

Analisis Antropometri, Biomekanika, Dan Beban Kerja Fisik Pada Pengoperasian Alat Pengupas Nenas Tipe Engkol

Analysis of Anthropometry, Biomechanics, and Physical Workload on Operating Pineapple Peeler Tool Crank Type

Sri Hartuti¹, Zulfahrizal¹, M. Dhafir¹, Muslim¹

¹Jurusan Teknik Pertanian Unsyiah Darussalam Banda Aceh

ABSTRACT

This study aimed to analyze the anthropometry, biomechanics, and physical workload on the use of pineapple peeler a crank-type. The results showed that pineapple peeler type crank could be used at optimum arm reach. Based on the measurement results, the average heart rate for operators ranges from 101–112 pulses/minute, and it was classified as medium workload. The rate of oxygen consumption at the operator reached 0.67–0.89 liters/minute, and it could be classified as low workload.

I. PENDAHULUAN

Buah Nenas (*Ananas comosus*. Merr) merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat karena memiliki daging yang lunak, rasanya manis dan menyegarkan. Selain untuk dikonsumsi dalam skala rumah tangga, biasanya nenas juga dimanfaatkan untuk bahan baku industri pangan seperti industri selai, manisan, sirup, produk kalengan, dan beberapa produk lainnya (Rukmana, 1996).

Masyarakat Indonesia pada umumnya melakukan pengupasan kulit nenas dengan cara manual, yaitu dengan cara memakai benda tajam (pisau). Selain itu juga, pengupasan dengan cara manual ini membutuhkan waktu yang lebih lama. Alat pengupas nenas tipe engkol mampu mempercepat proses pengupasan daging nenas dari kulitnya, sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga kerja (Zulfahrizal dan Hartuti, 2009).

Penggunaan alat pengupas nenas ini sangat berkaitan erat dengan tenaga manusia. Unsur manusia masih memegang peranan yang sangat penting karena tenaga manusialah yang akan menggerakkan peralatan ini sehingga bisa menjalankan fungsinya. Melihat peran dan keterkaitan erat antara alat pengupas nenas tipe engkol dengan operator maka perlu diketahui hubungan antara manusia dengan jenis alat yang digunakan. Salah satu faktor pembatas kinerja tenaga kerja adalah tidak adanya keserasian ukuran, bentuk sarana dan prasarana kerja terhadap tenaga kerja (Suma'mur, 1989).

Menurut Bridger, (1995) sikap kerja yang salah, canggung, dan di luar kebiasaan akan menambah resiko cedera pada bagian sistem musculoskeletal. Beban kerja yang berat, postur kerja yang salah dan perulangan gerakan yang tinggi, serta adanya getaran terhadap keseluruhan tubuh merupakan keadaan yang dapat menimbulkan kelelahan dalam bekerja.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis antropometri, biomekanika, dan beban kerja pada penggunaan alat pengupas nenas tipe engkol dengan selang umur sampel 20-30 tahun.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Faperta Unsyiah, sejak Januari 2010 sampai dengan Juni 2010.

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari meteran, *stopwatch*, kamera digital, timbangan, dan alat pengupas nenas tipe engkol. Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah buah nenas yang dijual di Pasar Buah Lambaro, Aceh Besar. Penelitian ini menggunakan sampel operator sebanyak 30 orang, yang terdiri 15 orang mahasiswa dan 15 orang mahasiswi pada selang usia 20-30 tahun. Pemilihan sampel laki-laki dan perempuan dalam penelitian ini adalah

untuk mengetahui pengaruh jenis kelamin terhadap tingkat beban kerja pada penggunaan alat pengupas nenas tipe engkol.

Prosedur Penelitian

1. Penelitian Pendahuluan
2. Mempelajari cara kerja alat pengupas nenas tipe engkol.
3. Pemilihan responden, dengan karakteristik sebagai berikut: sehat jasmani, tidak pernah mengalami kecelakaan yang menyebabkan cedera tulang kronis, tidak mempunyai cacat fisik, sehat secara mental, dan secara sukarela bersedia menjadi responden.
4. Pengukuran Antropometri dan Biomekanika Operator

Antropometri merupakan salah satu disiplin ilmu yang digunakan dalam ergonomika dan memegang peranan utama dalam rancang bangun sarana dan prasarana kerja (Effendi, 2002). Sedangkan biomekanik (mekanika tubuh manusia) bertujuan mempelajari berbagai aspek pergerakan

fisik dan anggota tubuh. (Zander (1972) dalam Dhafir (2002)). Teknik pengukuran antropometri dan biomekanika pada operator dilakukan seperti tertera pada Gambar 1.

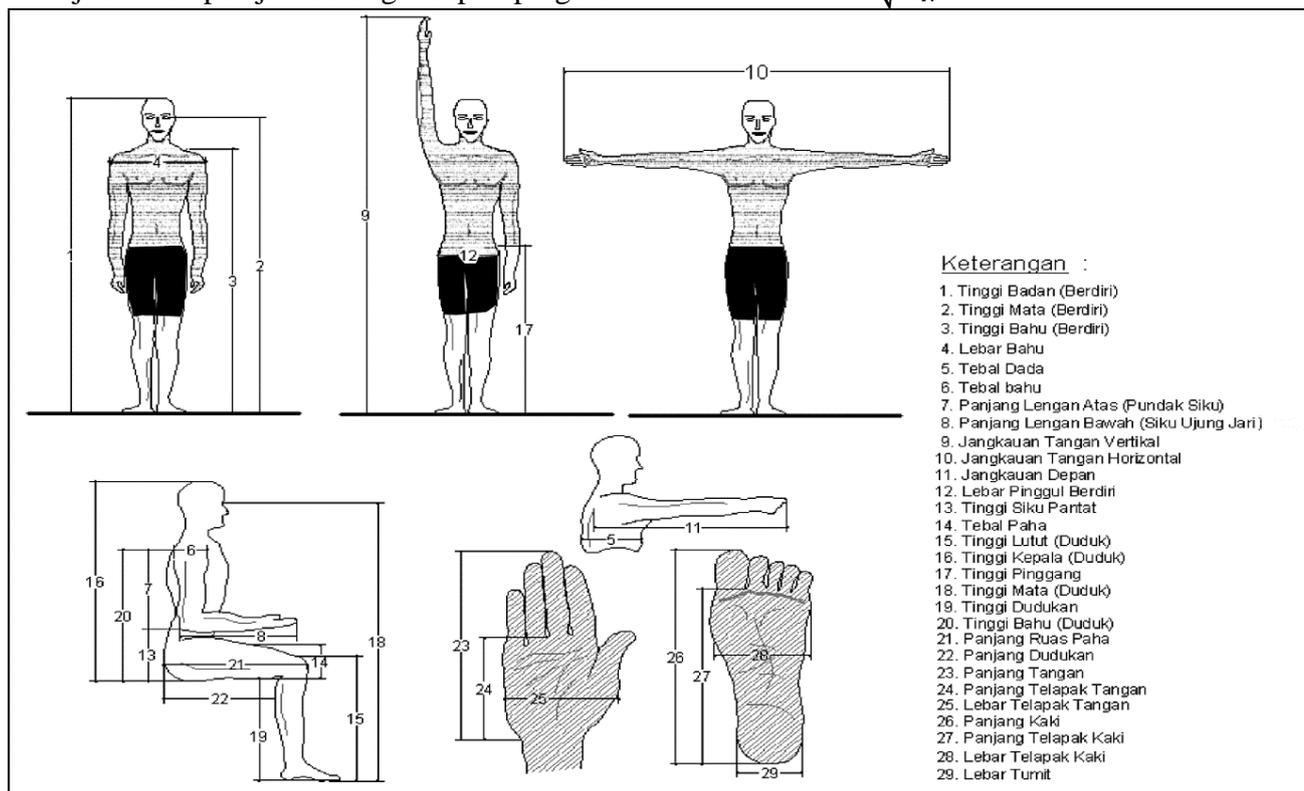
Pengukuran Beban Kerja Fisik

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur beban kerja operator dilakukan berdasarkan denyut jantung. Pengambilan data denyut jantung terdiri atas: sebelum dan sesudah operator melakukan kerja selama 3 menit, kemudian operator istirahat selama 5-10 menit, dan setelah operator istirahat selama 3 menit.

A. Analisa Antropometri dan Biomekanika

Setelah melakukan pengukuran dimensi tubuh 30 responden. Data pengukuran tersebut dimasukkan dalam rumus perhitungan persentil sehingga didapat hasil pengukuran rata-rata Antropometri. Kemudian dilakukan perhitungan standar deviasi (SD) dengan persamaan (1) berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N}} \dots\dots\dots (1)$$



Gambar 1. Cara-cara Pengukuran Antropometri

$\sum fx^2$ = Jumlah hasil perkalian antara frekuensi masing-masing skor dengan deviasi skor yang telah dikuadratkan.

N = Banyaknya deviasi
X = Deviasi tiap skor

Analisis beban kerja operator berdasarkan denyut jantung

Analisa beban kerja operator berdasarkan denyut jantung. Pengukuran denyut jantung sangat cocok digunakan untuk pengukuran energi di lapangan. Menurut Okitaviana (1994) dalam Dhafir (2002), untuk mengkonversi denyut jantung menjadi konsumsi oksigen dapat digunakan persamaan 2 dan persamaan 3.

$$Y = -1,4259 + 0,0207 X + 0,0202 A \dots(2)$$

Dimana:

- Y = Laju konsumsi oksigen (liter/menit)
- X = Denyut jantung (pulsa/menit)
- A = Luas permukaan tubuh (m²)
- A = W^{0,444} x H^{0,663} x 88,83x10⁻⁴ (m²)
- W = Berat tubuh (kg)
- H = Tinggi badan (m)

Untuk menghitung daya dipergunakan persamaan berikut :

$$P = 4,75 \times Y \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- P = Energi yang dikeluarkan (kcal/menit)
- 4,75 = Asumsi nilai konversi pada RQ (*Relative Quotient*)

Selanjutnya pada tingkat beban kerja dapat dibandingkan pada Tabel 1.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Pendahuluan

Mekanisme kerja alat pengupas nenas tipe engkol adalah: nenas yang sudah matang dan siap untuk dikonsumsi disortir terlebih dahulu, kemudian nenas dipotong pada bagian atas dan bawah secara satu per satu, kemudian diletakkan di depan mata pisau. Ketika tuas diputar searah dengan putaran jarum jam, mata pisau hati bergerak secara linear dan mendorong nenas menuju mata pisau pengupas kulit, sementara mata pisau pengupas kulit bergerak secara rotasional. Sehingga proses pengupasan terjadi, kulit dan daging buah terpisah

Tabel 1. Tingkat Beban Kerja Fisik Berdasarkan Parameter Fisiologis

Tingkat Kerja	Konsumsi Energi dalam 8 jam (kcal)	Konsumsi Energi (kcal/menit)	Konsumsi O ₂ (Ltr/menit)	Denyut Jantung (pulsa/menit)
Istirahat	< 720	< 1.5	< 0.3	60-70
Sangat Ringan	768-1200	1.5-2.5	0.32	70-75
Ringan	1200-2400	2.5-5.0	0.5-1.0	75-100
Sedang	2400-3600	5.0-7.5	1.0-1.5	100-125
Berat	3600-4800	7.5-10.0	1.5-2.0	125-150
Sangat Berat	4800-6000	10.0-12.5	2.0-2.5	150-180
Luar Biasa	> 6000	≥ 12.5	≥ 2.5	≥ 180

Sumber: Sander dan McCormick (1987).

Kapasitas kerja alat sebesar 50 buah/ jam, buah nenas sudah bebas dari kulit dan hati buah dan berukuran seragam dengan diameter 7,5 cm. Alat pengupas nenas tipe engkol tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

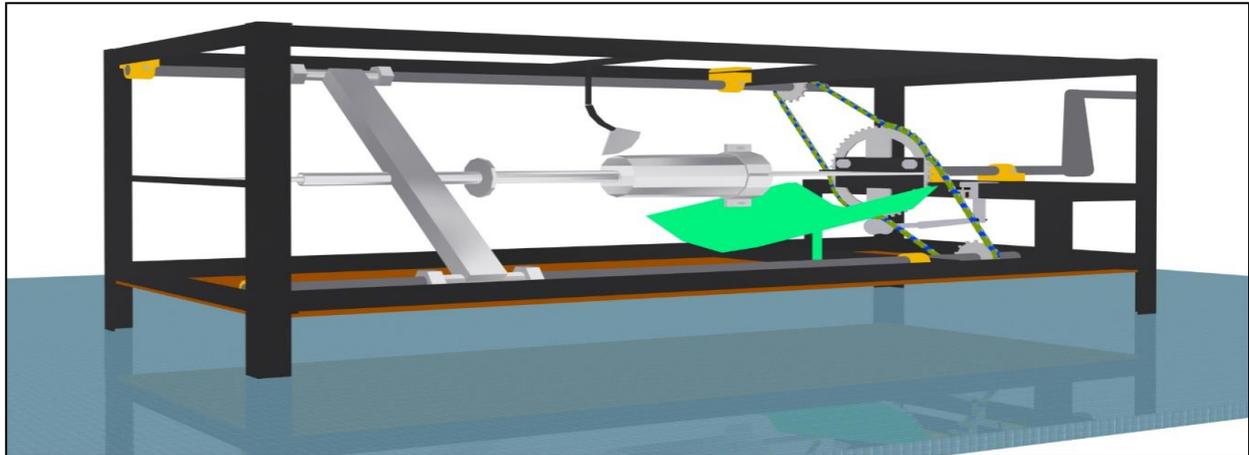
B. Analisis Antropometri

Pengukuran data antropometri dilakukan terhadap 30 orang responden, dimensi tubuh yang diukur adalah dimensi pada posisi duduk. Bagian yang diukur meliputi tinggi duduk, tinggi badan duduk, tinggi mata duduk, tebal

bahu, lebar bahu, tebal dada, panjang pangkal lengan, panjang lengan bagian bawah, panjang telapak tangan, lebar telapak tangan dan lain sebagainya.

Pengukuran antropometri posisi duduk dilakukan karena alat dirancang untuk bekerja

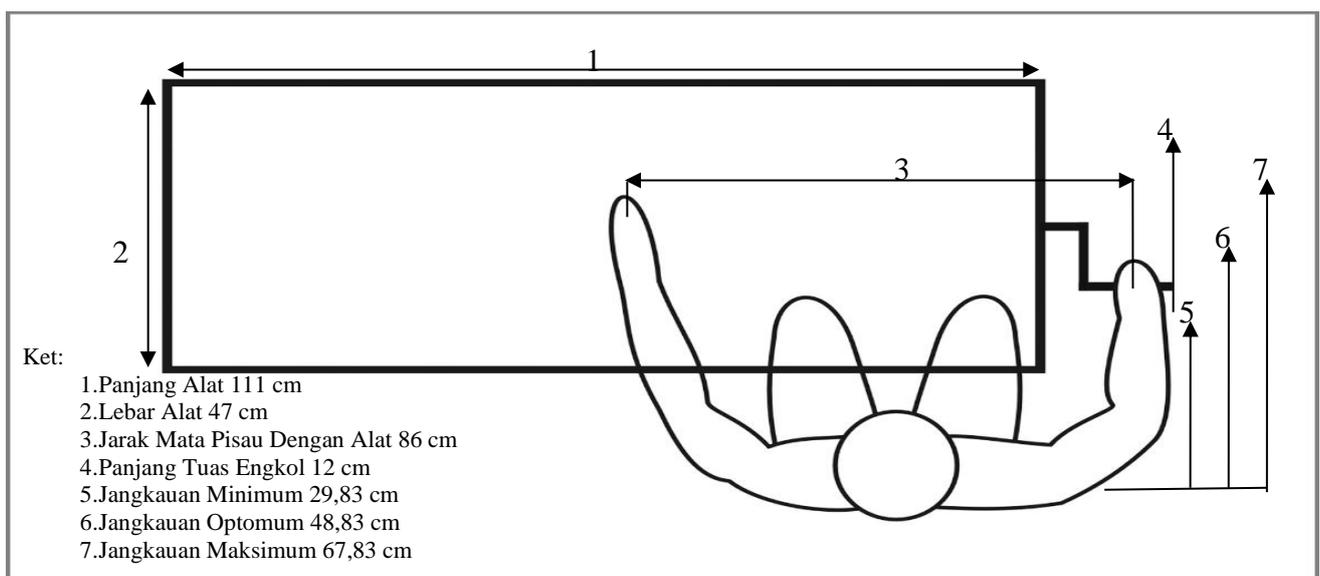
pada posisi duduk. Posisi duduk merupakan posisi yang terbaik dalam bekerja. Menurut Nurmianto (2008), posisi duduk memerlukan lebih sedikit energi dari pada berdiri, karena hal itu dapat mengurangi banyaknya beban otot statis pada kaki.



Gambar 2. Alat Pengupas Nenas Tipe Engkol

Tabel 2. Hasil Antropometri Empat Orang Operator Terpilih

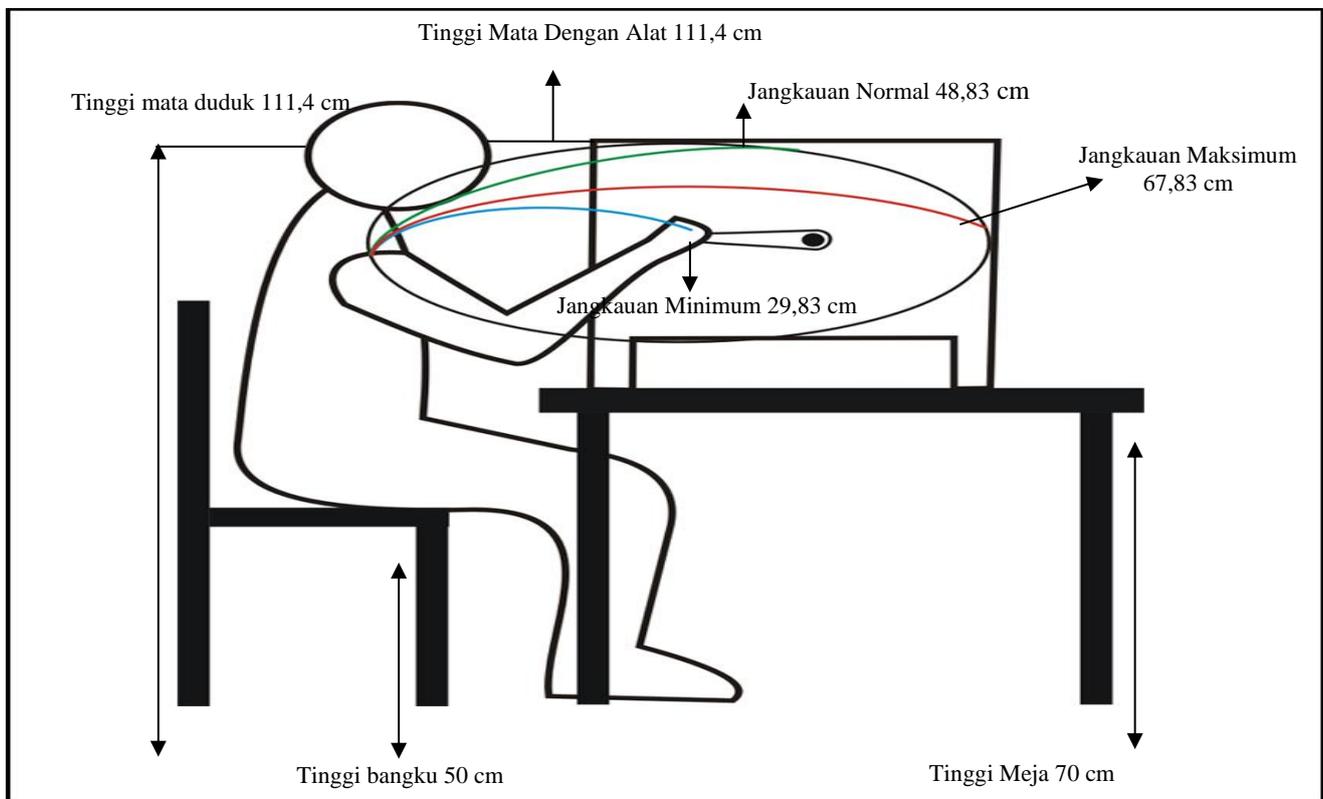
NO	Nama	Umur	TBd (cm)	TMd (cm)	TBh (cm)	LB (cm)	TD (cm)	PPL (cm)	TBb (cm)	BB (Kg)
1	Hana	22	72	114	97	46	17	68	163	60
2	Yalatif	22	72	114	97	46	17	68	160	60
3	Ulva	20	74	110	89	40	24	68	159	57
4	Ade	20	67	112	92	45	21	68	160	48



Gambar 3. Pemplotan Antropometri Daerah Kerja (Tampak atas)

Seorang operator yang bekerja sambil duduk memerlukan sedikit istirahat dan secara potensial lebih produktif. Disamping itu operator

tersebut juga lebih kuat pada saat melakukan pekerjaan.



Gambar 4. Pemplotan Daerah Kerja Operator (Tampak Samping)

Data antropometri selanjutnya diolah untuk penentuan persentil ke-50. Persentil 50 dari responden digunakan untuk besar ukuran rata-rata dan dianggap mewakili semua pengoperasian alat atau mesin tersebut. Selanjutnya penentuan empat orang operator dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan data panjang lengan responden pada persentil 50. Pemilihan panjang lengan sebagai standar adalah dikarenakan alat pengupas nenas ini dioperasikan dengan menggunakan tangan. Data antropometri pada empat orang operator terpilih berdasarkan persentil 50 dapat dilihat pada Tabel 2.

Selain panjang lengan, analisis antropometri juga dilakukan untuk genggaman tangan. Analisis ini menggunakan data lebar telapak tangan pada persentil ke-5. Bagian alat yang dianalisis adalah tuas engkol. Kenyamanan yang akan didapat oleh operator adalah apabila keliling tuas engkol sama atau lebih kecil dari

panjang tangan. Pada ukuran diameter tuas 1,5 cm maka didapat keliling tuas sebesar 9,42 cm. Data antropometri untuk panjang tangan pada persentil ke-5 adalah 13,35 cm, maka dapat disimpulkan bahwa ukuran diameter tuas engkol pada alat lebih kecil dari panjang telapak tangan operator sehingga lebih nyaman.

Pada penggambaran daerah kerja operator (tampak atas) diketahui bahwa panjang pangkal lengan operator yang dibagi atas daerah maksimum, optimum dan minimum. Daerah kerja minimum, maksimum, dan optimum operator secara jelas ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil pemplotan daerah kerja tampak samping operator pada saat pengoperasian alat pengupas nenas tipe engkol (Gambar 4), didapat bahwa alat pengupas nenas ini telah sesuai dengan rata-rata jangkauan tangan operator sehingga masih mampu dioperasikan secara ergonomis

3. Analisis Biomekanika

Analisis kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui gaya yang dibutuhkan operator saat pengoperasian alat pengupas nenas pada tiap sudut yang dibentuk lengan operator. Kekuatan tarik yang dihasilkan oleh operator laki-laki lebih besar dari kekuatan tarik yang dihasilkan oleh operator perempuan. Maksimum kekuatan tarik yang dihasilkan operator laki-laki adalah 27 kg, sedangkan kekuatan tarik pada operator perempuan sebesar 18 kg. Hasil rata-rata kekuatan tarik masing-masing operator di atas dapat dibandingkan dengan hasil dari kekuatan tarik pada alat pengupas nenas. Rata-rata kekuatan tarik pada alat pengupas nenas maksimum pada saat tuas engkol diputar adalah 6-7 kg. Jika dibandingkan nilai keduanya, diketahui bahwa kekuatan tarik alat lebih kecil dari kekuatan tarik operator, sehingga alat pengupas nenas ini masih mampu dioperasikan oleh operator perempuan dan operator laki-laki dengan mudah.

4. Analisis Beban Kerja Fisik Berdasarkan Denyut Jantung.

Konsumsi energi merupakan banyaknya energi yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas.

Kenaikan konsumsi energi sejalan dengan meningkatnya aktivitas manusia. Makin banyak aktivitas yang dilakukan manusia maka konsumsi energinya akan semakin meningkat pula. Tingkat konsumsi energi akan mempengaruhi tingkat beban kerja fisik.

Berdasarkan dari penentuan tingkat penggunaan energi atau kerja, dan laju konsumsi oksigen masing-masing operator alat pengupas nenas tipe engkol termasuk ke dalam tingkat kerja ringan. Berdasarkan pengukuran denyut jantung masing-masing operator dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan jumlah denyut jantung pada saat setelah bekerja. Data-data tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.

Meningkatnya laju denyut jantung dikarenakan meningkatnya kelelahan otot yang disebabkan oleh konsumsi oksigen yang rendah, dapat dilihat dengan nafas yang tersenggal-senggal. Kejadian tersebut dapat terjadi apabila melakukan pengupasan secara kontinyu dan dalam waktu yang lama. Semakin besarnya tenaga yang dibutuhkan, maka semakin cepat operator merasakan kelelahan. Untuk melihat tingkat beban kerja masing-masing operator seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Data Rata-rata Pengukuran Denyut jantung.

NO	Nama Operator	Denyut jantung normal (pulsa/menit)			Denyut Jantung setelah pengupasan (pulsa/menit)			Denyut jantung setelah istirahat (pulsa/menit)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Hana Fauza	82	82	82	112	112	122	71	71	71
2	Yalatif	88	88	88	106	106	106	86	86	86
3	Ulfa	70	70	70	103	103	103	68	68	68
4	Ade Irma	90	90	90	101	101	101	96	96	96

Tabel. 4 Tingkat Beban Kerja Berdasarkan Parameter Fisiologis Operator

NO	Subjek	Tingkat beban kerja		
		Denyut jantung (Pulsa/menit)	Konsumsi O ₂ (liter/menit)	Konsumsi energi (kkal/menit)
1	Hana Fauza	Sedang	Ringan	Ringan
2	Yalatip	Sedang	Ringan	Ringan
3	Ade Irma	Sedang	Ringan	Ringan
4	Ulfa	Sedang	Ringan	Ringan

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Hasil analisis biomekanik dari kekuatan tarik yang dihasilkan operator maksimum 18 – 27 kg, sedangkan kekuatan tarik pada alat maksimum kekuatannya adalah 6-7 kg.
2. Berdasarkan hasil pengukuran denyut jantung pada operator, laju denyut jantungnya berkisar antara 101–112 (pulsa/menit), dan termasuk dalam beban kerja sedang. Laju konsumsi oksigen pada operator mencapai 0,67– 0,89 (liter/menit), dan termasuk dalam tingkat beban kerja ringan.

B. Saran

1. Perlu dilakukannya pengukuran tingkat beban kerja dengan menggunakan metode-metode lainnya. Pada pengukuran beban kerja dengan menggunakan parameter denyut jantung, perlu digunakan alat khusus untuk menghitung denyut jantung sehingga data yang didapat bisa lebih tepat dan akurat.
2. Beberapa rekomendasi yang dapat diberikan antara lain: perlu didesain meja guna untuk kenyamanan operator pada saat pengoperasian alat pengupas nenas. Jarak tuas engkol pada alat pengupas nenas ini dengan jarak mata pisau pengupas kulit terlalu jauh, sehingga memungkinkan operator merasa kelelahan pada saat mengoperasikan alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bridger, R.S. (1995). *Introduction to Ergonomic*. Mc Graw-Hill Inc. USA.
- Dhafir, M. (2002). Analisis Biomekanik, Studi Gerak dan Waktu Pada Pengoperasian Traktor Tangan. Tesis. Jurusan Teknik Pertanian. IPB, Bogor.
- Effendi, E. (2002). Ergonomi Bagi Pekerja Sektor Informal. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Nurmianto, E. (2008). Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Edisi Kedua. Graha Utama, Surabaya.
- Rukmana (1996). Nenas, Budidaya dan Pasca Panen, Kanisius, Jogjakarta.
- Sander, M. S. and McCormick, E. J. (1987). *Human Factors in Engineering and Design*. 6th. Edition. McGraw-Hill Co. New York, USA.
- Suma'mur (1989). Ergonomi untuk Produktivitas Kerja. Haji Masagung, Jakarta.
- Zulfahrizal, dan Hartuti, S. (2010). Rancang Bangun Alat Pengupas Nenas (Ananas Comosus Merr.) Tipe Engkol. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas, Vol. 14, No. 1 Maret 2010.