

RANCANG BANGUN MESIN PRES AMPAS TEBU BAGI PETANI PENGRAJIN GULA TEBU MERAH

**I Nyoman Lokajaya¹
Moch. Sidqon²**

¹Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
²Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
nyomanlokajaya@yahoo.com

ABSTRAK

Sebagai bahan bakar utama pada proses pembuatan gula tebu merah, sisa ampas tebu perlu disimpan untuk cadangan bahan bakar pada musim giling berikutnya. Namun ternyata untuk melakukannya tidak mudah. Ampas tebu yang telah kering mempunyai sifat-sifat fisik yang kaku, keras dan mengembang seperti kapuk. Secara kuantitas jumlahnya sedikit tetapi dengan volume yang besar sekali sehingga menyulitkan saat menanganinya. Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang secara ergonomis sebuah alat bantu kerja berupa mesin pres ampas tebu. Dengan menggunakan anket peta tubuh Nordic dan pengukuran tingkat kelelahan, akhirnya diperoleh sebuah alat bantu kerja berbentuk mesin pres hidraulik yang secara ergonomis telah terbukti dapat digunakan secara aman, nyaman dan tidak menimbulkan rasa sakit bagi penggunaannya (tingkat kelelahan hanya 12.2%). Dari aspek produktivitas, maka dengan mesin pres ini mampu meningkatkan produktivitas kerja penanganan ampas sebesar 55.6% lebih besar dibanding saat sebelum menggunakan mesin press dan mampu menyusutkan volume hingga tinggal 39.7%.

kata kunci : pengrajin gula tebu merah, ampas tebu, mesin pres

ABSTRACT

As the main fuel in the traditional process of making sugarcane sugar, waste residue of baggasse need to be stored for fuel reserves in the next season. But apparently to do it is not easy. The dried baggasse has physical properties such as rigid, hard and fluffy such as cotton. In quantity not too much but with a very large volume making it difficult when handling it. This research is intended to design ergonomically a working tool, that is baggasse pressing machine. Using the Nordic body map anket and the measurement of fatigue level, finally obtained an ergonomically adjustable auxiliary machine tool that has been proven to be safe, comfortable and painless for the user (fatigue rate is only 12.2%). From the aspect of productivity, then with this press machine can increase work productivity of baggasse handling by 55.6% larger than before before using press machine and able to shrink the volume up to live 39.7%.

keywords: traditional sugar cane, baggasse, press machine

PENDAHULUAN

Gula termasuk salah satu sembilan bahan pokok kebutuhan sehari-hari manusia. Pada skala makro kebutuhan nasional akan gula mencapai sebesar 5,97 juta ton di tahun 2016 dan 3 tahun berikutnya diperkirakan akan naik menjadi sebesar 6,17 juta ton di tahun 2017 dan kemudian sebesar 6,39 juta ton di tahun 2018 dan terakhir 6,61 juta ton di tahun 2019. Sementara itu melalui pabrik gula milik negara produksi nasional gula hanya 2,98 juta ton di tahun 2016 kemudian 3 tahun berikutnya diperkirakan sebesar sebesar 3,03 juta ton di tahun 2017 berikutnya sebesar 3,09 juta ton di tahun 2018 dan terakhir sebesar 3,14 juta ton di tahun 2019 (Siska, 2015). Kekurangan gula yang berkisar 50% dipenuhi dari pabrik gula swasta dan pengrajin gula rakyat serta diimpor dari luar negeri (Sulistiyono, 2015).

Kabupaten Tulungagung salah satu kabupaten yang banyak dijumpai pusat-pusat pengrajin gula tebu merah. Dari 6 pusat pengrajin gula salah satunya ada di desa Ariyojeding kecamatan Rejotangan (Rahadi, 2010). Proses penggilingan tebu telah menggunakan mesin diesel sehingga masing-masing pengrajin kapasitas produksinya bisa mencapai 1 sampai dengan 1.5 ton gula atau setara dengan 10 sampai 15 ton tebu setiap harinya (Rahadi, 2010).

Sejauh ini petani pengrajin gula tidak pernah kekurangan tebu sebagai bahan baku pembuatan gula. Tebu-tebu itu didatangkan bukan saja dari berbagai sudut wilayah kabupaten Tulungagung sendiri, namun juga merambah sampai ke wilayah kabupaten Blitar, kabupaten Kediri bahkan kabupaten Malang. Begitu pula saat petani ingin menjual gulanya, sejauh ini juga tidak ada kendala. Pedagang secara periodik datang untuk membeli gulanya.

Untuk keperluan merebus nira tebu, petani memanfaatkan ampas tebu. Hanya dengan 80% dari jumlah ampas yang ada, sudah cukup untuk memasak nira hingga menjadi gula. Sedang 20% sisanya disimpan untuk keperluan bahan bakar di mesin giling tahun berikutnya. Untuk menambah jumlah cadangan bahan bakar untuk tahun depan petani masih memanfaatkan limbah-limbah pertanian lain seperti dedaunan kering, sekam dan lain sebagainya. Upaya ini dilakukan karena kondisi cuaca yang seringkali berubah, sehingga untuk meminimasi kemungkinan kekurangan bahan bakar akibat di mesin giling tahun berikutnya. Konsekuensi logis yang mengikutinya adalah petani harus menyediakan tempat penyimpanan.



a



b

Gambar 1 : (a) Dapur tempat memasak nira dan (b) tumpukan gula siap jual

Penyimpanan ampas menghendaki persyaratan tertentu, yaitu ampas yang disimpan harus dalam keadaan kering dan selama penyimpanan ampas harus berada dalam tempat yang kering pula agar tidak membusuk. Dengan begitu tempat penyimpanannya harus dijamin terhindar dari lembabnya tanah dan guyuran air hujan. Untuk sementara ini tempat yang paling memungkinkan adalah berupa rumah-rumahan.

Ampas tebu, daun tebu dan beberapa bahan bakar yang berasal dari limbah pertanian lainnya ketika kering mempunyai sifat-sifat fisik yang keras, kaku dan mengembang seperti kapas. Karena sifat-sifat fisik inilah membuat ampas yang secara kuantitas sebenarnya tidak banyak akan tetapi secara volume sangat besar sekali. Disinilah awal permasalahan petani muncul. Setiap akhir musim giling ampas sisa yang harus disimpan volumenya sangat besar berkisar antara 750 m³ sampai 1000 m³. Volume ampas sebesar itu akan memerlukan 3 sampai 4 rumah-rumahan yang nilainya berkisar 4 sampai 5 jura rupiah per unit. Karena itu yang menjadi permasalahan bagi petani adalah :

a. Sulit saat menangani dan memindahkan ampas.

Ampas tebu yang baru keluar dari mesin giling harus dipindah ke tempat penjemuran agar kering dan selanjutnya setelah kering sebagian di pindahkan ke dapur untuk memasak nira dan sebagian dipindahkan ke tempat penyimpanan. Untuk memindah-mindahkan ampas itu, jarak yang ditempuh berkisar 60 m. Karena ampas tebu yang mengeras, kaku dan mengembang tidak mudah bagi petani untuk menangani dan memindah-mindahkannya.

b. Sulit untuk menata dan mengatur saat menyimpannya.

Sebagian ampas disimpan di dalam rumah-rumahan. Agar rumah-rumahan itu mampu menampung ampas dalam jumlah yang banyak, maka ampas harus ditata dan diatur dengan baik. Namun karena sifat ampas yang keras, kaku dan mengembang petani kesulitan untuk menata serta mengaturnya dan akhirnya penataan itu tidak bisa optimal dan berujung daya tampung tempat penyimpanan juga tidak optimal.

c. Perlu tenaga dan biaya ekstra saat menanganinya.

Ampas yang sudah mengeras, kaku dan mengembang tidak mudah bagi petani untuk menata, mengatur, memindahkan. Ini berarti membuat petani harus berupaya lebih keras lagi untuk bisa melakukannya.

Gambar-gambar berikut dapat menggambarkan secara lebih jelas akan persoalan di atas.



Gambar 2: Tebu digiling menghasilkan nira dan ampas

Keterangan Gambar 2 : Dengan menggunakan mesin diesel 15 tenaga kuda, tebu digiling untuk memisahkan antara nira dan ampas. Ampas selanjutnya dipindahkan ke tempat penjemuran agar kering yang kemudian dijadikan bahan bakar merebus nira. Sejauh ini pemindahan ampas dilakukan dengan menggunakan keranjang. Karena ampas sulit ditata, maka kemampuan orang memindahkan ampas itu tidak optimal.



Gambar 3: Penangan ampas yang selama ini ada menggunakan keranjang

Keterangan Gambar 3 : Ampas tebu basah yang baru keluar dari mesin giling selanjutnya dijemur. Setelah kering sebagian besar (80%) dipakai untuk memasak nira sedang sisanya (20%) disimpan. Untuk menyimpannya petani harus menumpuk ke tempat yang tingginya bisa mencapai 5 m



Gambar 4: Ampas tebu disimpan di dalam rumah-rumahan

Keterangan Gambar 4 : Ampas ditata dalam rumah-rumahan dibentuk tumpukan tinggi 4 sampai 5 meter. Ampas-ampas ini dipakai sebagai persediaan bahan bakar di musim giling berikutnya. Penataan ampas yang sulit, menyebabkan daya tampung rumah-rumahan tidak optimal dan sebagai dampaknya untuk menyimpan ampas yang secara kuantitas tidak banyak ternyata memerlukan banyak rumah-rumahan.

Berbeda dengan ampas yang sudah kering, ampas tebu yang baru keluar dari mesin giling (masih basah) masih mudah dibentuk, karena ampas tersebut masih relative lebih lunak, lemas dan tidak begitu mengembang dibanding dengan ampas kering. Dengan tekanan yang tinggi ampas tebu dapat dipres sehingga berbentuk bongkahan-bongkahan ampas yang padat. Bongkahan-bongkahan itu dapat diatur sehingga membentuk balok-balok ampas dalam ukuran yang bisa di atur. Dengan bentuk dan

ukuran yang bisa disesuaikan ini membuat proses penangannya akan jauh lebih gampang dan lebih cepat.

Dalam kajian ini dicoba dirancang sebuah TTG mesin pres ampas. Perancangan dilakukan berdasarkan ergonomi, sehingga kelak penggunaanya merasa aman dan nyaman saat mengoperasikan mesin pres ampas. Diharapkan hasil kajian ini mampu memberikan jawaban atas persoalan kesulitan penanganan ampas. Dengan target tunggal yang utama kajian ini adalah bagaimana membuat ampas tebu yang semula dari dimensi volume sangat besar sementara dari dimensi kuantitas sangat kecil berubah menjadi sebaliknya, yaitu dari dimensi volume sangat kecil namun dari dimensi kuantitas sangat besar.

MATERI DAN METODA

Mesin Pres Ampas Tebu.

Yang dimaksud dengan mesin pres dalam penelitian ini adalah sebuah peralatan kerja yang berfungsi untuk memampatkan ampas tebu. Karena sifat-sifat fisik yang dimiliki, yaitu kaku, keras dan mengembang seperti kapas membuat ampas tebu sulit ditangani. Dengan mesin pres ini ampas tebu akan dimampatkan sehingga tidak lagi mengembang melainkan berubah menjadi bentuk balok-balok kecil yang mudah ditangani. Ada dua macam mekanis bagaimana mesin pres bekerja, yaitu mesin pres yang bekerja secara mekanik dan mesin pres yang bekerja secara pnumatik (hidrolik). Dengan pertimbangan bahwa pnumatik lebih kuat dan lebih sederhana, maka dalam penelitian ini perancangan diarahkan pada mesin pres pnumatik (Djaenun, 2007).

Perancangan Ergonomis.

Hasil perancangan peralatan kerja hendaknya melahirkan hasil rancangan yang ergonomis, yaitu hasil perancangan yang sesuai dengan postur dan keterbatasan manusia. Untuk itu perancangan ergonomis berdasarkan data antropometri menjadi acuannya (Nurmianto, 1996). Data antropometri didapatkan dengan cara mengukur secara langsung dimensi tubuh masyarakat petani tebu setempat (Panero, Julius and Zelnik, 1979). Perancangan alat kerja dilakukan dengan berorientasi pada ergonomi. Untuk menguji keberhasilan perancangan alat kerja, maka alat kerja diuji keergonomisannya dengan menggunakan angket Nordic Body Map (Tawarka, 2004 dan Samsuri, 2017). Dengan metoda ini sejumlah 25 responden sebelum mengoperasikan mesin pres seluruh anggota badannya berdasarkan peta Nordic diperiksa apakah mengalami gangguan musculoskeletal disorder atau tidak. Kemudian setelah mengoperasikan mesin pres dalam kurun waktu dua jam pemeriksaan diulang lagi. Jika ternyata ada gangguan berarti mesin belum ergonomis. Disamping itu alat juga diuji keergonomisannya melalui pendekatan tingkat kelelahan pengguna alat (Astrand dan Rodahl, 1977). Melalui pendekatan kenaikan denyut jantung saat sebelum dan sesudah mengoperasikan mesin pres akan diketahui tingkat kelelahannya. Ketika dirasakan lelah berarti mesin belum ergonomis. Dan jika diketahui mesin belum ergonomis, selanjutnya dilakukan modifikasi/evaluasi hasil perancangan guna mendapatkan hasil perancangan akhir yang ergonomis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan.

Mesin pres terdiri tiga bagian utama, yaitu pertama unit bak ruang pres, unit hidraulik dan unit power pack. Unit ruang pres merupakan ruang dimana ampas tebu dimasukkan untuk dimampatkan. Ampas tebu yang dimampatkan adalah ampas yang baru keluar dari mesin giling (masih basah). Dengan begitu akan mempermudah memasukkan ke dalam ruang pres dan meringankan mesin untuk memampatkannya. Bak ruang pres berukuran 60x60x100 cm yang akan bisa menghasilkan ampas termampatkan dalam bentuk balok dengan ukuran 60x60x25 cm dengan berat ampas berkisar 15 sampai dengan 20 kg. Bak ruang pres diberi kaki penyangga yang dapat diatur sehingga bisa disesuaikan dengan tinggi rendahnya operator.

Bagian kedua yaitu unit hidraulik. Unit ini yang berfungsi memampatkan ampas dalam ruang pres. Guna memberikan hasil pemampatan yang baik, kekuatan hidraulik harus besar. Untuk penelitian kali ini diambil hidraulik dengan kekuatan sekitar 25 ton. Semakin kuat semakin baik karena semakin mampat. Sedang bagian ke tiga unit power pack, yaitu bagian yang berfungsi untuk memompa/mengalirkan fluida yang akhirnya memberikan tenaga (menggerakkan) pada hidraulik. Fluida yang digunakan berupa minyak pelumas SAE 40. Sedang guna mengalirkan fluida digunakan motor listrik 1.5 tenaga kuda. Unit power pack dioperasikan secara manual melalui sebuah handel yang ringan.

Secara keseluruhan, mesin pres ini dapat diurai dengan mudah (*knocked down*) sehingga bisa dipindah-pindah dengan mudah dan ringan. Disamping itu unit hidraulik juga bisa disambungkan ke peralatan lain untuk keperluan yang lainnya. Misal bisa diubah menjadi mesin pres batu bata merah dan keperluan yang lainnya.



a



b



c

Gambar 5. Unit ruang pres (a) Unit hidrolis (b) Unit power pack (c)



Gambar 6. Saat Uji Coba di Petani

Uji coba mesin.

Tabel 1 adalah gambaran kinerja para pengrajin gula menangani ampas tebunya saat belum ada mesin pres ampas. Untuk mengetahui pengaruh positif dengan adanya mesin pres ampas bagi pengrajin gula merah, telah dilakukan uji coba pemampatan ampas tebu di daerah penggilingan tebu di desa Ariyojeding, Kecamatan Rejotangan, Kabupaten Tulungagung. Dan hasilnya seperti terlihat pada Tabel 2. Selama ini (sebelum ada mesin pres) sekali proses penanganan ampas membutuhkan waktu penanganan rata-rata sebesar 3 menit dengan rata-rata berat ampas 20 kg dengan volume 0.5 m^3 lihat Tabel 1. Dengan begitu dalam kurun waktu satu jam banyak ampas yang tertangani sebanyak $(60/3 \times 20) = 400 \text{ kg/jam}$ dengan volumenya sebesar $(60/3 \times 0.5) = 10 \text{ m}^3$. Selanjutnya dibandingkan dengan hasil penanganan ampas setelah adanya mesin pres.

Perhatikan Tabel 2 terlihat bahwa rata-rata dimensi panjang, lebar dan tebal hasil pemampatan ampas tidak persis sama dengan ukuran ruang pres, yaitu $60 \times 60 \times 40 \text{ cm}$ tetapi sedikit berubah yaitu $63.7 \times 66.3 \times 47 \text{ cm}$. Hal ini disebabkan karena setelah ampas dikeluarkan dari ruang press ampas sedikit kembali mengembang. Sementara itu rata-rata beratnya sebesar 39.42 kg. Jika sekali proses penanganan ampas membutuhkan waktu rata-rata 3.8 menit, maka dalam kurun waktu satu jam banyaknya ampas yang tertangani sebanyak $(60/3.8 \times 39.42) = 622.42 \text{ kg/jam}$ dengan volumenya $(60/3.8 \times 0.637 \times 0.663 \times 0.47) = 3.97 \text{ m}^3$.

Dengan begitu mesin pres ampas bukan saja mampu meningkatkan produktivitas kerja penanganan ampas dari 400 kg/jam menjadi 622.42 kg/jam atau naik 55.6% tetapi juga bisa memampatkan ampas dari volume 10 m^3 menjadi tinggal 3.97 m^3 atau menyusut 60.3%. Kenaikan produktivitas kerja disebabkan oleh bentuk ampas yang berupa balok dengan ukuran yang mudah dipindah-pindahkan dan mudah ditata di tempat penyimpanan. Disamping itu juga disebabkan oleh volume ampas yang mengecil sehingga pada saat melakukan penanganan dengan volume yang sama dengan volume saat belum ada mesin pres namun kuantitas ampas yang dapat dipindahkan lebih banyak. Penyusutan volume ampas yang besar mempunyai makna yang sangat besar bagi pengrajin gula merah, yaitu untuk selanjutnya tidak perlu lagi membangun rumah-rumahan yang banyak untuk bisa menyimpan ampas. Biasanya harus disediakan minimal 4 unit rumah-rumahan, kali ini cukup dengan $4 \times 0.603 = 2.412$ unit rumah-rumahan.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Penanganan Ampas Sebelum Ada Mesin Pres*

Observed to	Penanganan ampas dalam sekali angkat	
	Waktu penanganan (menit/angkatan)	Kapasitas Angkatan (kg/angkatan)
1	3.2	21.0
2	3,4	18.0
3	2,8	22.0
4	3.0	20.7
5	3.4	17.9
6	3.2	20.5
7	2.7	22.1
8	2.8	21.4
9	3.1	19.8
10	3.3	23.1
11	2.5	20.3
12	2.9	20.7
13	3.0	19.3
14	2.7	21.0
15	3.2	18.4
16	3,4	20.4
17	3.3	21.3
18	2.8	20.6
19	2.9	19.7
20	3.2	20.1
21	2.8	19.6
22	3.0	18.3
23	2.8	20.45
24	2.9	18.0
25	3.2	19.3
26	3.0	20.1
27	2.9	18.2
28	3.0	19.0
29	3.3	20.2
30	2.9	19.0
Rata-rata	3.003	20.0

Catatan : * volume ampas sekali angkat dengan keranjang sekitar 0.5 m³

Tabel 2. Hasil Pengamatan Penanganan Ampas Setelah Ada Mesin Pres

Observed to	Penanganan ampas dalam sekali angkat		Dimensi bongkahan (cm)		
	Waktu penanganan (menit/angkatan)	Kapasitas Angkatan (kg/angkatan)	panjang	lebar	tebal
1	3.2	44.8	67.9	63.7	50.5
2	3,4	40.5	64.7	64.3	45.2
3	4.3	39.9	64,3	66.3	46.1
4	4.7	41.4	68.1	63.7	50.4
5	3.4	40.7	66.7	64.9	45.9

Observasi ke	Penanganan ampas dalam sekali angkat		Dimensi bongkahan (cm)		
	Waktu penanganan (menit/angkatan)	Kapasitas Angkatan (kg/angkatan)	panjang	lebar	tebal
6	4.5	38.6	64.2	63.7	45.7
7	4.2	35.7	65.2	64.3	46.7
8	3.6	44.7	68.2	63.7	50.2
9	3.4	46.2	68.9	64.5	46.2
10	3.3	40.9	63.7	66.3	44.5
11	3.8	36.3	62.7	63.5	46.7
12	4.1	39.4	63.4	68.4	45.5
13	4.2	45.2	68.9	66.7	45.3
14	4.3	36.8	62.6	67.9	46.2
15	3.2	46.1	67.8	63.7	45.2
16	3,4	34.7	63.8	66.1	45.3
17	3.7	38.8	6.4.5	67.2	46.1
18	4.2	42.3	66.6	63.5	49.3
19	4.3	34.4	62.3	64.6	45.2
20	3.2	37.5	63.7	66.3	46.2
21	3.3	39.2	64.7	64.4	50.7
22	4.0	40.1	66.9	68.8	48.2
23	4.3	37.3	63.5	66.7	48.2
24	3.4	38.8	64.8	64.8	45.2
25	3.2	38.6	64.7	67.1	44.4
26	3.7	35.6	69.3	64.7	45.2
27	4.2	35.7	63.7	64,3	50.1
28	3.4	40.6	67.6	69.3	45.2
29	3.5	37.6	63.9	65.3	47.2
30	3.8	34.2	62.7	65.1	53.2
Rata-rata	3.8	39.42	63.7	66.3	47

Uji Kelelahan.

Mesin pres ampas perlu diuji keergonomisannya. Untuk itu didekati dengan melakukan uji kelelahan kepada operator mesin. Semakin lelah seseorang setelah mengoperasikan mesin mempunyai makna bahwa mesin semakin tidak ergonomis. Menurut Grandjean (2000) kelelahan seseorang yang melakukan suatu aktivitas dapat dideteksi melalui perubahan denyut nadi saat sebelum bekerja dengan denyut nadi saat setelah bekerja. Yaitu dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{tingkat kelelahan} = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{(\text{denyut nadi maksimal} - \text{denyut nadi istirahat})} \times 100\%$$

Dengan:

Denyut nadi istirahat adalah rata-rata banyaknya denyut nadi per menit saat operator belum melakukan aktivitas mengoperasikan mesin. Sedang denyut nadi kerja adalah rata-rata banyaknya denyut nadi per menit operator setelah mengoperasikan mesin. Sementara itu denyut nadi maksimal didapatkan dengan rumus $220 - \text{umur}$ (Astrand dan Rodahl,1977). Klasifikasi tingkat kelelahan digolongkan kedalam lima kelompok, yaitu:

Kelompok pertama: Tidak terjadi kelelahan jika tingkat kelelahan $\leq 30\%$, karenanya aktivitas boleh dilanjutkan. Kelompok kedua: Sedikit lelah jika $30 < \text{tingkat kelelahan} \leq 60\%$, sehingga perlu sedikit istirahat. Kelompok ketiga: Merasakan kelelahan jika $60 < \text{tingkat kelelahan} \leq 80\%$ makanya harus ada pengurangan beban. Kelompok keempat: Sangat lelah jika $80 < \text{tingkat kelelahan} \leq 100\%$ perlu tindakan segera atas pekerja. Dan terakhir kelompok kelima: Sangat sangat lelah jika $100\% < \text{tingkat kelelahan}$ karenanya pekerja tidak boleh beraktivitas lagi.

Terdapat 25 responden yang siap membantu terealisasinya penelitian ini. Adapun profil ke 25 responden tersebut adalah sebagaimana tertuang dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Profil Responden.

Jumlah responden	25 orang
Responden pria	25 orang
Responden wanita	-
Responden dengan usia 21 – 30 tahun	6 orang
Responden dengan usia 31 – 40 tahun	10 orang
Responden dengan usia 41 – 50 tahun	5 orang
Responden dengan usia 51 – 60 tahun	1 orang
Responden dengan usia 61 – 70 tahun	3 orang
Kondisi kesehatan	sehat semua
Ada gangguan fisik	Tidak ada

Dari hasil pengukuran denyut nadi istirahat dan nadi kerja atas 25 responden diperoleh data sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Dari Tabel 4 ternyata didapatkan rata-rata tingkat kelelahan dari 25 responden setelah mengoperasikan mesin pres selama dua jam sebesar 12.42% dengan simpangan 1.96%, berarti masuk ke kelompok pertama. Hal ini menandakan bahwa secara umum seseorang yang mengoperasikan mesin pres ini sama sekali tidak merasakan kelelahan. Atau dengan kata lain untuk mengoperasikan mesin pres ini tidak diperlukan banyak energi/otot karena cukup ringan.

Tabel 4. Tingkat Kelelahan Responden Setelah Dua Jam Bekerja

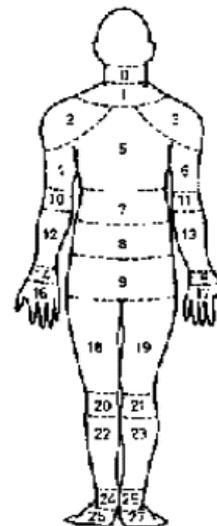
Responden ke	Umur (tahun)	Denyut nadi istirahat (kali/menit)	Denyut nadi kerja (kali/menit)	Denyut nadi maksimal (kali/menit)	Tingkat kelelahan
1	23	67	86	197	14.62
2	42	68	85	178	15.45
3	54	72	87	166	15.96
4	35	65	78	185	10.83
5	25	68	81	195	10.24
6	38	60	74	182	11.48
7	32	62	77	188	11.90
8	21	61	74	199	9.42
9	46	60	74	174	12.28
10	39	65	78	181	11.21

Responden ke	Umur (tahun)	Denyut nadi istirahat (kali/menit)	Denyut nadi kerja (kali/menit)	Denyut nadi maksimal (kali/menit)	Tingkat kelelahan
11	36	67	82	184	12.82
12	38	62	73	182	9.17
13	39	65	80	181	12.93
14	48	62	78	172	14.55
15	33	62	75	187	10.40
16	28	60	79	192	14.39
17	35	68	85	185	14.53
18	34	70	83	186	11.21
19	41	68	84	179	14.41
20	26	65	79	194	10.85
21	24	67	81	196	10.85
22	27	69	85	193	12.90
23	36	60	74	184	11.29
24	46	67	83	174	14.95
25	37	65	79	183	11.86
Rata-rata % kelelahan					12.42
Simpangan baku					1.96

Uji Gangguan Fisik.

Melengkapi uji kelelahan, juga dilakukan uji gangguan fisik. Yaitu ingin mengetahui apakah ada gangguan musculoskeletal disorder pada diri operator ketika operator telah melakukan aktivitas dengan mesin pres ampas. Untuk itu digunakan angket peta tubuh Nordic (Nordic Body Map) seperti pada Gambar 3 untuk menelusuri gangguan itu (Tawarka, 2009). Penelusuran gangguan dilakukan saat sebelum melakukan aktivitas (*pree test*) dan sesudah melakukan aktivitas (*post test*). Dari 25 responden hasilnya ditunjukkan dalam Tabel 5. Dari hasil *pree test* ternyata ke dua puluh lima responden dalam kondisi baik tidak menderita gangguan musculoskeletal disorder. Sedang dari hasil *post test* ternyata secara umum menunjukkan bahwa responden tidak merasakan sakit sedikitpun di anggota badan tubuhnya.

Memang terdapat beberapa responden merasakan sedikit sakit. Ada empat responden merasakan agak/sedikit sakit bau kanan dan satu responden menyatakan sakit bahu kanan. Di sisi lain ada tiga responden yang menyatakan sedikit sakit punggung dan satu orang merasakan sakit bahu. Sementara itu tiga responden menderita sakit pergelangan tangan kanan dan dua responden yang merasakan sakit di pergelangan tangannya. Namun setelah ditelusuri lebih lanjut terhadap responden yang mengeluhkan ada gangguan di anggota tubuhnya, ternyata responden tersebut adalah tiga responden yang telah berusia



Gambar 3 : Peta Tubuh Nordic (Tarwaka, 2009)

lanjut (usia \geq 61 tahun) dan seorang responden yang usianya antara 51 sampai dengan 60 tahun. Secara statistik ternyata dinyatakan tidak ada perubahan gangguan fisik yang nyata dari responden antara hasil angket sebelum dan sesudah beraktivitas. Hal ini memberikan makna bahwa mesin pres ampas dapat digunakan dengan aman dan nyaman serta tidak memberatkan bagi penggunaannya.

Tabel 5: Hasil Angket Peta Tubuh Nordic.

No	Keluhan yang dirasakan	Angket sebelum bekerja				Angket sesudah bekerja			
		TS	AS	S	SS	TS	AS	S	SS
0	Sakit/kaku di leher bagian atas	25				25			
1	Sakit/kaku di leher bagian bawah	25				25			
2	Sakit di bahu kiri	25				22			
3	Sakit di bahu kanan	25				21	4	1	
4	Sakit pada lengan atas kiri	25				25			
5	Sakit di punggung	25				22	3	1	
6	Sakit pada lengan atas kanan	25				25			
7	Sakit pada pinggang	25				23	2		
8	Sakit pada bokong	25				25			
9	Sakit pada pantat	25				25			
10	Sakit pada siku kiri	25				25			
11	Sakit pada siku kanan	25				25			
12	Sakit pada lengan bawah kiri	25				25			
13	Sakit pada lengan bawah kanan	25				25			
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri	25				22	3	2	
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	25				23	2		
16	Sakit pada jari-jari tangan kiri	25				25			
17	Sakit pada jari-jari tangan kanan	25				25			
18	Sakit pada paha kiri	25				25			
19	Sakit pada paha kanan	25				25			
20	Sakit pada lutut kiri	25				25			
21	Sakit pada lutut kanan	25				25			
22	Sakit pada betis kiri	25				25			
23	Sakit pada betis kanan	25				25			
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	25				25			
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	25				25			
26	Sakit pada jari kaki kiri	25				25			
27	Sakit pada jari kaki kanan	25				25			

Keterangan: TS : Tidak sakit AS : Sedikit sakit S : Sakit SS : Sakit sekali

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil uji coba diketahui bahwa mesin pres ampas bukan saja mampu meningkatkan produktivitas kerja penanganan ampas dari 400 kg/jam menjadi 622.42 kg/jam atau naik 55.6% tetapi juga bisa memampatkan ampas dari volume 10 m³ menjadi tinggal 3.97 m³ atau tinggal 39.7%. Kenaikan produktivitas kerja disebabkan oleh bentuk ampas yang berupa balok dengan ukuran yang mudah dipindah-pindahkan dan mudah ditata di tempat penyimpanan. Disamping itu juga disebabkan oleh volume ampas yang mengecil sehingga pada saat melaukan penanganan dengan volume yang sama dengan volume saat belum ada mesin pres namun quantitas ampas yang dapat dipindahkan lebih banyak. Sementara itu dari hasil uji kelelahan diperoleh bahwa rata-rata tingkat kelelahan dari

25 responden setelah mengoperasikan mesin pres selama dua jam sebesar 12.42% dengan simpangan 1.96%. Hal ini menandakan bahwa secara umum seseorang yang mengoperasikan mesin pres ini sama sekali tidak merasakan kelelahan. Sedang dari hasil uji gangguan fisik diperoleh bahwa ada 20 responden dari 25 responden yang ternyata setelah mengoperasikan mesin pres tidak mengalami gangguan fisik. Sedang lima responden yang mengalami sebagian anggota tubuhnya ternyata responden yang usianya sudah uzur. Oleh karena itu disimpulkan bahwa hasil perancangan mesin pres ampas tebu ini sudah ergonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Astrand, P.O. and Rodahl, K. 1977, *A text book of work physiology: Physiological bases of exercise*. 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Djaenun, A, 2007, *Elemen Mesin*, Surabaya : Pustaka anda.
- Nurmianto, E, 1996, *Ergonomi : Konsep Dasar Ergonomi dan Aplikasinya*, edisi pertama, Jakarta : Guna Widya.
- Panero, J. and Martin Z., 1979, *Human Dimension and Interior Space*, New York : Whitney Library of Design.
- Rahadi, B., 2010, Industri Gula Rakyat di Tulungagung : Profil Industri Gula Merah Tebu di Kabupaten Tulungagung, <https://bambangrahadi.wordpress.com/010/02/17industri-gula-tebu-di-tulungagung/>, diakses 20 Desember 2015.
- Samsuri M., Asmungi, 2017, Rancang Bangun Alat Bantu Kerja Pengemasan Gas Bio ke Dalam Tabun Melon, *Jurnal Teknik Industri Heuristic*, 14 (1), hal 59-72.
- Siska, 2015, Kementan Harapkan Segera Ada Pabrik Gula Baru, <http://ptpn10.co.id/blog/kementan-harapkan-segera-ada-pabrik-gula-baru>, diakses 02 Januari 2016.
- Sulistiyono, S T., 2015, Kebutuhan Gula Nasional Saat Kini Sebanyak 5.7 juta ton, <http://www.tribunnews.com/bisnis/2015/04/06/saleh-husin-kebutuhan-gula-nasional-saat-ini-sebanyak-57-57-juta-ton>, diakses 20 Desember 2015.
- Tarwaka. dkk., 2004, *Ergonomi untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktifitas*, Surakarta: UNIBA Press. 2004.