kebutuhan pelanggan diidentifikasi yaitu berupa spesifikasi *performance* dan desain yang ergonomis.

3.4 Penetapan Karakteristik Teknis

Pada tahap ini kriteri-kriteria diterjemahkan kedalam kriteria teknik (karakteristik teknik) untuk memudahkan sebuah perancangan dan penyelesaian masalah. Penilaian karakteristik teknis ini terdiri dari beberapa hal yaitu, nyaman untuk digunakan, penyesuaian dengan ukuran antropometri, pemilihan material, desain alat penyaring dan alat press bubuk kedelai, dan aman.

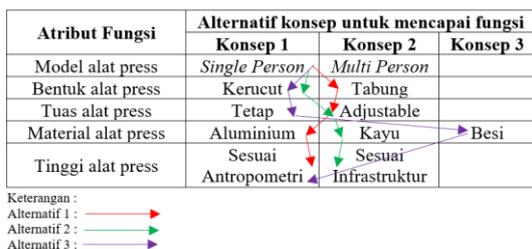
3.5 Penentuan Alternatif

Penentuan alternatif merupakan sejumlah solusi rancangan berupa konsep-konsep yang ingin diterapkan sebagai alternatif pilihan dari alat penyaring bubuk kedelai dan alat press bubuk kedelai. Morfologi chart alat penyaring bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Morfologi Alat Penyaring Bubur Kedelai

Morfologi chart alat press bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Morfologi Alat Press Bubur Kedelai

3.6 Evaluasi Alternatif

Pada tahap ini akan membandingkan nilai utilitas dari proposal alternatif rancangan berdasarkan performansi dan pembobotan yang berbeda. Dari keempat alternatif diatas yang merupakan kombinasi dari konsep sub-fungsi, dilakukan seleksi konsep untuk mengetahui alternatif yang sesuai dengan tujuan awal. Berdasarkan evaluasi alternatif ditetapkan pada alat penyaring bubuk kedelai, alternatif terpilih yaitu alternatif 1 dengan spesifikasi (model alat penyaring bubuk kedelai *single person*, bentuk alat saring yaitu tabung, tuas alat penyaring yaitu *adjustable*, material alat saring dari aluminium dan tinggi alat penyaring sesuai antropometri.

Sedangkan berdasarkan evaluasi alternatif ditetapkan pada alat press bubuk kedelai, alternatif terpilih yaitu alternatif 1 dengan spesifikasi (model alat press bubuk kedelai *single person*, bentuk alat press yaitu tabung, tuas alat penyaring yaitu *adjustable*, material alat saring dari aluminium dan tinggi alat penyaring sesuai antropometri.

3.7 Perbaikan Rinci

Perbaikan rinci merupakan tahap akhir dari langkah metode rasional perancangan dimana pada tahap ini alat penyaring dan alat press bubuk kedelai akan didesain sesuai dengan hasil dari tahap-tahap sebelumnya. Langkah awal perancangan pada tahap ini yaitu menentukan ukuran antropometri pengguna dengan menggunakan konsep persentil. Konsep persentil diawali dengan mengumpulkan data antropometri pekerja yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Antropometri Pekerja

No	Bagian Tubuh	Nama Pekerja	
		Sandi	Alfin
1	Lebar bahu (lb)	42,4 cm	48 cm
2	Diameter lingkaran genggam (dlg)	6,5 cm	4,6 cm
3	Tinggi bahu berdiri (tbb)	157 cm	132 cm
4	Lebar tangan (lt)	9 cm	8,8 cm
5	Tinggi siku berdiri (tsb)	101 cm	99 cm

Setelah didapatkan data antropometri pekerja, dilakukan perhitungan rata-rata dan standar deviasi. Rumus untuk menghitung rata-rata dan standar deviasi sebagai berikut[16].

$$\bar{X} = 1/n \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots (1)$$

dengan : X_i = nilai pengukuran dari suatu variat
 \bar{X} = rata-rata hitung

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

dengan : X_i = nilai pengukuran dari suatu variat
 \bar{X} = rata-rata hitung
 S_x = standar deviasi
 n = jumlah data

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan persentil untuk mengetahui ukuran alat yang nantinya akan dirancang. Persentil yang digunakan pada penelitian ini adalah persentil 5, persentil 50 dan persentil 95 dengan rumus perhitungannya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rumus Persentil

Persentil	Perhitungan
5 st	$\bar{X} - 1,645.SD$
50 st	\bar{X}
95 st	$\bar{X} + 1,645.SD$

Hasil perhitungan yang telah dilakukan berdasarkan rumus persentil tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Persentil

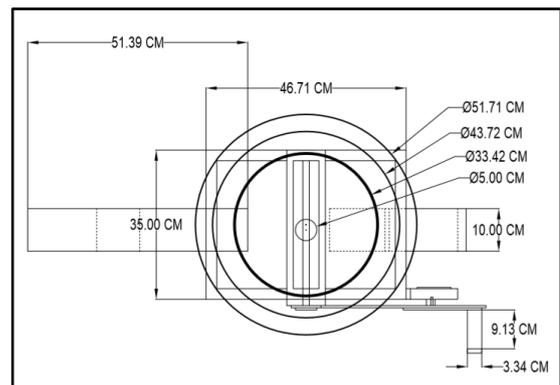
No	Data yang diukur	SD	P5	P50	P95
1	Lebar bahu	3,959	38,688	45,2	51,712
2	Diameter lingkaran genggam	1,343	3,340	5,55	7,759
3	Tinggi bahu berdiri	17,677	115,421	144,5	173,578
4	Lebar tangan	0,141	8,668	8,9	9,131
5	Tinggi siku berdiri	1,414	97,673	100	102,326

Hasil perhitungan persentil tersebut akan digunakan untuk menentukan ukuran panjang alat saring, tinggi alat saring, tebal engkol (tuas) dan panjang engkol. Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari masing-masing ukuran dimensi alat penyaring bubuk kedelai.

Panjang alat saring = lb (P95)
= 51,712 cm
Ketinggian alat saring = tbb (P5) ± allowance

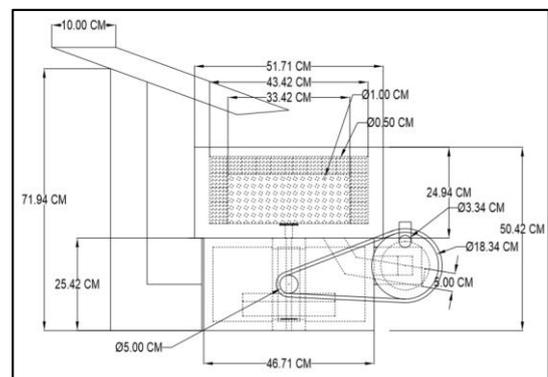
- ketinggian wadah penampung bubuk kedelai
= 115,421 + 5 - 70
= 50,421 cm
Diameter engkol = dlg (P5)
= 3,340 cm
Panjang engkol = lt (P95)
= 9,131

Berdasarkan hasil perhitungan ukuran dimensi dari alat penyaring bubuk kedelai, dapat diketahui tampak atas alat penyaring bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 7.



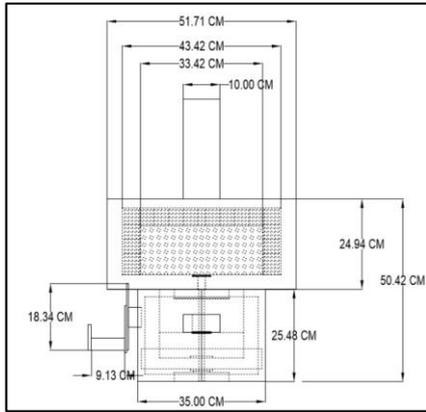
Gambar 7. Tampak Atas Alat Penyaring Bubuk Kedelai

Tampak depan alat penyaring bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 8.



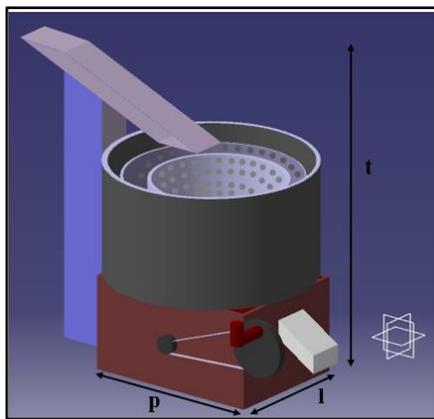
Gambar 8. Tampak Depan Alat Penyaring Bubuk Kedelai

Tampak samping alat penyaring bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampak Samping Alat Penyaring Bubur Kedelai

Tampak 3D alat penyaring bubuk kedelai hasil desain menggunakan *software* CATIA V5 ditunjukkan pada Gambar 10.



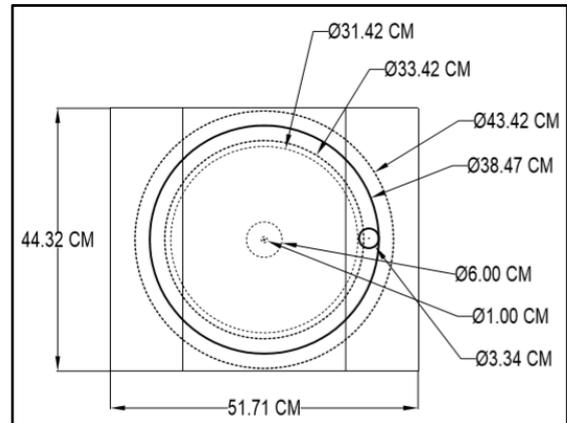
Gambar 10. Tampak 3D Alat Penyaring Bubur Kedelai

Pada rangkaian proses penyaringan bubuk kedelai, pekerja juga melakukan pengepressan bubuk kedelai yang sudah berupa ampas tahu agar dapat dipastikan bahwa ampas tersebut tidak mengeluarkan cairan bubuk kedelai lagi. Peneliti juga mengusulkan alat press bubuk kedelai agar dapat mengurangi postur kerja tidak ergonomis dengan mengikuti ukuran dimensi alat press bubuk kedelai yang sama seperti alat penyaring bubuk kedelai. Ukuran dimensi alat press tersebut sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Panjang alat saring} &= lb \text{ (P95)} \\ &= 51,712 \text{ cm} \\ \text{Ketinggian alat saring} &= tbb \text{ (P5)} \pm \text{allowance} \\ &\quad - \text{ketinggian wadah} \\ &\quad \text{penampung} \\ &\quad \text{bubur kedelai} \\ &= 115,421 + 5 - 70 \\ &= 50,421 \text{ cm} \\ \text{Diameter engkol} &= dlg \text{ (P5)} \\ &= 3,340 \text{ cm} \end{aligned}$$

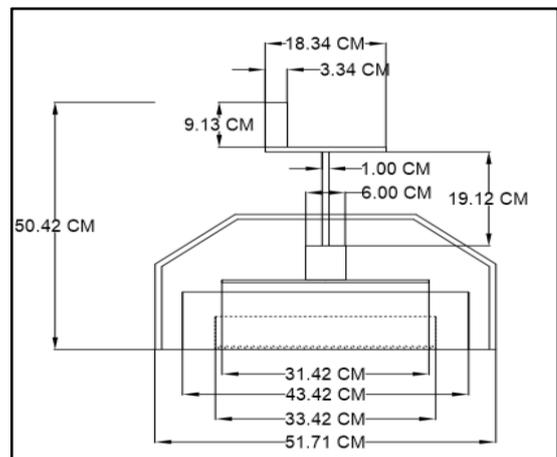
$$\begin{aligned} \text{Panjang engkol} &= lt \text{ (P95)} \\ &= 9,131 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan ukuran dimensi dari alat press bubuk kedelai, dapat diketahui tampak atas alat press bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 11.



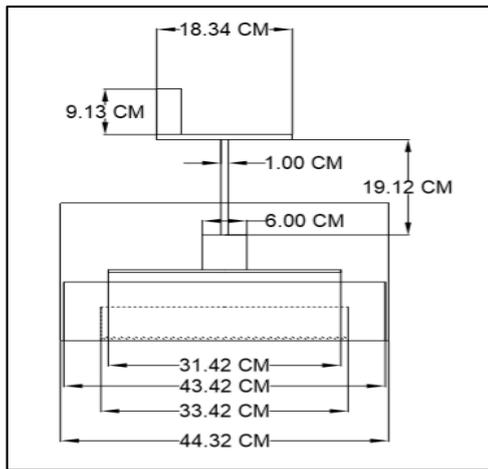
Gambar 11. Tampak Atas Alat Press Bubur Kedelai

Tampak depan alat press bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 12.



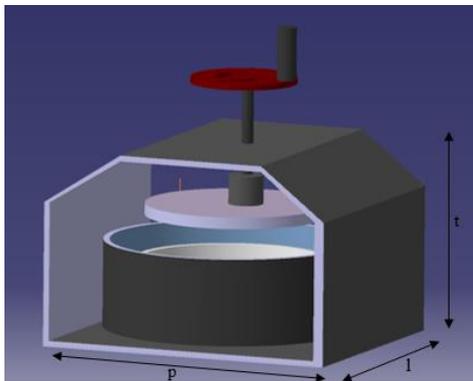
Gambar 12. Tampak Depan Alat Press Bubur Kedelai

Tampak samping alat press bubuk kedelai ditunjukkan pada Gambar 13.



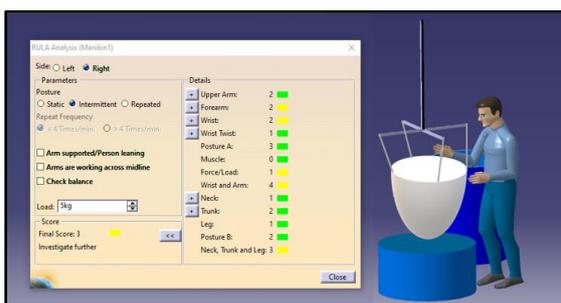
Gambar 13. Tampak Samping Alat Press Bubur Kedelai

Tampak 3D alat press bubur kedelai hasil desain menggunakan *software* CATIA V5 ditunjukkan pada Gambar 14.



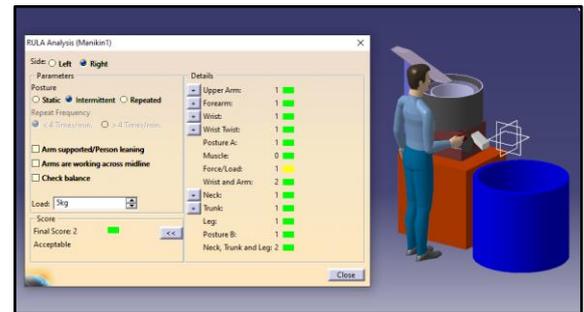
Gambar 14. Tampak 3D Alat Press Bubur Kedelai

Berdasarkan hasil rancangan alat penyaring bubur kedelai dan alat press bubur kedelai dari peneliti, maka dapat dilakukan perbandingan kondisi awal dan kondisi sebelum penggunaan kedua alat tersebut. Hasil analisis dari penggunaan alat penyaring bubur kedelai awal sebelum penggunaan alat rancangan dari peneliti dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kondisi Awal Alat Penyaring Bubur Kedelai

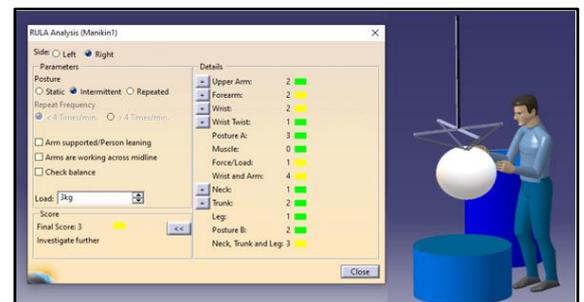
Hasil analisis dari penggunaan alat penyaring bubuk kedelai setelah penggunaan alat rancangan dari peneliti dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Kondisi Setelah Penggunaan Alat Penyaring Bubur Kedelai

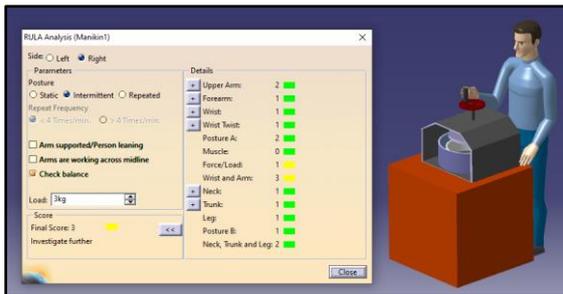
Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada kondisi awal dan kondisi usulan, dapat diketahui bahwa perbaikan pada fasilitas kerja berupa perancangan alat penyaring bubuk kedelai oleh peneliti, memberikan skor yang lebih baik dengan skor sebesar 2 yang berarti postur kerja tersebut aman dan diperbolehkan (*acceptable*) dibandingkan dengan kondisi awal yang menghasilkan skor sebesar 3 yang berarti perlu adanya pemeriksaan lebih lanjut pada postur tersebut (*investigate further*).

Hasil analisis dari penggunaan alat press bubuk kedelai awal sebelum penggunaan alat rancangan dari peneliti dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Kondisi Awal Alat Press Bubur Kedelai

Hasil analisis dari penggunaan alat press bubuk kedelai setelah penggunaan alat rancangan dari peneliti dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Kondisi Setelah Penggunaan Alat Press Bubur Kedelai

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada kondisi awal dan kondisi usulan, dapat diketahui bahwa perbaikan pada fasilitas kerja berupa perancangan alat pengepres bubur kedelai oleh peneliti, memberikan skor yang sama dengan skor kondisi awal proses pengepresan kedelai yaitu sebesar 3 yang berarti perlu adanya pemeriksaan lebih lanjut pada postur tersebut (*investigate further*). Namun pada kondisi usulan jumlah poin yang berwarna kuning (risiko sedang) jumlahnya yaitu 2 poin sedangkan kondisi awal berjumlah 5 poin, kondisi usulan lebih baik daripada kondisi awal pada proses pengepresan bubur kedelai. Berdasarkan hal tersebut sebaiknya pekerja dapat menggunakan alat press bubur kedelai hasil rancangan peneliti agar nantinya dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal pada segmen-segmen tubuh tertentu walaupun efek yang ditimbulkan tidak terlalu signifikan.

Dengan penggunaan validasi trial ini dapat diketahui perbandingan dari kondisi awal dan kondisi akhir, serta dapat diketahui seberapa signifikan perubahan yang terjadi akibat dari perubahan yang telah dilakukan.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada Pabrik Tahu Pak Kasimin, terdapat postur kerja yang tidak ergonomis pada stasiun kerja penyaringan bubur kedelai dengan postur kerja membungkuk, kondisi leher yang miring dengan sudut $126,58^{\circ}$, siku kiri dan kanan dengan flexi 42° , dan bahu kanan dan kiri terangkat 47° . Berdasarkan hal tersebut postur kerja dari pekerja pabrik tahu tergolong sebagai postur kerja tidak ergonomis.

Usulan perbaikan stasiun kerja yang dilakukan peneliti yaitu pembuatan alat penyaring bubur kedelai dan alat press bubur kedelai yang dengan model *single person*, bentuk alat saring dan alat press yaitu berbentuk tabung, tuas alat penyaring dan alat press *adjustable*, material alat saring dan alat press

yaitu aluminium, tinggi alat penyaring dan alat press di sesuaikan antropometri pengguna. Mekanisme kerja alat tersebut berbeda pada saat proses penyaringan bubur kedelai di Pabrik Tahu Pak Kasimin. Alat hasil rancangan yang didesain menggunakan *software* CATIA V5 dengan memperhatikan antropometri pekerja ini menggunakan sistem engkol untuk mengurangi postur kerja yang tidak ergonomis pada pekerja

Saran untuk usaha pabrik tahu dari peneliti yaitu pemilik pabrik dapat mempertimbangkan penggunaan alat penyaring dan alat press bubur kedelai ini untuk nantinya dapat digunakan pada pabrik tahu tersebut, penggunaan alat rancangan dari peneliti ini nantinya dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal pada pekerja pabrik. Saran untuk penelitian selanjutnya, penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti pada saat ini dapat dikombinasikan dengan perhitungan konsumsi energi oleh pekerja sehingga nantinya dapat diketahui perbandingan konsumsi energi dalam penggunaan alat penyaring bubur kedelai pada saat ini yang sedang digunakan oleh Pabrik Tahu Pak Kasimin dan konsumsi energi setelah penggunaan alat penyaring bubur kedelai hasil rancangan peneliti.

5. Daftar Pustaka

- [1] A. Anjanny, A. Ferusgel, dan D. M. S. Siregar, "Keluhan Muskuloskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerjaan Penggunaan Komputer di Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara," *J. Kesehat. Glob.*, vol. 2, no. 1, hal. 45–51, 2019.
- [2] L. D. Fathimmahayati, M. R. Wardana, dan N. A. Gumilar, "Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRARC pada Industri Tahu dan Tempe Kelurahan Selili, Samarinda," *J. Rekayasa dan Inov. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, 2019.
- [3] W. S. Kuswana, *Ergonomi dan K3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2014.
- [4] Yanto dan B. Ngaliman, *Ergonomi Dasar-Dasar Studi Waktu & Gerakan untuk Analisis dan Perbaikan Sistem Kerja*. Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2017.
- [5] Tarwaka, S. HA Bakri, dan L. Sudiajeng, *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan*

- Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press, 2004.
- [6] A. Mutiah, Y. Setyaningsih, dan S. Jayanti, “Analisis Tingkat Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) dengan The BRIEFMT Survey dan Karakteristik Individu Terhadap Keluhan MSDs Pembuat Wajan Di Desa Cepogo Boyolali,” *J. Kesehat. Masy.*, vol. 2, no. April, 2013.
- [7] P. Wahyudi dan W. Hariyono, “Kesesuaian Manual Assessment Chart Tool dan NIOSH Lifting Equation Dalam Identifikasi Keluhan Muskuloskeletal Pekerja Industri,” *BKM J. Community Med. Public Heal.*, vol. 33, hal. 377–382, 2017.
- [8] D. A. Anggraini dan N. C. Bati, “Analisa Postur Kerja Dengan Nordic Body Map & Reba Pada Teknisi Painting Di PT. Jakarta Teknologi Utama Motor Pekanbaru,” *J. Phot.*, vol. 7, no. 1, 2016.
- [9] A. N. Bintang dan S. K. Dewi, “Analisa Postur Kerja Menggunakan Metode OWAS dan RULA,” *J. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 01, hal. 43–54, 2017.
- [10] S. Wignjosoebroto, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Prima Printing, 1995.
- [11] H. Iridiastadi dan Yassierli, *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2014.
- [12] Nofirza dan D. Syahputra, “Perancangan Alat Pemotong Nenas Yang Ergonomis Untuk Meningkatkan Produktivitas,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 1, hal. 41–50, 2012.
- [13] F. Sulaiman, “Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross,” *J. Teknovasi*, vol. 4, no. 1, hal. 32–41, 2017.
- [14] N. M. Dewantari, “Analisis postur Kerja Dengan Metode Rapid Upper Limb Assesment (RULA) Pada Operator,” *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, hal. 6–9, 2019.
- [15] G. O. Dharma, D. R. Luxitasari, dan M. S. A. Khannan, “Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata Untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross,” *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 11, no. 1, hal. 65–77, 2018.
- [16] E. Yusniyanti dan Kurniati, “Analisa

Puncak Banjir Dengan Metode MAF (Studi Kasus Sungai Krueng Keureuto),” *J. Einstein*, vol. 5, no. 1, 2017.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)