

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No. 1, April 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu pada bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap monuron baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Darmaga, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaan (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 1 April 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Dr.Ir. Lady Corrie Ch. Emma Lengkey, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi), Dr.Ir. Andasuryani, S.TP, M.Si (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Rudiati Evi Masithoh, STP, M.Dev.Tech (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof. Dr.Ir. Bambang Purwantana, MS (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Ir. I Made Supartha Utama, MS., Ph.D (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Sri Rahayoe, STP., MP (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr. Joko Nugroho Wahyu Karyadi. M.Eng (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Lilik Sutiarto, M.Eng (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Abdul Rozaq, DAA (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Diding Suhandy, STP.,M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Lampung), Ir. Moh. Agita Tjandra, M.Sc, Ph.D (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP (Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin), Prof.Dr.Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Suhardi, STP., MP (Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin), Dr.Ir. Hadi K. Purwadaria, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Studi Waktu dan Beban Kerja untuk Penentuan Kebutuhan dan Distribusi Pekerja pada Alur Produksi Nanas Kaleng

Time Study and Workload for Determining Distribution and Number of Worker on Production Process of Canned Pineapple

Arnal Novistiara, Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan, Institut Pertanian Bogor.
Email: arnal.novistiara@gmail.com

Muhammad Faiz Syuaib, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian. Bogor.
Email: faizs@ipb.ac.id

Abstract

Ergonomic considerations are important approach in determining the optimal number of worker on such an industrial production line. Ergonomical approach may assess suitability of labor characteristic to the condition of the task, hence the optimum results will be achieved on minimum risk and maximum productivity. The aim of this study was to determine the work elements and production flow, standard time, workload and energy consumption rate on production processes of caned pineapple. With the ergonomic parameters obtained, optimum number and distribution of workers for sequencial work elements to meet company's production targets were designed. The results revealed that a line production of canned pineapple consist 22 work elements. The standard time to produce 420 gram (A2-size) canned pineapple was 27.608 s consumed 0.714 kcal equivalent of work energy cost. Based on the analysis of standard time and workload it was 383 workers required to produce 250000 canned pineapple in the production line.

Keywords: *canned pineapple, time study, workload, worker*

Abstrak

Pertimbangan ergonomika merupakan pendekatan penting dalam menentukan jumlah tenaga kerja optimal dalam suatu alur produksi sebuah industri. Dengan melakukan pendekatan ergonomika dapat mengevaluasi kesesuaian antara tenaga kerja dengan kondisi pekerjaan sehingga hasil optimal akan dicapai pada resiko pekerjaan yang minimal dan produktivitas yang maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan elemen kerja dan alur proses, waktu baku, beban kerja dan laju konsumsi energi dalam kegiatan produksi nanas kaleng. Berdasarkan parameter-parameter ergonomika yang telah diperoleh, kebutuhan tenaga kerja dan distribusinya yang optimal pada setiap sekuensial elemen kerja untuk mencapai target produksi perusahaan dapat didesain. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 22 elemen kerja dalam proses produksi nanas kaleng. Waktu baku untuk memproduksi satu buah kaleng nanas 420 gram (ukuran A2) adalah 27.608 detik dengan energi yang dibutuhkan sebesar 0.714 kkal setara dengan energi untuk bekerja. Berdasarkan analisis waktu baku dan beban kerja tersebut menunjukkan bahwa dibutuhkan 383 tenaga kerja untuk menghasilkan 25000 nanas kaleng pada proses produksi nanas kaleng.

Kata kunci: beban kerja, nanas kaleng, studi waktu, beban kerja, tenaga kerja

Diterima: 07 Maret 2015; Disetujui: 13 Mei 2016

Latar Belakang

Respon perusahaan yang cepat dalam menanggapi perubahan teknologi yang terus berkembang, perubahan desain baik peralatan maupun sistem produksi merupakan kunci utama dalam suatu keberhasilan industri. Selain itu

salah satu faktor penting yang belum banyak diterapkan dan dikembangkan adalah mengenai resiko ergonomika dalam suatu pekerjaan. Resiko ergonomika pada tempat kerja menyebabkan banyak permasalahan seperti pada kesehatan pekerja dan kualitas produk. Berdasarkan ILO (2013), setiap tahun ada lebih dari 250 juta kecelakaan di tempat

kerja dan lebih dari 160 juta pekerja menjadi sakit karena bahaya di tempat kerja, terlebih lagi 1.2 juta pekerja meninggal akibat kecelakaan dan sakit di tempat kerja. Hal ini menunjukkan pentingnya untuk menerapkan suatu pendekatan ergonomika dalam suatu sistem kerja produksi untuk menghasilkan produk yang berkualitas namun dengan resiko kerja yang rendah. Salah satu aktivitas kerja yang perlu dilakukan kajian mengenai faktor ergonomika adalah pada sistem proses produksi nanas kaleng.

Proses produksi nanas kaleng merupakan sebuah proses dimana buah nanas segar diolah dan dikemas dalam wadah kaleng menjadi suatu produk berupa nanas kaleng. Proses produksi nanas kaleng memiliki karakteristik proses kerja yang perlu diperhatikan seperti ketepatan, kecepatan serta keselamatan (*safety*) yang hasil akhirnya berupa suatu produk yang optimal dan berkualitas. Di sisi lain, manusia sebagai individu yang melakukan proses kerja juga memiliki karakteristik tersendiri yang harus diperhatikan meliputi karakteristik fisik, fisiologis dan psikologis yang berbeda pada setiap individu dan akan berpengaruh terhadap proses kerja serta memang sebagian besar kegiatan pada proses produksi nanas kaleng masih dilakukan secara manual langsung oleh pekerja. Kajian atau penelitian mengenai kesesuaian antara karakteristik proses produksi (kerja) dengan karakteristik manusia perlu dilakukan agar tercapai produktivitas yang optimal. Selain itu, perusahaan tentu memiliki tuntutan kapasitas produksi yang harus tercapai sehingga kapasitas produksi ini harus disesuaikan dengan kapasitas pekerja. Ergonomika sebagai salah satu bidang ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan pekerjaan serta lingkungan kerja dapat diterapkan pada aktivitas produksi nanas kaleng untuk menyesuaikan karakteristik proses produksi (kerja) dengan karakteristik manusia.

Ergonomika memiliki beberapa cabang ilmu yang dapat menganalisis pengaruh faktor manusia, alat kerja dan lingkungan kerja dalam mencapai keberhasilan suatu pekerjaan, beberapa di antaranya yaitu studi gerak, waktu dan beban kerja. Penelitian ini difokuskan pada pengukuran waktu baku, serta analisis kapasitas dan beban kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan elemen kerja dan alur proses, waktu baku, beban kerja dan laju konsumsi energi serta kebutuhan tenaga kerja dan distribusinya yang optimal dalam kegiatan produksi nanas kaleng.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juni 2014. Pengambilan data dilakukan di salah satu perusahaan nanas kaleng selama 5 minggu dan dilanjutkan dengan pengolahan data yang dilakukan di Laboratorium Ergonomika,

Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.

Peralatan dan Subjek Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *handycam (video recorder)*, *Heart Rate Monitor (HRM)*, *Heart Rate Monitor Interface*, bangku *step-test*, *digital metronome*, seperangkat komputer untuk pengolahan data, serta beberapa alat pendukung seperti meteran, timbangan, stopwatch, dan alat tulis lapangan. Subjek yang digunakan berjumlah 37 pekerja yang terdiri dari 5 pria dan 32 wanita yang mewakili pekerja pada alur kerja produksi nanas kaleng.

Tahapan Penelitian

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk mengobservasi alur kerja proses produksi nanas kaleng dari awal hingga akhir, menentukan subjek yang akan digunakan untuk penelitian, menyesuaikan mekanisme dan metode pengambilan data dengan kondisi di lapang, serta merancang jadwal untuk pengambilan data.

Pengambilan data

Pengambilan data yang dilakukan berupa rekaman video dan waktu untuk setiap elemen kerja pada proses produksi nanas kaleng. Pengambilan beberapa data sekunder juga dilakukan seperti data aliran buah, aliran kaleng, dan target produksi perusahaan.

Pengambilan data selanjutnya adalah data denyut jantung pekerja menggunakan HRM yang berfungsi untuk mengukur denyut jantung pekerja selama aktivitas kerja setiap 5 detik. HRM terdiri dari bagian *rubber belted electrode*, sebagai sensor dan *transmitter* yang dilekatkan pada dada pekerja, dan bagian *digital data receiver and memory*, yang dipasang pada pergelangan tangan pekerja. Pemasangan *rubber belted electrode* dan *digital data receiver and memory* dilakukan sebelum pekerja melakukan aktivitas kerja. Adapun pengambilan data denyut jantung dilakukan pada aktivitas kalibrasi *step-test* dan saat pengukuran kerja.

Kalibrasi *step-test* merupakan suatu metode untuk pengkalibrasian nilai HR, dikarenakan tiap subjek memiliki HR yang berbeda-beda. *Step-test* dilakukan untuk mengetahui hubungan energi yang dikeluarkan dengan perbedaan laju HR dimana subjek diberikan beban bertingkat naik turun bangku setinggi 30 cm dan diukur denyut jantungnya (Kastaman dan Herodian 1998). *Ritme* kecepatan langkah diatur menggunakan *digital metronome* yaitu 15 langkah/menit, 20 langkah/menit dan 25 langkah/menit. Kegiatan *step-test* dilakukan selama 1 jam dimana pada masing-masing frekuensi *step-test* dilakukan selama 5 menit kemudian diselingi istirahat selama 5-10 menit. Setelah melakukan *step-test*, pekerja langsung melakukan aktivitas

pengolahan nanas kaleng pada masing-masing elemen kerja. Lama pengukuran kurang lebih satu jam, dikarenakan dalam satu jam kerja sudah terdapat beberapa kali ulangan.

Pengolahan Data

Video yang berisi aktivitas pekerja dalam melakukan aktivitas proses produksi dianalisis dan dibagi menjadi beberapa elemen kerja berdasarkan pola keseragaman kerja. Selanjutnya adalah dilakukan pendefinisian tugas pada elemen kerja tersebut. Data waktu yang telah diperoleh dari video dicatat dan dilakukan pengolahan data menggunakan *spread-sheet*. Waktu yang didapat berdasarkan analisis dari rekaman video merupakan waktu normal pada setiap elemen pekerjaan. Penentuan waktu *delay* kemudian dilakukan untuk setiap elemen kerja. Dalam konteks pada penelitian ini penentuan waktu baku adalah dengan menjumlahkan nilai waktu normal dengan nilai waktu *delay*. Pada aktivitas produksi nanas kaleng kondisi pabrik telah didesain sedemikian rupa sehingga seragam baik kondisi lantai, pencahayaan maupun kondisi lingkungan. Sehingga untuk aktivitas di pabrik dapat dikatakan tidak ada faktor kesulitan dari lingkungan yang menyebabkan kelambatan produksi. Faktor kesulitan (FK) adalah koefisien perubahan waktu elemen kerja yang terjadi akibat adanya perubahan kondisi (tingkat kesulitan) kerja relatif terhadap kondisi normal. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi elemen kerja. Secara umum, faktor kesulitan dari elemen-elemen

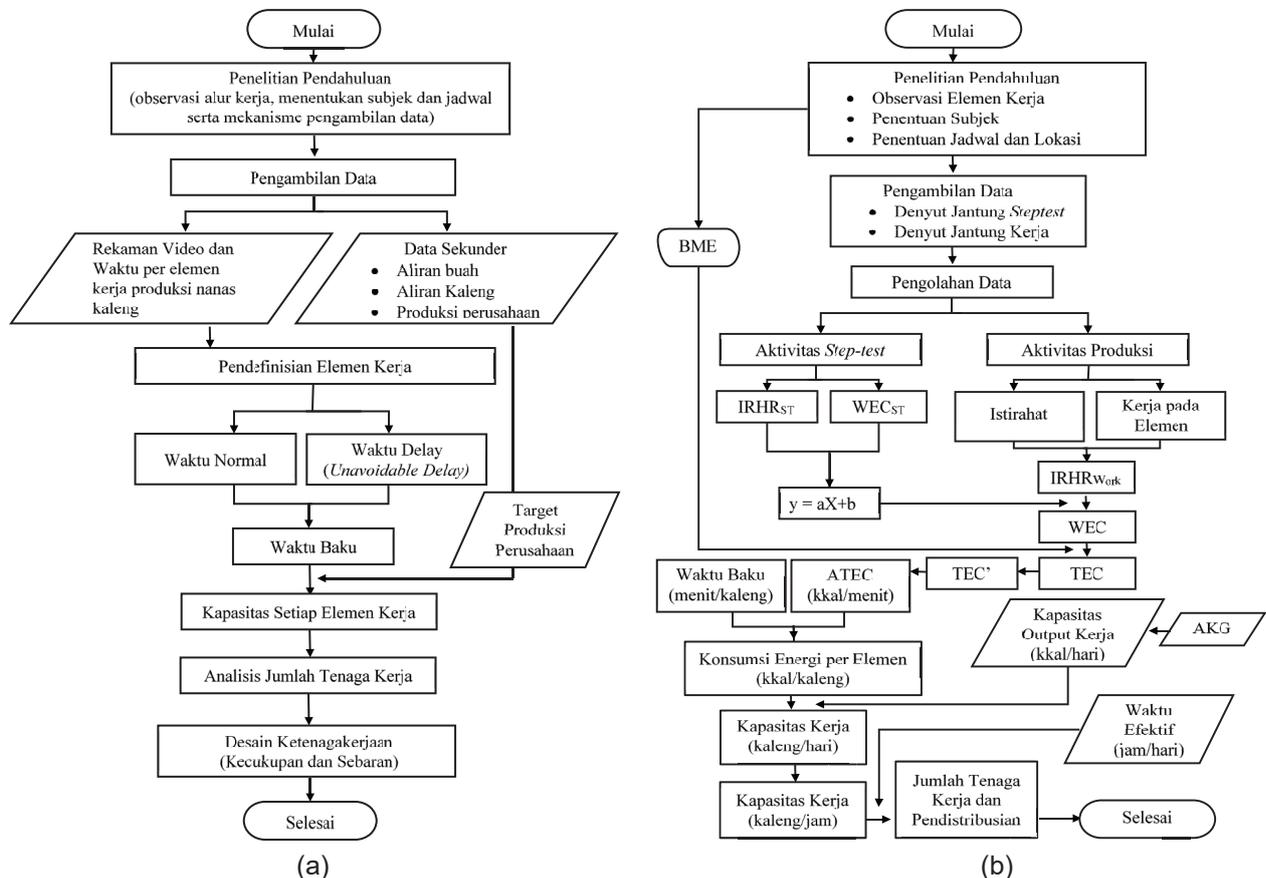
kerja dipengaruhi oleh kondisi lingkungan ataupun struktur bangunan. (Syuaib *et al* 2012). Kelambatan produksi bisa terjadi karena pengaruh *delay* pada sistem (*unavoidable delay*) dan *delay* tersebut merupakan faktor kesulitan pada konteks penelitian ini.

Pengukuran beban kerja diawali dengan mengukur dimensi tubuh pekerja meliputi tinggi badan (cm) dan berat badan (kg). Berdasarkan data dimensi tubuh maka dapat diketahui luas permukaan tubuh dan energi basal (*basal metabolic energy*) masing-masing pekerja. Periode waktu istirahat sebelum dan sesudah pengukuran eksperimental digunakan sebagai dasar untuk pengukuran fisiologis pekerja. Faktor fisiologis dianalisis berdasarkan rasio peningkatan denyut jantung (IRHR); perbandingan relatif denyut jantung antara saat kondisi bekerja dan istirahat (Syuaib *et al* 2002). Perbandingan tersebut dirumuskan pada persamaan 1.

$$IRHR = \frac{HR_{work}}{HR_{rest}} \tag{1}$$

Dalam hal ini HR_{work} adalah denyut jantung saat melakukan pekerjaan (bit per min), HR_{rest} adalah denyut jantung saat istirahat (bit per min).

Nilai IRHR dapat digunakan untuk menentukan tingkat kejerihan beban kerja secara kualitatif, selain itu dengan memasukkan nilai IRHR kedalam persamaan korelasi dengan nilai energi pada saat *step-test* dapat digunakan untuk mengetahui



Gambar 1. Bagan alir (a) metode studi waktu, (b) metode beban kerja.

Tabel 1. Definisi kerja produksi nanas kaleng.

Elemen Kerja	Definisi	Lambang
<i>Feeding Conveyor</i>	Menumpahkan nanas ke konveyor	F _C
<i>Preparation</i>	Pencucian nanas, sortasi dan <i>grading</i>	Pr
<i>Peeling</i>	Mengupas kulit nanas	Pe
<i>Cutting Crush</i>	Membuang bagian nanas yang memar	C _C
Seleksi <i>Chunk</i>	Menyeleksi irisan nanas untuk produk <i>chunk</i>	S _C
Seleksi <i>Tidbit</i>	Menyeleksi irisan nanas untuk produk <i>tidbit</i>	S _{Tb}
Seleksi <i>Choice</i>	Menyeleksi irisan nanas kriteria <i>choice</i>	S _{Ch}
Seleksi <i>Standard</i>	Menyeleksi irisan nanas kriteria <i>standard</i>	S _{St}
<i>Pocking</i>	Membuang mata nanas	Po
Susun Warna	Menyusun irisan nanas berdasarkan keseragaman warna	S _W
<i>Feeding Slice</i>	Mengumpulkan irisan nanas ke kaleng	F _S
Susun Nampan	Menyusun nanas kaleng ke nampan	S _N
<i>Transporting</i>	Memindahkan nanas dari stasiun line ke antrian stasiun <i>seamer</i>	Tr
<i>Transporting Seamer</i>	Memindahkan nanas kaleng dari antrian stasiun <i>seamer</i> ke <i>seamer</i>	TrS
<i>Feeding Seamer</i>	Mengumpulkan nanas kedalam mesin <i>seamer</i>	FeS
Sortir Kaleng	Mensortir kaleng rusak sebelum pemasakan	S ₁
<i>Seaming</i>	Operator mesin <i>seamer</i>	O _S
<i>Cooking</i>	Operator mesin <i>cooker</i>	O _C
Sortasi kaleng	Mensortir kaleng rusak sesudah pemasakan	S ₂
<i>Palleting atas</i>	Menyusun nanas di atas karton	P _A
<i>Palleting bawah</i>	Menyusun karton di atas tumpukan nanas	P _B
<i>Transporting Pallet</i>	Memindahkan nanas ke tempat penyimpanan	T _P

besarnya laju konsumsi energi saat melakukan kerja. Total konsumsi energi merupakan hasil penjumlahan dari energi pada saat bekerja dengan energi basal (*basal metabolic energy*).

Kapasitas kerja dapat dihitung dengan membagi energi yang tersedia untuk melakukan kerja (*human output capacity*) sebesar 20% dari nilai Angka Kecukupan Gizi (AKG) dengan energi yang dibutuhkan untuk memproduksi satu nanas kaleng.

Besarnya kapasitas kerja dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$\text{Kapasitas Kerja per Hari} = \frac{\text{Human Output Capacity}}{\text{Energi per kaleng}} \quad (2)$$

Dalam hal ini kapasitas kerja per hari adalah kemampuan produksi (kaleng/orang.hari), *Human Output Capacity* adalah energi untuk melakukan kerja (kkal/hari).

Kapasitas kerja per orang per jam dapat dihitung dengan membagi kapasitas kerja per orang per hari dengan waktu kerja efektif yang terdapat pada proses produksi nanas kaleng seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3.

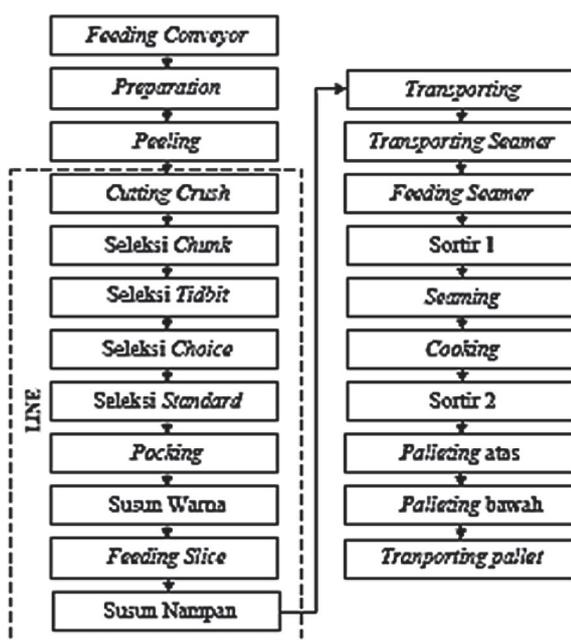
$$\text{Kapasitas Kerja per Jam} = \frac{\text{Kapasitas Kerja per Hari}}{\text{Waktu Kerja Efektif}} \quad (3)$$

Dalam hal ini kapasitas kerja per jam adalah kemampuan produksi (kaleng/orang.jam), waktu kerja efektif adalah 60% dari waktu kerja total. Bagan alir metode studi waktu dan beban kerja disajikan pada Gambar 1.

Hasil dan Pembahasan

Elemen Kerja Produksi Nanas Kaleng

Produksi nanas kaleng dimulai dari penumpahan buah nanas di *bin dumper* sampai penyimpanan. Kriteria nanas yang dapat dijadikan produk nanas kaleng adalah nanas yang memiliki berat per buahnya ≥ 0.5 kg dengan tingkat kematangan antara 25–75%. Produk nanas kaleng yang



Gambar 2. Bagan alir proses produksi nanas kaleng.

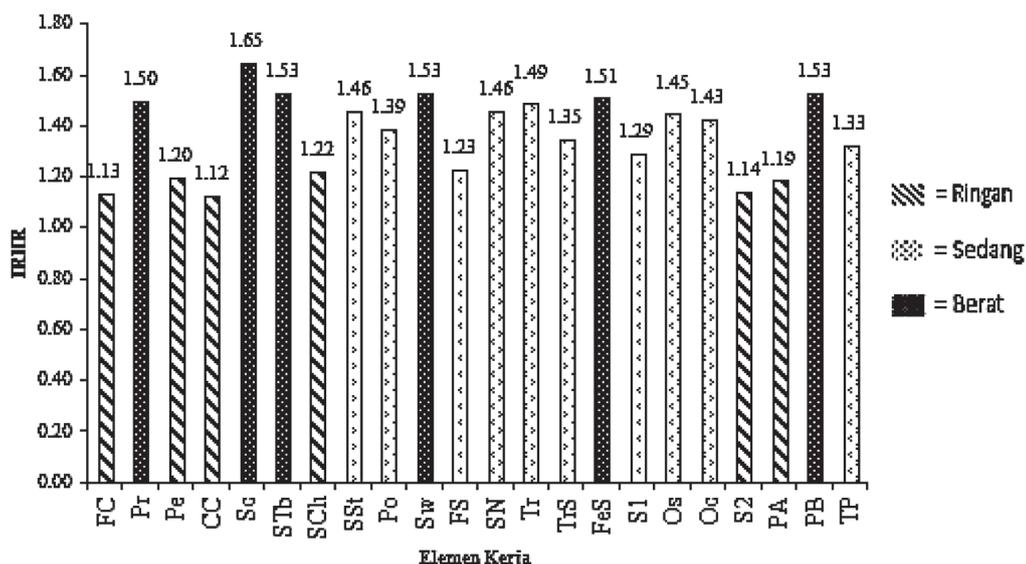
Tabel 2. Waktu baku produksi nanas kaleng.

No	Elemen	Kerja Waktu (detik) ^a		
		Normal	Delay	Baku
1	F _C	0.033	0.059	0.092
2	Pr	0.037	0.003	0.040
3	Pe	0.638	0.514	1.152
4	C _C	0.601	0.544	1.145
5	S _C	0.668	0.490	1.158
6	S _{Tb}	0.685	0.476	1.162
7	S _{Ch}	0.691	0.472	1.163
8	S _{St}	0.665	0.459	1.124
9	Po	4.873	2.816	7.689
10	S _w	0.654	0.502	1.156
11	F _s	1.295	0.472	1.767
12	S _N	1.161	0.743	1.904
13	Tr	0.449	1.314	1.763
14	TrS	0.351	0.558	0.909
15	FeS	0.501	0.102	0.603
16	S ₁	0.556	0.185	0.757
17	O _s	0.602	0.122	0.724
18	O _C	0.556	0.075	0.631
19	S ₂	0.517	0.107	0.624
20	P _A	0.481	0.150	0.631
21	P _B	0.381	0.250	0.631
22	T _p	0.049	0.582	0.631
Total		16.589	11.022	27.608

^aSetara untuk menghasilkan nanas kaleng ukuran A2

diproduksi dibedakan atas beberapa ukuran kaleng. Perhitungan waktu baku dan beban kerja proses produksi nanas kaleng pada penelitian ini difokuskan pada kaleng ukuran A2 (420 gram N.W). Berdasarkan penelitian pendahuluan dapat diketahui bahwa dalam proses produksi nanas kaleng dapat dibagi menjadi 22 elemen kerja dan

telah dilakukan pendefinisian kerja sehingga jelas proses awal dan akhir dari setiap elemen kerja serta perhitungan dalam analisis waktu dapat dilakukan secara konsisten. Alir proses produksi dan definisi kerja produksi nanas kaleng disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 1.



Gambar 3. Nilai IRHR pada masing-masing elemen kerja.

Tabel 3. Kategori tingkat beban kerja berdasarkan IRHR.

Kategori	Nilai IRHR
Ringan	1.00 < IRHR < 1.25
Sedang	1.25 < IRHR < 1.50
Berat	1.50 < IRHR < 1.75
Sangat berat	1.75 < IRHR < 2.00
Luar biasa berat	2.00 < IRHR

Sumber : Syuaib (2003)

Penentuan Waktu Baku

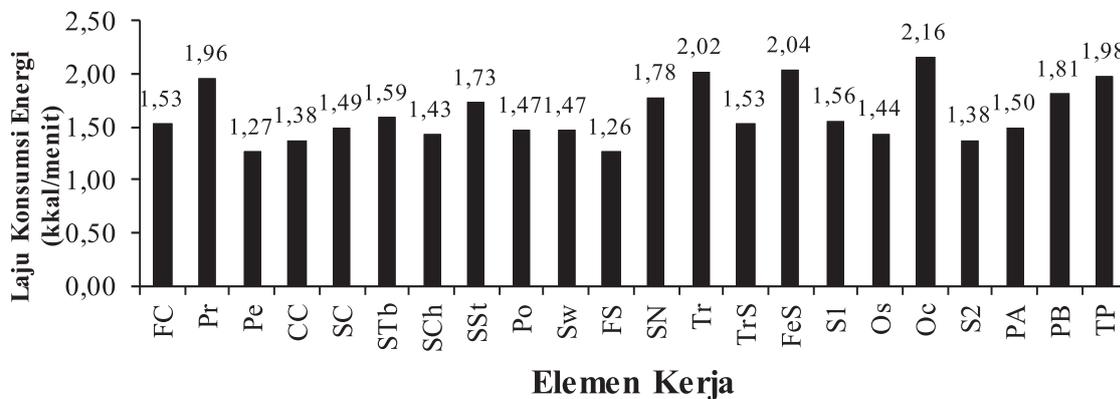
Dalam analisis gerak (*motion study*) terdapat istilah kelambatan yang tak terhindar (*unavoidable delay*) yang merupakan kelambatan oleh hal-hal yang terjadi di luar kemampuan kendali pekerja, hal ini timbul karena ketentuan cara kerja yang mengakibatkan satu tangan menganggur sedangkan tangan lainnya bekerja. Selain itu terdapat istilah kelambatan yang dapat dihindarkan (*avoidable delay*) yang merupakan kelambatan oleh hal yang ditimbulkan sepanjang waktu kerja oleh pekerja sendiri baik disengaja maupun tidak disengaja (Barnes 1980). Nilai waktu baku akan sama dengan waktu normal pekerja dijumlahkan dengan waktu *delay* dari masing-masing elemen kerja. Waktu baku digunakan untuk merencanakan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada bagian atau proses tertentu agar dapat meningkatkan

produktivitas perusahaan. Hal ini diharapkan dapat memberikan keuntungan lebih kepada perusahaan karena pengalokasian sumber daya manusia diletakkan ke tempat atau bagian yang memang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan kerja agar lebih efektif. Peranan penentuan waktu bagi suatu pekerjaan sangat besar di dalam sistem produksi seperti untuk sistem upah perangsang, penjadwalan kerja dan mesin, pengaturan tata letak pabrik, penganggaran dan sebagainya (Sulistiyadi dan Susanti 2003). Waktu baku produksi nanas kaleng dapat dilihat pada Tabel 2.

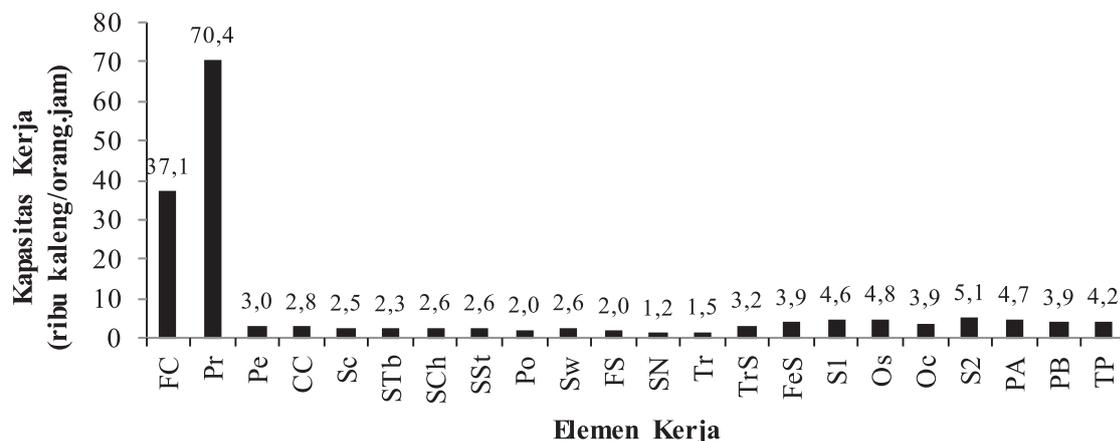
Berdasarkan Tabel 2 terlihat besarnya hasil penentuan waktu normal, *delay* dan baku pada 22 elemen kerja produksi nanas kaleng. Setiap elemen kerja memiliki waktu baku yang berbeda, hal ini menunjukkan besarnya kontribusi waktu dari setiap elemen kerja. Total waktu baku yang setara untuk menghasilkan satu produk nanas kaleng berukuran A2 (420 gram N.W) sebesar 27.608 detik.

Tingkat Kejerihan

Pengukuran tingkat kejerihan dilakukan sama seperti pada saat kegiatan *step-test*. Data HR diambil dengan cara melihat HR yang relatif stabil saat proses kerja berlangsung. Nilai IRHR aktivitas produksi nanas kaleng didapat dengan membandingkan HR pada saat kerja terhadap HR pada saat istirahat dari setiap pekerja. Nilai IRHR merupakan nilai yang menunjukkan tingkat beban



Gambar 4(a). Grafik laju konsumsi energi pada masing-masing elemen kerja.



Gambar 4(b). Grafik kapasitas kerja masing-masing elemen kerja

kerja relatif yang diterima oleh setiap pekerja. Nilai IRHR pada masing-masing elemen kerja ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan nilai IRHR elemen kerja pada proses produksi nanas kaleng memiliki *range* antara 1.13 kkal/menit–1.65 kkal/menit yang dikategorikan pekerjaan ringan sampai berat. Nilai tingkat kejerihan ini dapat digunakan oleh perusahaan untuk menyesuaikan pekerja dengan pekerjaannya. Pekerja industri biasanya paling sering mengalami keluhan seperti kejang otot dan keselo pada beberapa bagian tubuhnya (Kim 2015), sehingga penentuan tingkat kejerihan ini penting dilakukan. Elemen kerja yang dikategorikan pekerjaan paling berat adalah elemen kerja S_C . Elemen kerja S_C memiliki karakteristik kerja mengambil irisan nanas *chunk* yang diiris menggunakan mesin dengan cepat sehingga pekerja pada elemen kerja ini tidak hanya dikenai beban kerja fisik dan fisiologis namun juga dikenai beban beban mental. Beban kerja fisik yang berat sebaiknya dikerjakan oleh pekerja yang memiliki tenaga besar untuk mencegah terjadinya cedera tersebut. Elemen kerja yang dikategorikan pekerjaan paling ringan adalah elemen kerja F_C . Karakteristik pekerjaan pada elemen kerja F_C adalah mengoperasikan mesin konveyor sehingga pekerja hanya dikenai beban kerja mental.

Gambar 3 menunjukkan terdapat 6 elemen kerja yang dikategorikan pekerjaan berat yaitu elemen kerja Pr , S_C , S_{Tb} , S_W , FeS dan P_B , sepuluh elemen kerja yang dikategorikan pekerjaan sedang yaitu S_{St} , Po , F_S , S_N , Tr , TrS , S_1 , Os , Oc , T_P , dan 6 elemen kerja dikategorikan pekerjaan ringan yaitu elemen kerja F_C , Pe , CC , S_{Ch} , S_2 dan P_A dimana pada elemen kerja tersebut dikerjakan dengan bantuan mesin. Penentuan kategori berat, sedang dan ringan ditentukan berdasarkan nilai IRHR yang diperoleh dan nilai tersebut kemudian disesuaikan pada kategori tingkat beban kerja yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Laju Konsumsi Energi

Laju konsumsi energi merupakan besarnya energi yang dikeluarkan oleh pekerja dalam waktu tertentu. Laju konsumsi energi pada masing-masing elemen kerja ditunjukkan pada Gambar 4 (a).

Berdasarkan Gambar 4 (a), laju konsumsi energi pada proses produksi nanas kaleng yaitu memiliki rentang antara 1.25 kkal/menit sampai 2.16 kkal/menit. Laju konsumsi terbesar dimiliki oleh elemen kerja Oc yaitu sebesar 2.16 kkal/menit, sedangkan laju konsumsi energi terkecil dimiliki oleh elemen kerja Pe dan F_S yaitu sebesar 1.25 kkal/menit. Karakteristik pekerjaan pada elemen kerja Oc adalah mengoperasikan mesin pemasakan yang membutuhkan konsentrasi untuk mengatur parameter-parameter suhu dan produk yang akan masuk ke stasiun pemasakan. Selain itu, pekerja juga harus berpindah-pindah, dikarenakan posisi mesin yang berjauhan, oleh sebab itu laju

Tabel 4. Energi per kaleng masing-masing elemen kerja.

Elemen Kerja	Waktu Baku (detik/kaleng)	Energi per Kaleng (kkal/kaleng)
F_C	0.092	0.002
Pr	0.040	0.001
Pe	1.152	0.024
CC	1.145	0.026
S_C	1.158	0.029
S_{Tb}	1.162	0.030
S_{Ch}	1.163	0.027
S_{St}	1.124	0.028
Po	7.689	0.186
S_W	1.156	0.028
F_S	1.767	0.036
S_N	1.904	0.060
Tr	1.763	0.059
TrS	0.909	0.023
FeS	0.603	0.019
S_1	0.757	0.019
Os	0.727	0.018
Oc	0.631	0.022
S	0.624	0.014
P_A	0.631	0.015
P_B	0.631	0.018
T_P	0.631	0.020
Total	27.489	0.714

konsumsi energi pada elemen kerja ini relatif besar karena pekerja pada elemen kerja ini tidak hanya dikenai beban kerja fisik namun juga beban kerja mental. Sementara itu, pada elemen kerja Pe dan F_S karakteristik pekerjaannya yaitu mengumpalkan buah nanas ke mesin *peeling* satu persatu namun pekerja tidak perlu memperhitungkan posisi mesin pemotong sehingga pekerja pada elemen kerja tersebut hanya dikenai beban kerja fisik.

Setelah didapatkan nilai laju konsumsi energi pada masing-masing elemen kerja, maka dapat dihitung konsumsi energi untuk menghasilkan satu nanas kaleng. Total konsumsi energi untuk memproduksi satu nanas kaleng dari seluruh elemen sebesar 0.714 kkal. Energi yang dibutuhkan untuk memproduksi satu nanas kaleng pada masing-masing elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.

Kapasitas Kerja

Kapasitas merupakan jumlah nanas kaleng yang dapat diproduksi oleh pekerja pada setiap elemen kerja selama waktu kerja. Kapasitas kerja dapat dihitung dengan mengetahui konsumsi energi pada berbagai jenis pekerjaan, jenis makanan dan minuman yang harus disediakan untuk keperluan pengadaan energi. Jumlah energi yang dianjurkan agar semua orang dapat hidup sehat dan beraktivitas dengan baik mengikuti data yang ditetapkan oleh

Tabel 5. Tenaga Kerja Berdasarkan Analisis Waktu Baku dan Beban Kerja.

Elemen kerja	Alokasi Tenaga Kerja (orang)		
	Analisis Beban Kerja	Analisis Waktu Baku	Analisis Beban Kerja dan Waktu Baku
Fc	2	2	2
Pr	1	1	1
Pe	14	14	14
C _C	15	14	15
S _C	17	14	17
S _{Tb}	18	14	18
S _{Ch}	16	14	16
S _{St}	17	14	17
Po	21	90	90
S _w	16	14	17
FS	22	21	22
SN	34	23	34
Tr	28	21	28
TrS	13	11	13
FeS	11	7	11
S ₁	10	9	10
O _s	9	9	9
O _C	11	8	11
S ₂	9	8	9
P _A	9	8	9
P _B	11	8	11
T _P	10	8	10
Total	313	332	383

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 tahun 2013 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan bagi Bangsa Indonesia. Kebutuhan energi untuk kegiatan sehari-hari seperti berdiri, duduk, dan berjalan adalah sebesar 20% (Kroemer dan Grandjean 1997). Kapasitas kerja didapatkan dengan menggunakan besarnya energi yang dibutuhkan untuk memproduksi satu nanas kaleng dan *human output capacity*. Nilai kapasitas kerja ini akan digunakan untuk menentukan distribusi pekerja setiap elemen kerja. Kapasitas kerja pada proses produksi nanas kaleng ditujukan pada Gambar 4 (b)

Berdasarkan Gambar 4 (b), setiap elemen kerja memiliki kapasitas yang berbeda, serta terlihat bahwa secara umum elemen kerja yang karakteristik pekerjaannya dilakukan dengan bantuan mesin memiliki kapasitas yang lebih besar daripada pekerjaan yang dilakukan secara manual.

Perbandingan Tenaga Kerja Berdasarkan Analisis Waktu Baku dan Beban Kerja

Berdasarkan analisis studi waktu yaitu menggunakan waktu baku didapatkan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi 250000 nanas kaleng yaitu berjumlah 332 orang, sedangkan berdasarkan analisis beban kerja

dibutuhkan 313 orang. Perbandingan jumlah tenaga kerja berdasarkan waktu baku dengan jumlah tenaga kerja berdasarkan beban kerja dapat dilihat pada Tabel 5.

Setiap elemen kerja memiliki karakteristik pekerjaan yang berbeda-beda tergantung tuntutan yang terdapat pada elemen kerja tersebut, oleh karena itu untuk pendistribusian tenaga kerja yang optimal maka dilakukan analisis terhadap masing-masing elemen kerja sesuai dengan karakteristik-karakteristik tersebut. Berdasarkan Tabel 5, kebutuhan tenaga kerja pada elemen kerja F_C, Pr, Pe, dan O_s baik berdasarkan analisis beban kerja maupun analisis waktu baku berjumlah sama. Hal ini menunjukkan bahwa antara karakteristik kerja dan manusia memiliki tuntutan yang sama pentingnya. Pada elemen kerja C_C, S_C, S_{St}, S_{Tb}, S_{Ch}, S_w, FS, SN, Tr, TrS, FeS, S₁, O_C, S₂, P_A, P_B, dan T_P, jumlah tenaga kerja berdasarkan analisis beban kerja lebih banyak dibandingkan analisis waktu baku. Hal ini menunjukkan bahwa sisi tenaga kerja lebih dibutuhkan sehingga untuk memproduksi 250,000 nanas kaleng faktor tenaga menjadi faktor pembatas pada elemen kerja tersebut. Sebaliknya pada elemen kerja Po, kebutuhan tenaga kerja berdasarkan waktu baku lebih banyak dibandingkan beban kerja.

Elemen kerja Po memiliki karakteristik pekerjaan yang membutuhkan ketelitian dan kontrol yang berkaitan dengan kualitas produk yang dihasilkan. Faktor ketelitian tersebut berpengaruh terhadap waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu nanas kaleng. Waktu kerja yang diperlukan lebih lama namun beban yang diterima pekerja relatif kecil sehingga laju konsumsi energi pekerja juga kecil, oleh karena itu untuk memproduksi 250,000 nanas kaleng karakteristik waktu menjadi faktor pembatas. Analisis untuk mengetahui karakteristik pekerjaan ini merupakan hal sederhana namun memiliki manfaat yang sangat besar. Kim (2015) juga menyatakan bahwa resiko kerja harus dikontrol pada bagian yang paling dasar untuk mencegah menyebarnya resiko cidera pada pekerja. Berdasarkan analisis yang sama untuk setiap elemen kerja didapatkan distribusi tenaga kerja optimal sebanyak 383 orang, sedangkan jumlah tenaga yang ada di perusahaan saat ini berjumlah 384 orang sehingga kondisi pada saat ini dapat dikatakan baik.

Simpulan

1. Elemen kerja yang terdapat pada proses produksi nanas kaleng berjumlah 22 elemen kerja dengan alur kerja dimulai dari *Feeding Conveyor* (Fc) lalu menuju *Preparation* (Pr) untuk kemudian masuk ke elemen kerja *Peeling* (Pe), setelah itu buah akan masuk ke bagian line di mana terdapat beberapa alur kerja yaitu *Cutting Crush*, *Seleksi Crush*, *Seleksi Tidbit* (S_{Tb}), *Seleksi Choice* (S_{Ch}), *Seleksi Standard* (S_{St}), *Pocking* (Po), *Susun Warna* (Sw), *Feeding Slice* (Fs), *Susun Nampan* (S_N), *Transporting* (Tr), hingga *Transporting Seamer* (TrS), dari bagian ini produk sudah dalam bentuk kaleng yang tersusun rapih untuk dibawa dan diproses pada elemen kerja *Feeding Seamer* (FeS), *Sortir 1* (S_1), *Seaming* (Os), *Cooking* (Oc), *Sortir 2* (S_2), *Palleting Atas* (P_A), *Palleting Bawah* (P_B), dan terakhir pada elemen kerja *Transporting Pallet* (Tp).
2. Total waktu baku yang setara untuk memproduksi satu nanas kaleng ukuran A2 (420 gram N.W) adalah 27.608 detik.
3. Tingkat kejerihan berdasarkan beban kerja kualitatif pada proses produksi nanas kaleng ukuran A2 berselang antara 1.13 – 1.65 kkal/menit dikategorikan sebagai pekerjaan ringan sampai berat.
4. Laju konsumsi energi berdasarkan beban kerja kuantitatif berada pada rentang 1.25 kkal/menit sampai 2.16 kkal/menit. Total energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu nanas kaleng ukuran A2 adalah sebesar 0.714 kkal.
5. Kebutuhan tenaga kerja untuk memenuhi target produksi sebesar 250,000 kaleng/hari berdasarkan waktu baku adalah 332 orang,

berdasarkan analisis beban kerja sebanyak 313 orang. Selanjutnya berdasarkan analisis gabungan antara waktu baku dan beban kerja dibutuhkan 383 orang. Dengan ketersediaan pekerja saat ini yang berjumlah 384 desain dan distribusi tenaga kerja dapat dikatakan baik.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Agustian Muarif, Muhammad Rizki, dan Rifan Bachtiar atas bantuan dalam melakukan survei dan mengumpulkan data dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Barnes RM. 1980. *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*. [handbook, 7th ed.]. John Wiley & Sons. New York & Toronto.
- [ILO] International Labour Organization. 2013. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Sarana untuk Produktivitas)*. Jakarta (ID): International Labour Office - Jakarta
- Kastaman R, Herodian S. 1998. Studi kalibrasi data pengukuran beban kerja menggunakan metode step test dan ergometer. *Buletin Keteknikan Pertanian* 12(1): 35-45
- Kim IJ. 2015. Safety and Health Practices in the Food Industry and Ergonomic Interventions. *Journal of Ergonomics* 6:1
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. 2013. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 75 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Bagi Bangsa Indonesia*. Jakarta (ID): Kemenkes
- Kroemer KHE, Grandjean E. 1997. *Fitting the Task to The Human*, (5th ed). London: Taylor and Francis
- Sulistiyadi K, Susanti SL. 2003. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi*. Fakultas Teknik. Jakarta (ID): Universitas Sahid.
- Syuaib MF, Shoji M., Hiroshi S. 2002. Ergonomic study on the process of mastering tractor operation. *Journal of JSAM* 64(4):61-67.
- Syuaib MF. 2003. *Ergonomic study on the process of mastering tractor operation [Disertasi]*. Tokyo (JP): Tokyo University of Agricultural and Technology
- Syuaib MF, Herodian S, Hidayat DA, Fil'aini R, Sari TN, Putranti KA. 2012. *Laporan Hasil Kajian Ergonomika untuk Penyempurnaan Sistem dan Produktivitas Kerja Panen-muat Sawit di kebun PT Astra Agro Lestari*. FATETA. IPB

Halaman ini sengaja dikosongkan