

PERANCANGAN ULANG ALAT MESIN PEMBUAT ES PUTER BERDASARKAN ASPEK ERGONOMI

Adhi Dwi Arta, Rahmadiyah Dwi Astuti*¹, dan Susy Susmartini

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Jurusan Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl.Ir. Sutami 36A,Surakarta 57126,Telp/Fax. (0271) 632110

Abstract

Facts in the real condition is show that the little entrepreneur using the conventional devices in small village for make "es puter", causes the worker have many complaint while making "es puter". Appear this complaint can make musculoskeletal injury for the worker. As a result of this activity there are many complaints with the most dominant of complaints occur in the neck, arm, wrist, knee, and ankle. That injuries happen while revolve the ice tube, the process experience friction with ice in the outside of the tube. In this research have done identify desire and expectation of worker had done with interview, and the result is translated become necessity and become a concept of design device. The second phase is determinate device dimension base on anthropometric dimension. The last phase is making machining "Es Puter". The result is "es Puter" machine with revolve mechanism using motor with 1400 rpm, is reduction became 70 rpm, and the production cost Rp 3.557.400,00. This device giving repair in processing position in making "Es Puter" then can decrease musculoskeletal injury, as well as ave safety, comfortable, and can shorten production time became 1 hour.

Keywords : ergonomic, mesin es puter, musculoskeletal.

1. Pendahuluan

Pemberlakuan pasar bebas di Asia memberikan dampak bagi Indonesia, salah satunya dalam dunia kerja. Oleh karena itu, diperlukan kreatifitas dalam menciptakan lapangan kerja sendiri. Hal ini dapat dilihat dengan semakin banyaknya masyarakat Indonesia yang mampu membuka lapangan kerja sendiri, diantaranya dengan mendirikan usaha kecil yang disebut Usaha Kecil Menengah (UKM).

Perencanaan teknologi tepat guna disesuaikan dengan kondisi masing-masing usaha. Untuk usaha menengah ke atas yang bermodal besar biasanya menggunakan teknologi yang canggih hasil riset dari dalam maupun luar negeri. Tetapi bagi usaha menengah ke bawah yang bermodal kecil cukup dengan menggunakan teknologi tepat guna. Karena dengan cara seperti itulah mereka mampu bersaing dengan para pengusaha besar dengan nilai produk yang bersaing.

Wawancara dilapangan menunjukan bahwa penggunaan alat-alat konvensional atau manual oleh pengusaha kecil didaerah pedesaan masih banyak dipakai dalam pembuatan "es puter", sehingga dengan memakai alat yang ada sekarang tenaga kerja sering kali mengalami keluhan pada waktu pembuatan "es puter". Munculnya keluhan ini bisa menyebabkan terjadinya cedera *musculoskeletal* para pekerja pada bahu, lengan atas dan lengan bawah, hal ini dikarenakan pada awal pembuatan "es puter" tabung yang diputar dengan cara manual mengalami gesekan dengan es batu yang ada pada luar tabung tersebut.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada industri rumah tangga Barokah di daerah Mangkunegaran Surakarta yang masih menggunakan alat konvensional atau manual. Alat "es puter" yang digunakan sampai saat ini masih mempunyai kekurangan pada saat proses produksi. Kekurangan alat "es puter" selama proses produksi adalah pekerja selalu memutar tabung es

* Correspondence: niyah22 @gmail.com

yang disamping tabung diberi es batu sehingga pada awal proses pembuatan “es puter” pekerja sering mengeluh waktu memutar tabung tersebut, ini dikarenakan adanya gesekan antara tabung tersebut dengan es batu.

Berdasarkan wawancara terhadap pekerja yang melakukan proses pembuatan “es puter” pada industri rumah tangga Barokah, proses pembuatan “es puter” yang dilakukan oleh pengusaha kecil masih menggunakan alat konvensional, yaitu dengan cara diputar secara manual terus menerus dengan menggunakan tangan selama kurang lebih 1 – 2 jam. Didapatkan bahwa mereka sering mengalami nyeri atau kaku otot saat mereka memutar tabung pada saat proses pembuatan “es puter” tersebut selesai dilakukan.

Hasil dari wawancara tersebut diperkuat kembali dengan hasil kuesioner Nordic Body Map (NBM) yang diberikan kepada pekerja “es puter” Barokah di daerah Mangkunegaran Surakarta. Berdasarkan hasil pengisian kuesioner oleh pekerja dapat diketahui bahwa terdapat keluhan yang paling dominan dengan prosentase keluhan terjadi pada bagian leher, lengan, pergelangan tangan, lutut, dan pergelangan kaki.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka perlu dilakukan perancangan ulang alat yang ada sekarang ini berdasarkan aspek ergonomi agar proses pembuatan “es puter” dapat mengurangi keluhan para tenaga kerja yang sesuai dengan aspek ergonomi. Sehingga pada rancangan mesin atau alat yang baru dapat dirasakan rasa aman, nyaman dan dapat mempersingkat waktu proses produksi.

2. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan Data Anthropometri

Data dari penelitian dikumpulkan kemudian diolah terlebih dahulu sebelum ke tahap analisa. Pengolahan data ini meliputi perhitungan mean dan standar deviasi data anthropometri, pengukuran perancangan anthropometri, , perhitungan mekanik mesin “es puter”, perhitungan kekuatan material dan perancangan mesin “es puter”. Pengolahan data tersebut dijelaskan pada sub bab berikut ini.

a. Perhitungan uji keseragaman data Anthropometri

Uji keseragaman data dilakukan dengan mengplotkan data anthropometri tinggi siku berdiri pada peta kendali \bar{x} . Batas kendali atas dan bawah dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (2)$$

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma_x \quad (3)$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma_x \quad (4)$$

Keterangan;

\bar{x} = rata-rata

σ_x = standar deviasi atau simpangan baku

N = jumlah data

BKA = batas kendali atas

BKB = batas kendali bawah

Jika data berada diluar batas kendali atas ataupun batas kendali bawah maka data tersebut dihilangkan, keseragaman data dapat diketahui dengan menggunakan peta kendali \bar{x} .

b. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah mencukupi untuk diolah. Sebelum dilakukan uji kecukupan data terlebih dahulu menentukan derajat kebebasan $s = 0,05$ yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil penelitian. Selain itu juga ditentukan tingkat kepercayaan 95% dengan $k = 2$ yang menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data anthropometri, artinya bahwa rata-rata data hasil pengukuran diperbolehkan menyimpang sebesar 5% dari rata-rata sebenarnya.

Rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut :

$$N' = \left[k / s \sqrt{\frac{N \sum (x_i^2) - (\sum x_i)^2}{\sum x_i}} \right]^2 \quad (5)$$

Data dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan $N' < N$, dengan kata lain jumlah data secara teotitis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan (Wignjosoebroto, 1995).

c. Perhitungan persentil

Pada proses perancangan mesin “es puter” persentil yang digunakan adalah persentil 5.

d. Penyusunan Konsep Perancangan

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah dalam pembuatan mesin “es puter”. Perancangan mesin “es puter” ini terdiri dari beberapa bagian komponen diantaranya bagian konstruksi dan komponen pendukung lainnya, adapun penjelasannya sebagai berikut :

i. Rangka mesin.

Rangka mesin adalah suatu komponen mesin “es puter” yang berfungsi sebagai penopang berdirinya seluruh komponen pada mesin “es puter”. Rangka ini dibuat dengan menggunakan bahan dasar berbentuk profil L. Besi profil L digunakan untuk membuat rangka kaki karena material jenis ini memiliki konstuksi yang kuat tetapi ringan.

ii. Komponen pendukung mesin “es puter”.

Komponen-komponen mesin “es puter” terdiri dari: speed reducer, motor 1400 rpm, puli, bushing, flange, tabung dan baut.

2.2 Perhitungan Teknik

Perhitungan teknik diperlukan untuk mengetahui kelayakan rancangan apabila rancangan tersebut digunakan. Perhitungan teknik meliputi kekuatan rangka untuk mengetahui kekuatan hasil rancangan terhadap beban maksimal yang diterima penentuan beban, dan perhitungan momen pada titik kritis, serta material. Perhitungan yang dilakukan antara lain :

a. Perhitungan Baja Profil L.

Profil adalah batang yang digunakan pada konstruksi, jenis profil yang digunakan pada pembuatan konstruksi mesin adalah profil L, Perhitungan kekuatan rangka yang digunakan yaitu :

i. Titik pusat massa.

$$\hat{y} = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} \quad (6)$$

keterangan;

\hat{y} = Titik pusat massa (mm).

A = Luas (mm²).

y = Titik berat batang (mm).

ii. Momen inersia balok besar dan kecil.

$$I_l = I_0 + A_1 \times d_1^2 \quad (7)$$

keterangan ;

I_l = Momen inersia balok (mm⁴).

A = Luas batang (mm²).

d = Diameter batang (mm).

iii. Momen inersia batang.

$$I_x = I_1 - I_2 \quad (8)$$

keterangan;

I_x = Momen inersia batang (mm⁴).

I_1 = Momen inersia batang 1 (mm⁴).

I_2 = Momen inersia batang 2 (mm⁴).

iv. Besar tegangan geser yang diijinkan.

$$\tau = \frac{MxY}{I_x} \quad (9)$$

keterangan;

τ = Tegangan geser yang terjadi (kgf/mm²).

M = Momen yang terjadi (kgf.mm).

I_x = Momen inersia batang (mm⁴).

Y = Titik berat batang (mm).

b. Perhitungan Kekuatan Las.

Untuk menghitung tegangan geser yang terjadi pada hasil pengelasan dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut :

i. Las sudut (fillet weld) dirumuskan:

$$\tau = \frac{0,707 \cdot F}{h \cdot l} \quad (10)$$

keterangan;

τ = tegangan geser (N/mm²)

F = gaya geser (N)

h = tinggi/ukuran las (mm)

$t = h \cdot \sin 45^\circ$

$= 0,707 \cdot h$

l = panjang las (mm)

ii. Tegangan lentur dirumuskan:

$$\sigma_b = \frac{1,414 \cdot F \cdot L}{h \cdot l \cdot b} \quad (11)$$

keterangan;

σ_b = tegangan lentur (N/mm²)

F = gaya yang diterima dari las (N)

L = jarak eksentrisitas (mm)

h = tinggi/ukuran las (mm)

l = panjang las (mm)

b = lebar benda yang dilas (mm)

iii. Tegangan kombinasi dirumuskan:

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot h \cdot l} \sqrt{\left(\frac{2 \cdot L}{b} + 1\right)^2 + 1,8 \left(\frac{2 \cdot L}{b} - 1\right)^2} \quad (12)$$

keterangan;

σ = tegangan kombinasi (N/mm²)

c. Pemilihan Daya

Untuk menghitung daya motor dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi \cdot N \cdot T}{60} \quad (13)$$

Keterangan ;

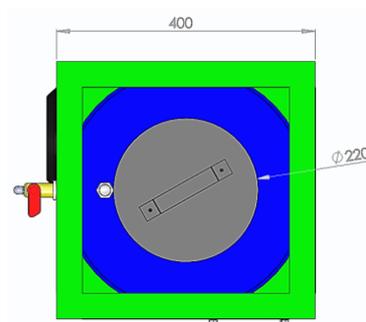
P = daya motor

N= putaran yang direncanakan

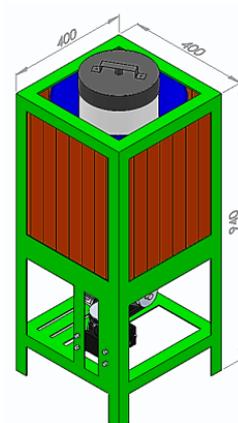
T= gaya yang terjadi

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan penghitungan ulang, maka didapatkan desain sebagai berikut :



Gambar 1. Rancangan mesin “es puter” tampak atas



Gambar 2. Rancangan mesin “es puter”

Dengan Spesifikasi sebagai berikut :

Panjang : 400 mm

Lebar : 400 mm

Tinggi maksimal : 940 mm

Penggerak : Motor 1400 rpm, 0,25 HP

Dimensi antropometri yang digunakan sebagai pertimbangan untuk merancang mesin “es puter” pada penelitian ini yaitu tinggi siku berdiri. Dimensi tinggi siku berdiri digunakan untuk menentukan tinggi rangka mesin “es puter”. Hasil dari perhitungan data tinggi siku berdiri (tsb) didapatkan rancangan mesin “es puter” tinggi 94 cm.

Tabel 1. Analisa Hasil Perancangan Ulang Alat Mesin “Es Puter

No	FAKTOR	KELUHAN	
		MODEL LAMA	MODEL REDESIGN
1	Alat pembuat “es puter” manual hanya berupa ember kayu dan tabung dalam sebagai wadah dari adonan untuk diputar pada saat proses pembuatan “es puter” dilakukan.	Berdasarkan Kuesioner <i>Nordic Body Map</i> adanya keluhan pada bagian tubuh seperti lengan, dan pergelangan tangan.	Tidak terdapat adanya keluhan atau cedera <i>musculoskeletal</i> karena proses memutar tabung diganti dengan putaran motor 1400 rpm dan komponen-komponen pendukung lainnya.
2	Ketidaksesuaian dimensi alat pembuat “es puter” manual dengan operator ketika melakukan pembuatan “es puter” yaitu dilakukan dengan cara jongkok dan berdiri.	Berdasarkan Kuesioner <i>Nordic Body Map</i> adanya keluhan pada bagian leher, lutut, dan pergelangan kaki.	Rancangan mesin “es puter” dibuat berdasarkan antropometri pekerja pada posisi berdiri standart, sehingga dapat mengurangi kelelahan atau cedera <i>musculoskeletal</i> pada saat proses pembuatan “es puter”.

Selain itu ada beberapa dimensi antropometri yang perlu dipertimbangkan dimana dimensi antropometri tersebut mempengaruhi dalam hal penggunaan mesin “es puter” yaitu dalam hal jangkauan tangan operator atau pekerja. Dimensi jangkauan tangan perlu dipertimbangkan agar pada saat aktifitas pembuatan “es puter” masih tetap dalam posisi kerja yang nyaman. Rata-rata jangkauan tangan operator atau pekerja “es puter” yaitu 69,27 cm, sedangkan lebar dari mesin “es puter” adalah 40 cm, lebar dari mesin “es puter” tersebut masih bisa dijangkau oleh tangan operator atau pekerja, sehingga dalam penggunaan mesin “es puter” operator atau pekerja masih tetap dalam posisi kerja yang nyaman.

Perancangan ulang alat mesin “es puter” dilakukan dengan merubah sikap atau posisi kerja. Perubahan ini dilakukan berdasarkan keluhan dan pertimbangan hasil wawancara serta penyebaran kuesioner yang diberikan kepada pekerja. Perancangan dilakukan dengan

menggunakan pendekatan anthropometri, sehingga diharapkan dapat meminimalisir keluhan-keluhan yang dirasakan.

Ada beberapa kelebihan yang dimiliki produk hasil rancangan, yaitu:

- a. Perawatan sederhana.
Perawatan dilakukan pada pelumasan poros *flends* dan pengecekan bagian sabuk apabila sudah mengalami aus atau sabuk sudah terlalu kendor maka perbaikan atau penggantian sabuk harus dilakukan, penggantian sabuk biasanya dilakukan 3 tahun sekali.
- b. Pekerja nyaman memakai.
Desain yang ada disesuaikan dengan anthropometri pekerja sehingga membuat pekerja nyaman saat memakai mesin tersebut.
- c. Proses produksi lebih cepat.
Dibandingkan dengan alat yang lama proses pembuatan “es puter” kurang lebih membutuhkan waktu selama 2 jam, dengan kapasitas adonan yang sama proses pembuatan “es puter” menggunakan mesin “es puter” hanya membutuhkan waktu selama 1 jam.
- d. Tidak mengurangi aktivitas produksi sebelumnya.
Jika dibandingkan dengan alat yang lama, aktivitas produksi yang ada sebelumnya masih bisa dilakukan secara manual akan tetapi dilakukan dalam posisi kerja yang lebih baik.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Penelitian ini telah menghasilkan mesin “es puter” yang dapat memperbaiki posisi kerja sebagai usaha pengurangan cedera *musculoskeletal* pada para pekerja.
- b. Perancangan alat mesin ”es puter” ini menggunakan pendekatan anthropometri diperoleh rancangan dengan dimensi tinggi alat 94 cm, panjang dan lebar rangka 40 cm yang mengakomodasi penggunaannya.
- c. Posisi berdiri adalah posisi kerja yang digunakan untuk mengoperasikan mesin “es puter” hasil perancangan. Posisi ini bertujuan agar operator mudah bergerak atau berpindah tempat pada saat pemberian es batu dan garam serta membuang es batu dan garam yang sudah mencair. Mesin ini dioperasikan oleh 1 orang pekerja tanpa menggunakan keahlian khusus.

Daftar Pustaka

- Corlett E.N, Wilson John R. 1992. *Evaluation Of Human Work, A Practical Ergonomics Methodology*. London : Tayor & Francis. Inc.
- Gunawan, R., 1998, *Konstruksi Baja*, Erlangga, Jakarta.
- Gupta; J.K., Khurmi; R.S.. *A Text Book of Machine Design* . Eurasia Publishing House (Put.) LTD, New Delhi.
- Harsono, W. dan Okumura, T., 1991. *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta.
http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/e_journal_hari_purnomo.doc. *didownload* 11 januari 2011.
<http://puslit.petra.ac.id/files/published/journals/IND/IND060802/IND06080207.pdf>.
didownload 11 januari 2011.
- Nurmianto, Eko. 1996. *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Popov, E.P. 1986. *Mekanika Teknik*. Jakarta : Erlangga.

- Roebuck, J. A. 1975. *Body Space Antropometry, Ergonomi and Design*. London : Taylor & Francis Inc.
- Suga, Kiyokatsu dan Sularso. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Suhardi, Bambang. 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri* Jilid 1. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Suharto. 1991. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Walpole, R.E. 1982. *Pengantar Statistika* edisi ke-3. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu*. Surabaya : Guna Widya.
- www.TokoMesin.com online accessed 10:50 September 10, 2010.