

Perbaikan Penanganan Pemindahan Proses *Packaging* Paku

Louis Chandra¹

Abstract: The research was done at a manufacturing company that processes wire nails. The problem always happens on the operator of installation belt parts and there is many plastic tie unused. One of them usually unable to work, because they have to wait for the process of input a nails into cardboard and removal cardboard boxes. The company wants a better system improvement with an ergonomic approach. The design work plan for this company can be done with an ergonomic approach analyzed through anthropometric data, standard time, and standardization work. The results obtained by design work tool, with two table proposals. For small packaging nails that can reduce the workload through the reduction of effort expended by 9561.6 Joule. The recommendation for the large packaging nails, obtained a scissor lift and one a table that could also reduce the workload through the reduction of effort expended by 457.39 joules.

Keywords: Ergonomics, Packaging Process.

Pendahuluan

Proses *packaging* paku dimulai dari paku yang berada pada jorongan dimasukkan kedalam kardus dan ditimbang, kemudian paku yang telah terisi dilakban dan diletakkan diatas pallet. Beban kerja operator pada proses memasukkan paku dan melakban sangat besar, dikarenakan operator bekerja pada posisi jongkok atau duduk. Pallet yang telah terisi penuh dikirim oleh bantuan *forklift* untuk dipindahkan kelokasi selanjutnya, yaitu untuk diikat dengan tali *strapping*. Kardus yang telah terikat dibungkus dengan plastik pvc dan siap untuk diletakkan diatas pallet yang baru. Pada proses mengikat dan membungkus kardus dikerjakan oleh 4 operator, beban kerjanya lebih ringan dikarenakan operator bekerja dengan posisi berdiri dengan bantuan meja dan banyak menganggur. Perusahaan ingin melakukan perbaikan pada proses *packaging* dengan mengatur kembali komposisi pekerja, yang kurang merata, serta fasilitas kerja dan cara kerja yang kurang ergonomis, sehingga beban kerja atau usaha yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dapat diturunkan.

Metode Penelitian

Pengukuran Waktu Kerja

Waktu kerja adalah usaha untuk menentukan lama kerja yang dibutuhkan seorang operator yang

terlatih dalam menyelesaikan suatu pekerjaan pada tingkat kecepatan kerja yang normal dan dalam lingkungan kerja yang terbaik. Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian pekerjaan dengan keadaan yang normal dan terbaik (Wignjosobroto, 1995 [1]). Terdapat dua jenis pengukuran waktu kerja yaitu pengukuran waktu secara langsung dan pengukuran waktu secara tidak langsung. Pengukuran waktu kerja secara langsung dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengukuran jam henti (*stopwatch time study*) dan sampling kerja (*work sampling*). Pengukuran waktu secara tidak langsung dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pengambilan data waktu baku (*standard data*) dan data waktu gerakan (*predetermined time system*) (Wignjosobroto, 1995).

Pengukuran Waktu dengan Menggunakan Jam Henti

Pengumpulan data waktu kerja yang diperoleh dari aktivitas kerja yang diamati sudah dianggap cukup maka selanjutnya adalah pengujian data waktu kerja. Beberapa proses pengujian data dapat menggunakan pengujian kecukupan data, uji kenormalan, dan uji keseragaman.

Uji Kenormalan

Suatu kumpulan data hasil pengukuran layak untuk diolah jika data-data tersebut berdistribusi normal. Uji keonormalan dilakukan untuk membuktikan apakah data-data yang telah

¹ Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: louis280793@yahoo.com

diperoleh memiliki pola distribusi yang sesuai dengan distribusi normal atau tidak.

H₀: Data berdistribusi normal

H₁: Data tidak berdistribusi normal

Uji Keseragaman Data

Tujuan dari uji keseragaman data ialah untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama dan untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda. Rumusan pengujian keseragaman data (Wignjosoebroto, 1995) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= X + k\sigma \\ \text{BKB} &= X - k\sigma \\ \sigma &= \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}} \end{aligned} \quad (1)$$

Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan perhitungan sesuai dengan rumus *adequacy test*. Perhitungan kecukupan data dengan melihat berapa banyak pengambilan data waktu. Pengambilan data waktu dengan n<30 dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):

$$n' = \left(\frac{stx/\bar{x}}{k\bar{x}} \right)^2 \quad (2)$$

Pengujian kecukupan data jika pengambilan data waktu lebih dari 30 data, maka dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):

$$n' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (3)$$

Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan seorang pekerja terlatih yang memiliki kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu satuan pekerjaan secara wajar dalam suatu rancangan sistem kerja terbaik.

Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produksi mulai dari bahan baku mulai diproses ditempat. Waktu siklus didapatkan dari

perhitungan sebagai berikut (Sutalaksana dkk.,1979 [2])

$$Ws = \bar{x} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (4)$$

Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dengan kemampuan rata-rata. Waktu normal didapatkan dari perhitungan sebagai berikut (Sutalaksana,dkk,1979)

$$Wn = Ws \times p \quad (5)$$

Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik. Waktu baku didapatkan dari hasil penghitungan sebagai berikut (Sutalaksana,dkk,1979)

$$Wb = Wn \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}} \quad (6)$$

Ergonomi

Kata ergonomi (Nurmianto, 1996 [3]) berasal dari kata Yunani yaitu kata *ergon* (bekerja) dan *nomos* (aturan alam) dan secara keseluruhan dapat diartikan sebagai studi yang mempelajari aspek-aspek anatomi (struktur tubuh), fisiologi (kerja alat-alat tubuh sebagai mana mestinya), psikologis (kejiwaan) dan manusia dalam lingkungan pekerjaan dengan memperhatikan optimasi, efisiensi, keselamatan, kesehatan, serta kenyamanan kerja manusia di tempat kerja.

Anthropometri

Menurut Stephen Pheasant dalam Nurmianto (1996), anthropometri adalah suatu bidang studi yang mempelajari tentang pengukuran terhadap tubuh manusia yang berhubungan dengan ukuran tubuh, bentuk, kekuatan, dan kapasitasnya dalam bekerja. Bidang studi ini merupakan cabang yang sangat penting dari studi tentang ergonomi. Pengukuran pada umumnya dilakukan ada dua posisi standar, yaitu posisi berdiri standard an posisi duduk standar.

Hasil dan Pembahasan

Penghitungan Waktu Baku

Dalam melakukan penghitungan waktu baku maka perlu diketahui nilai *performance rating* dan *allowance* terlebih dahulu. Dalam mendapatkan waktu baku pada proses mengambil kardus kecil maka perlu diketahui nilai dari *performa* dari pekerja proses mengambil kardus kecil. Perhitungan besarnya *performance rating* ditentukan dengan menggunakan metode *Westing House*. Perhitungan *performance rating* pada bagian proses mengambil kardus kecil sebagai berikut:

- *Skill* : *Good*(C1) = +0,06
- *Effort* : *Good*(C1) = +0,05
- *Condition* : *Excellent*(B) = +0,04
- *Consistency* : *Excellent*(B) = +0,04
- Total = +0,19
- Performance Rating* = 1+(+0,19) = +1,1

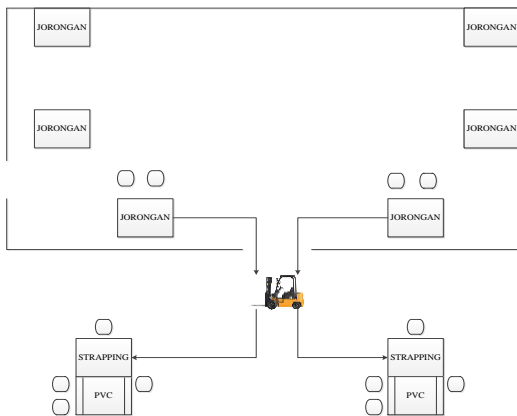
- Waktu Siklus = $\frac{\sum Xi}{n} = \frac{21.79}{41} = 3,1888$ detik

- Waktu Normal
 $W_n = W_s \times P$
 $W_n = 3,1888 \times 1.19 = 3,7946$ detik

- Waktu Baku
 $W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Allowance}$
 $W_b = 3,7946 \times \frac{100\%}{100\% - 1,19} = 3,833$ detik

Keadaan Aktual

Keadaan aktual dari pabrik saat ini dipisah menjadi dua tempat yang berbeda, dimana proses awal untuk pengisian paku kecil dan paku besar kedalam kardus ditempatkan pada satu lokasi yang sama. Kardus yang telah terisi paku dikumpulkan diatas pallet yang kemudian diambil oleh *forklift* untuk diangkut ke lokasi selanjutnya yaitu pemasangan tali *strapping* dan membungkus *plastic PVC*. Kedua lokasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Denah Dari Proses *Packaging* Paku

Kelemahan dari proses *packaging* paku besar dan paku kecil ini dilihat berdasarkan tiga aspek. Aspek pertama komposisi pekerja, pekerja (operator) yang

digunakan dalam proses *packaging* ini sebanyak enam orang dimana pada lokasi pertama sebelum diangkut oleh *forklift* dikerjakan oleh dua orang operator sedangkan lokasi kedua setelah diangkut oleh *forklift* dikerjakan oleh empat orang operator. Komposisi pekerja yang tidak merata ini menyebabkan beberapa operator menganggur. Aspek yang kedua adalah fasilitas kerja, dalam proses *packaging* ini fasilitas kerja untuk dua operator pada lokasi pertama masih kurang baik dimana dalam pekerjaannya kedua operator ini bekerja dibawah dan menyebabkan beban kerja yang sangat besar bagi kedua operator tersebut. Fasilitas kerja untuk empat operator selanjutnya sudah cukup baik dimana operator bekerja dengan posisi berdiri dan bekerja diatas meja, hal ini membuat beban kerja operator menjadi ringan. Aspek yang ketiga adalah cara kerja, dalam proses *packaging* ini cara kerja untuk dua operator pada lokasi pertama masih sangat manual seperti meletakkan kardus yang beratnya 30kg diatas pallet dengan ketinggian yang cukup tinggi, hal ini menyebabkan operator cepat lelah.

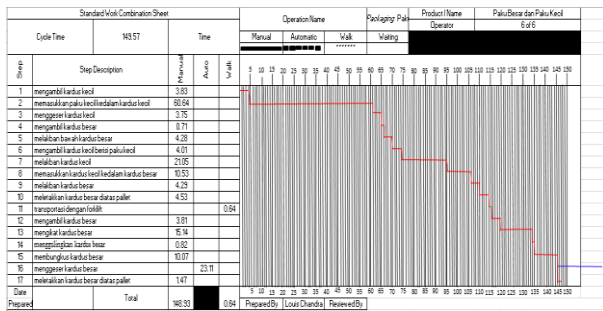
Standardized Work

Standardized work sama pengertiannya dengan *cycle time* yaitu waktu yang digunakan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan dengan sekuens standar kerja yang telah ditentukan. Data waktu didapatkan dengan melakukan pengecekan langsung dengan observasi waktu kerja pada produksi aktual. *Standardized work* dibuat dengan menggambarkan data yang diperoleh tersebut seperti gambar 2 untuk *packaging* paku kecil dan 3 untuk *packaging* paku besar.

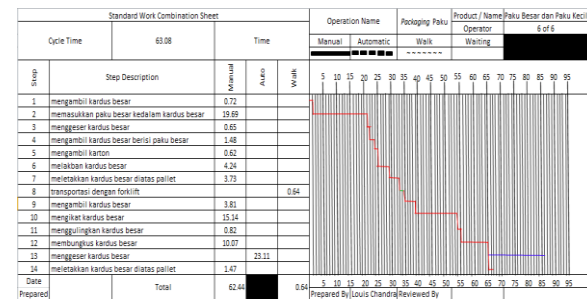
Packaging paku kecil terdiri dari beberapa elemen kerja yaitu dimulai dengan operator pertama mengambil kardus kecil yang kemudian memasukkan paku kecil kedalam kardus kecil, setelah kardus kecil terisi paku kecil kardus tersebut digeser. Operator kedua mengambil kardus besar dan melakban bawah kadus besar, kemudian mengambil kardus kecil berisi paku kecil dan memasukkan kedalam kardus besar, melakban kardus besar dan meletakkan kardus besar diatas pallet. Pallet yang sudah penuh siap diangkut oleh *forklift* dan dipindahkan ke lokasi selanjutnya. Operator ketiga mengambil kardus besar diatas pallet lalu mengikat kardus tersebut dengan tali *strapping* dan menggulingkan ke operator selanjutnya. Operator keempat dan kelima bekerja sama membungkus kardus besar yang telah terikat tali *strapping* dengan plastik *pvc*. Kardus yang selesai dibungkus digeser menggunakan *conveyor*

dan kemudian operator keenam mengambil dan meletakkan diatas pallet yang berbeda.

Packaging paku besar juga terdiri dari beberapa elemen kerja yaitu dimulai dengan operator pertama mengambil kardus besar yang kemudian memasukkan paku besar kedalam kardus besar, setelah kardus besar terisi paku besar kardus tersebut digeser. Operator kedua mengambil kardus besar berisi paku besar dan mengambil karton untuk menutup bagian atas kardus besar kemudian melakban kardus besar dan meletakkan kardus besar diatas pallet. Pallet yang sudah penuh siap diangkut oleh *forklift* dan dipindahkan ke lokasi selanjutnya. Operator ketiga mengambil kardus besar diatas pallet lalu mengikat kardus tersebut dengan tali *strapping* dan menggulingkan ke operator selanjutnya. Operator keempat dan kelima bekerja sama membungkus kardus besar yang telah terikat tali *strapping* dengan plastik *pvc*. Kardus yang selesai dibungkus digeser menggunakan *conveyor* dan kemudia operator keenam mengambil dan meletakkan diatas pallet yang berbeda.



Gambar 2. Standardized Work Packaging Paku Kecil



Gambar 3. Standardized Work Packaging Paku Besar

Perhitungan Usaha packaging paku kecil

Usaha W1 yang diperlukan operator untuk memindahkan kardus paku kecil dari atas timbangan tiap satu kardus kecil

$W1 = m \times g \times h$

$W1 = 5 \times 10 \times 0,14$

$W1 = 7 \text{ Joule (1 kardus kecil)}$

Jadi, diperlukan usaha sebesar 7 joule

Usaha total yang diperlukan operator untuk mengisi 288 kardus kecil atau sebanyak 1 pallet yaitu W1 total kecil = 7 x 288

$W1 \text{ total kecil} = 2016 \text{ Joule (1 pallet)}$

Jadi diperlukan usaha sebesar 2016 Joule.

Usaha total yang diperlukan operator untuk menaikkan kardus besar diatas pallet sebesar

$W2 = 30 \times 10 \times 0,15 = 45 \text{ Joule}$

$W3 = 30 \times 10 \times 0,3 = 90 \text{ Joule}$

$W4 = 30 \times 10 \times 0,45 = 135 \text{ Joule}$

$W5 = 30 \times 10 \times 0,6 = 180 \text{ Joule}$

$W6 = 30 \times 10 \times 0,75 = 225 \text{ Joule}$

$W7 = 30 \times 10 \times 0,9 = 270 \text{ Joule}$

$W \text{ total besar} = 945 \text{ Joule} \times 8 \text{ tumpuk}$

$\text{kardus besar} = 7560 \text{ Joule}$

Jadi, usaha total yang diperlukan operator untuk menaikkan kardus besar diatas pallet sebesar 7560 Joule (1 pallet = 48 kardus besar)

$W \text{ keseluruhan} = W \text{ total kecil} + W \text{ total besar}$

$= 2016 + 7560$

$= 9576 \text{ Joule}$

Jadi usaha keseluruhan yang dikeluarkan oleh operator untuk melakukan *packaging* paku kecil sebanyak 1 pallet yaitu sebesar 9576 Joule.

Perhitungan Usaha packaging paku besar

Usaha yang diperlukan operator untuk memindahkan kardus paku besar dari atas timbangan tiap satu kardus besar sebesar

$W1 = m \times g \times h$

$W1 = 30 \times 10 \times 0,14$

$W1 = 42 \text{ Joule (1 kardus besar)}$

Jadi, usaha yang diperlukan operator untuk memindahkan kardus paku besar dari atas timbangan tiap satu kardus besar sebesar 42 joule

Usaha total yang diperlukan operator untuk mengisi 1 pallet yaitu sebesar

$W \text{ total} = 42 \times 48$

$W \text{ total} = 2016 \text{ Joule (1 pallet)}$

Jadi, usaha total yang diperlukan operator untuk mengisi 1 pallet yaitu sebesar 2016 Joule

Usaha total yang diperlukan operator untuk menaikkan kardus besar diatas pallet sebesar

$W2 = 30 \times 10 \times 0,15 = 45 \text{ Joule}$

$W3 = 30 \times 10 \times 0,3 = 90 \text{ Joule}$

$W4 = 30 \times 10 \times 0,45 = 135 \text{ Joule}$

$W5 = 30 \times 10 \times 0,6 = 180 \text{ Joule}$

$W6 = 30 \times 10 \times 0,75 = 225 \text{ Joule}$

$W7 = 30 \times 10 \times 0,9 = 270 \text{ Joule}$

$W \text{ total} = 945 \text{ Joule} \times 8 \text{ tumpuk}$

$\text{kardus besar} = 7560 \text{ Joule}$

Jadi, usaha total yang diperlukan operator untuk menaikkan kardus besar diatas pallet sebesar 7560 Joule (1 pallet = 48 kardus besar)

$$\begin{aligned}
 W \text{ keseluruhan} &= W \text{ total} + W \text{ total} \\
 &= 2016 + 7560 \\
 &= 9576 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Jadi usaha keseluruhan yang dikeluarkan oleh operator untuk melakukan *packaging* paku besar sebanyak 1 pallet yaitu sebesar 9576 Joule.

Usulan Perbaikan Packaging Paku Kecil

Usulan perbaikan untuk proses *packaging* paku kecil dilakukan dengan merubah fasilitas kerja yaitu menambah meja usulan dan juga menghilangkan kinerja dari *forklift*, merubah cara kerja operator sehingga jumlah operator dapat berkurang. Perbandingan cara kerja usulan dengan aktual dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Tabel Cara Kerja Usulan (detik)

Operator	Usulan
1 dan 2	mengambil kardus kecil
	memasukkan paku kecil kedalam kardus kecil
	mengangkat kardus kecil berisi paku kecil
3	mengambil kardus besar
	melakban bawah kardus besar
4	mengambil kardus kecil berisi paku kecil
	melakban kardus kecil
3	memasukkan kardus kecil kedalam kardus besar
	melakban kardus besar
	menggeser kardus besar
3	mengikat kardus besar
	menggulingkan kardus besar
5	membungkus kardus besar
	menggeser kardus besar
	meletakkan kardus besar diatas pallet

Tabel 2. Tabel Cara Kerja Aktual (detik)

Aktual	Operator	Waktu
mengambil kardus kecil	1	3.83
memasukkan paku kecil kedalam kardus kecil		60.64
menggeser kardus kecil		3.75
mengambil kardus besar	2	0.71
melakban bawah kardus besar		4.28
mengambil kardus kecil berisi paku kecil		4.01
melakban kardus kecil		21.05
memasukkan kardus kecil kedalam kardus besar		10.53
melakban kardus besar		4.29
meletakkan kardus besar diatas pallet		4.53
transportasi dengan forklift		0.64
mengambil kardus besar	3	3.81
mengikat kardus besar		15.14
menggulingkan kardus besar	4 dan 5	0.82
membungkus kardus besar		10.07
menggeser kardus besar		23.11
meletakkan kardus besar diatas pallet	6	1.47

Perbedaan cara kerja aktual dengan usulan yaitu, pada operator pertama kondisi aktual setelah memasukkan paku kedalam kardus kecil digeser

untuk diambil oleh operator selanjutnya, sedangkan pada cara kerja usulan operator pertama tidak lagi menggeser kardus kecil tersebut melainkan menaikkan diatas meja usulan. Perbedaan lainnya pada keadaa aktual operator kedua meletakkan kardus besar diatas pallet untuk dikirim oleh *forklift*, sedangkan pada cara kerja usulan operator tersebut tidak perlu menaikkan kardus besar diatas pallet lagi melainkan tinggal menggeser kardus tersebut dari atas meja. Usulan perbaikan pada *packaging* paku kecil juga berupa dua meja usulan yang akan membantu jalannya proses *packaging* paku kecil.

Perhitungan Usaha Usulan Packaging Paku Kecil

Usaha yang diperlukan operator untuk memindahkan paku kecil dari atas timbangan tiap satu kardus besar sebesar

$$\begin{aligned}
 W_1 &= m \times g \times h \\
 W_1 &= 5 \times 10 \times (0,78-0,14) \\
 W_1 &= 32 \text{ Joule (1 kardus kecil)}
 \end{aligned}$$

Jadi, usaha yang diperlukan operator untuk memindahkan paku kecil dari atas timbangan tiap satu kardus besar sebesar 32 joule

Usaha total yang diperlukan operator untuk mengisi 288 kardus kecil atau sebanyak 1 pallet yaitu sebesar

$$\begin{aligned}
 W \text{ total kecil} &= 32 \times 288 \\
 W \text{ total kecil} &= 9216 \text{ Joule (1 pallet)}
 \end{aligned}$$

Jadi, usaha total yang diperlukan operator untuk mengisi 288 kardus kecil atau sebanyak 1 pallet yaitu sebesar 9216 Joule

Usaha untuk mengeser kardus besar berisi kardus kecil sejauh 1,2 meter adalah

$$\begin{aligned}
 W_{\text{gesek}} &= \text{koefisien gesek} \times \text{massa} \times \text{panjang perpindahan} \\
 W_{\text{gesek}} &= 0,2 \times 1440 \times 1,2 \\
 W_{\text{gesek}} &= 345,6 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Jadi, usaha untuk mengeser kardus besar berisi kardus kecil sejauh 1,2 meter adalah 345,6 Joule

$$W_{\text{keseluruhan}} = W \text{ total kecil} + W \text{ gesek}$$

$$W_{\text{keseluruhan}} = 9216 + 345,6$$

$$W_{\text{keseluruhan}} = 9561,6 \text{ Joule}$$

Pada perhitungan usulan usaha yang dikeluarkan untuk *packaging* paku kecil mengalami penurunan usaha sebesar 14,4 Joule yang dikeluarkan oleh operator, dimana pada keadaan aktual operator memerlukan 9576 Joule sedangkan untuk usulan 9561,6 Joule.

Usulan Perbaikan Packaging Paku Besar

Usulan perbaikan untuk proses *packaging* paku besar sama dengan *packaging* paku kecil yaitu dengan merubah fasilitas kerja seperti menambah alat bantu (*scissor lift*) dan meja usulan serta menghilangkan kinerja dari *forklift*, merubah cara kerja operator sehingga jumlah operator dapat berkurang. Perbandingan cara kerja usulan dengan aktual dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Tabel Cara Kerja Usulan (detik)

Operator	Usulan
1	mengambil kardus besar
	memasukkan paku besar kedalam kardus besar
	menggeser kardus besar
	menginjak alat bantu
2	mengambil kardus besar berisi paku besar
	mengambil karton
	melakban kardus besar
	menggeser kardus besar
	mengikat kardus besar
	menggulingkan kardus besar
3	membungkus kardus besar
	menggeser kardus besar
	meletakkan kardus besar diatas pallet

Tabel 4. Tabel Cara Kerja Aktual (detik)

Aktual	Operator	Waktu
mengambil kardus besar	1	0.72
memasukkan paku besar kedalam kardus besar		19.69
menggeser kardus besar		0.65
mengambil kardus besar berisi paku besar	2	1.48
mengambil karton		0.62
melakban kardus besar		4.24
meletakkan kardus besar diatas pallet		3.73
transportasi dengan forklift		0.64
mengambil kardus besar	3	3.81
mengikat kardus besar		15.14
menggulingkan kardus besar		0.82
membungkus kardus besar		10.07
menggeser kardus besar	4 dan 5	23.11
meletakkan kardus besar diatas pallet	6	1.47

pada keadaan aktual untuk memasukkan paku besar kedalam kardus besar dilakukan oleh satu orang operator dengan waktu 19,69 detik dan pada tabel usulan tidak ada perubahan. Operator kedua pada keadaan aktual melakukan pekerjaannya mulai mengambil kardus besar berisi paku besar hingga meletakkan kardus besar diatas pallet, tetapi pada usulan pekerjaan tersebut pekerjaan operator kedua ditambah dengan mengikat kardus besar hingga menggulingkannya kardus besar ke operator selanjutnya. Operator keempat dan kelima pada keadaan aktual pekerjaannya digantikan oleh operator kedua pada usulan pekerjaan. Membungkus kardus besar dilakukan seorang diri pada usulan pekerjaan yang sebelumnya dilakukan

dua orang operator membutuhkan waktu 10,07 detik pada usulan membutuhkan waktu 20,14 detik. Operator ketiga juga bertanggung jawab untuk meletakkan kardus besar keatas pallet yang sebelumnya pada tabel aktual dilakukan oleh operator keenam.

Usulan perbaikan pada *packaging* paku besar juga berupa satu alat bantu untuk mengangkat kardus besar seberat 30 kg (*scissor lift*) dan juga satu meja besar usulan yang sama dengan usulan *packaging* paku kecil kedua usulan ini akan membantu jalannya proses *packaging* paku besar. Alat bantu usulan pertama (*scissor lift*) memiliki ukuran panjang 85,5 cm, lebar 50 cm dan, tinggi 12 cm, alat bantu usulan ini membantu operator yang sebelumnya mengangkat kardus seberat 30 kg keatas pallet menjadi lebih ringan dengan menggunakan alat tersebut. Meja usulan kedua yaitu meja besar yang sama dengan usulan *packaging* paku kecil dengan ukuran panjang 160 cm, lebar 70 cm dan, tinggi 79 cm, meja tersebut juga berguna membantu operator yang sebelumnya bekerja dibawah menjadi diatas meja. Alat bantu yang diusulkan (*scissor lift*) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Bantu (*scissor lift*) Untuk *Packaging* Paku Besar

Bab Hasil dan Pembahasan dari paper untuk Jurnal Teknik Industri berisikan inti dari paper yang akan dipublikasikan pada jurnal ini. Gunakanlah panduan penulisan matematika, grafik, tabel dan penggunaan referensi sesuai dengan gaya selingkung yang diberikan pada panduan ini.

Perhitungan Usaha Usulan Packaging Paku Besar

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

$$\frac{F1}{2,5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}} = \frac{300}{85,5 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}}$$

$$\frac{F1}{0,005} = \frac{300}{0,425}$$

$$F1 \times 0,425 = 300 \times 0,005$$

$$F1 = \frac{1,5}{0,425}$$

$$F1 = 3,529 \text{ Newton}$$

Perhitungan mengguakan rumus hukum *pascal* dimana A1 adalah luas penampang dari alat yang akan diinjak oleh kaki sedangkan A2 adalah luas penampang dari alat yang akan terangkat. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 3,529 Newton yang berarti diperlukan gaya 3,529 Newton untuk mengangkat 300 Newton kardus berisi paku besar.

$$W = F \times S$$

$$W = 3,529 \times 0,66$$

$$W = 2,329 \text{ Joule}$$

$$W_{\text{pallet}} = 2,329 \times 48$$

$$W_{\text{pallet}} = 111,79 \text{ Joule (1 pallet)}$$

Perhitungan usaha dilakukan untuk menyamakan dengan perhitungan keadaan aktual dimana gaya yang diperoleh tersebut dikalikan dengan jarak perpindahan benda. Hasil perhitungan usaha diperoleh 111,79 Joule untuk 1 pallet (48 kardus).

W_{gesek} = koefisien gesek x massa x panjang perpindahan

$$W_{\text{gesek}} = 0,2 \times 1440 \times 1,2$$

$$W_{\text{gesek}} = 345,6 \text{ Joule}$$

Usaha untuk mengeser kardus besar sejauh 1,2 meter adalah 345,6 Joule

$$W_{\text{keseluruhan}} = W_{\text{pallet}} + W_{\text{gesek}}$$

$$W_{\text{keseluruhan}} = 111,79 + 345,6$$

$$W_{\text{keseluruhan}} = 457,39 \text{ Joule}$$

Pada perhitungan usulan usaha yang dikeluarkan untuk *packaging* paku besar mengalami penurunan usaha sebesar 9118,61 Joule yang dikeluarkan oleh operator, dimana pada keadaan aktual operator memerlukan 9576 Joule sedangkan untuk usulan 457,39 Joule.

Simpulan

Proses *packaging* paku dibedakan menjadi dua yaitu *packaging* paku kecil dan *packaging* paku besar. *Packaging* paku kecil memerlukan waktu 149,57 detik untuk menghasilkan 1 buah kardus besar berisi paku kecil, dan membutuhkan usaha sebesar 9576 Joule untuk menyelesaikan 1 pallet *packaging* paku kecil. *Packaging* paku besar memerlukan waktu 63,08 detik untuk menghasilkan 1 buah kardus besar berisi paku besar, dan membutuhkan usaha sebesar 9576 Joule untuk menyelesaikan 1 pallet *packaging* paku besar. Usulan perbaikan dilakukan untuk mengurangi

beban kerja pekerja dengan merubah komposisi pekerja, fasilitas kerja, dan cara kerja. Komposisi kerja untuk proses *packaging* paku kecil berkurang menjadi lima operator, dengan menghilangkan kinerja *forklift* dan menggantikan dengan meja usulan kecil dan meja usulan besar. Cara kerja untuk proses *packaging* paku kecil juga berubah menjadi lebih ringan dibuktikan dengan berkurangnya usaha yang dikeluarkan oleh operator menjadi 9561,6 Joule.

Komposisi kerja untuk proses *packaging* paku besar berkurang menjadi tiga operator, dengan menghilangkan kinerja *forklift* dan menggantikan dengan alat bantu (*scissor lift*) dan meja usulan besar. Cara kerja untuk proses *packaging* paku besar juga berubah menjadi lebih ringan dibuktikan dengan berkurangnya usaha yang dikeluarkan oleh operator menjadi 457,39 Joule.

Daftar Pustaka

1. Sritomo Wignjosoebroto (1995). *Ergonomi, Study Gerak dan Waktu. Edisi pertama. Guna Widya, Jakarta.*
2. Satalaksana, I.Z, dkk (1979). *Teknik Tata Cara Kerja.* Bandung, Indonesia
3. Nurmianto, Eko. (1996). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya,* Jakarta: PT Guna Widya

