

Peningkatan Unit per Man Hour Proses Packing SKU 2 DC pada Line 9 di PT. X

Johana Kezia Davita¹, Tanti Octavia²

Abstract: SKU 2 DC packing process on line 9 PT. X is done manually by operators using three methods. These three methods were analyzed with time study and simulated with Promodel software. Methods with higher unit per man hour which are method 1 with seven operators and method 2 with eight operators are analyzed again and given some improvements. Operators improve their motion based on two hands process chart, focusing the work of the operator by fixing the job description, improve the working space layout, and change the speed of wrapping machine. There are two solution improvements. Solution 1 is using method 1 with 88 ppm wrapping machine speed and solution 2 is using method 2 with 120 ppm wrapping machine speed. The result of the improvements is an increase in productivity of 3,85% for solution 1 to 13,46 unit per man hour and 15,3% for solution 2 to 16,05 unit per man hour.

Keywords: productivity; time study; motion study; simulation

Pendahuluan

PT. X adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi obat nyamuk bakar dan terletak di Kawasan Rungkut Industri Surabaya. PT. X saat ini memproduksi empat puluh SKU untuk diekspor, dan lima SKU untuk didistribusikan lokal. Beberapa negara yang menjadi tujuan ekspor PT. X adalah Thailand, Argentina, Filipina, Malaysia, Singapore, Brazil, Rusia, dan Afrika Selatan.

Proses produksi dilakukan oleh empat grup produksi yang beroperasi pada tiga *shift* kerja. Proses produksi dibedakan menjadi tiga bagian yaitu proses 1 untuk formulasi dan sistem *batching*, proses 2 untuk *stamping* dan oven, serta proses 3 untuk *packing*. Proses *packing* memiliki dua jenis metode, yaitu *packing* dengan menggunakan mesin *cartooning* otomatis dan *packing* dengan proses manual oleh operator. Secara garis besar, terdapat dua macam proses *packing* manual, yaitu untuk SKU 5 DC dan 6 DC, serta untuk SKU 1 DC dan 2 DC. Perbedaan terletak pada proses memasukkan *wrapped coil* ke *folding box*. Untuk SKU 5 DC dan 6 DC, tiap *wrapped coil* yang berisi lima atau enam *coil* dimasukkan ke dalam satu *folding box*. Sedangkan untuk 2 DC, tiap *folding box* berisi dua belas *wrapped coil*, di mana tiap *wrapped coil* berisi dua *double coil*. Untuk SKU 5 DC dan 6 DC PT. X sudah memiliki standar minimal proses memasukkan *wrapped coil* ke *folding box*,

yaitu lima belas *box* per orang per menit. Hal ini menjadi patokan kecepatan standar mesin *wrapping* yaitu 45 ppm, karena satu *line* memiliki tiga operator *folding*. Sedangkan untuk SKU 1 DC dan 2 DC, PT. X belum memiliki standar minimal.

Keempat grup produksi memiliki metodenya masing-masing dalam mengatur jumlah operator, *layout* dan cara kerja. Belum ada standar metode mana yang paling baik dalam mengerjakan proses *packing* ini. Belum ada pula standar produktivitas *unit per man hour* untuk SKU 2 DC. Oleh karena itu diperlukan analisis lebih lanjut mengenai metode kerja yang paling efektif dan efisien. Selain itu perlu juga dilakukan analisis pemborosan apa yang dapat dikurangi sehingga dapat meningkatkan *unit per man hour* SKU 2 DC pada *line* 9. Metode yang akan digunakan adalah simulasi proses dengan menggunakan *software* Promodel. Tiap grup produksi akan diamati metode kerjanya, lalu dihitung waktu bakunya dan disimulasikan dengan *software* Promodel. Metode yang menghasilkan *unit per man hour* paling besar akan dianalisis lagi dengan prinsip *motion study*. Hasil analisis tersebut akan dijadikan dasar untuk memberi usulan yang dapat mendukung peningkatan *unit per man hour* *packing* SKU 2 DC di *line* 9 PT. X.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan sebagai langkah awal dalam penelitian ini adalah wawancara dan observasi. Dilakukan wawancara dan observasi mengenai proses *packing* SKU 2 DC beserta metode yang

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra, Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: johanakezia@gmail.com, tanti@petra.ac.id

digunakan. Selanjutnya dilakukan pengambilan data waktu menggunakan *stopwatch* dengan metode *snapback*. Data waktu tersebut diolah untuk dihitung waktu bakunya dengan memperhatikan *performance rating* dan *allowance* tiap proses. Berdasarkan waktu baku tersebut, kemudian dihitung kapasitas proses *packing* dalam kondisi ideal. Setelah itu dilakukan pembuatan model simulasi dengan menggunakan *software* Promodel. Selanjutnya dilakukan juga analisis gerakan dengan menggunakan *motion study* untuk memberikan usulan.

Performance Rating

Kinerja yang dilakukan operator seringkali belum sesuai dengan standar yang ditetapkan. Oleh karena itu diperlukan adanya penyesuaian rata-rata waktu observasi untuk memperoleh waktu yang dibutuhkan seorang operator yang berkualifikasi untuk mengerjakan pekerjaan pada kecepatan yang normal. Salah satu metode *rating* yang paling lama digunakan adalah metode yang dikembangkan oleh *Westinghouse Electric Corporation*. Metode ini mempertimbangkan empat faktor dalam mengevaluasi *performance operator* yaitu *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency*. *Skill operator* adalah hasil dari pengalaman, dan bakat alami seperti kemampuan koordinasi serta mengatur irama. *Effort* adalah demonstrasi dari keinginan untuk bekerja dengan efektif. *Condition* adalah kondisi dari area kerja yang meliputi pencahayaan, kebisingan, ventilasi dan suhu udara. *Consistency* menilai kekonsistenan operator dalam melakukan pekerjaan, baik secara waktu, penggunaan alat, maupun tahapan kerja (Nieble & Freivalds [1]).

Allowance

Allowance adalah persentase dari waktu normal yang dikompensasikan untuk *delays* seperti kebutuhan personal, kelelahan akibat beban kerja, serta kondisi yang kurang kondusif untuk bekerja. Secara garis besar, *allowance* terbagi menjadi dua yaitu *constant allowances* dan *special allowances*. *Constant allowances* terdiri dari *personal needs* dan *basic fatigue*. *Personal needs* mencakup waktu yang dibutuhkan operator untuk kebutuhan pribadinya seperti ke toilet dan minum. Berdasarkan *International Labour Office (ILO)*, kelonggaran yang diberikan untuk hal ini adalah sebesar 5%. Sedangkan *basic fatigue allowance* adalah kelonggaran yang diberikan sebagai kompensasi dari kelelahan sebagai akibat energi yang dikeluarkan serta kemonotonan dalam bekerja. Kelonggaran yang diberikan untuk hal ini adalah sebesar 4%. Oleh karena itu tiap operator diberikan kelonggaran sebesar 9% sebagai *constant allowances*, lalu dapat

ditambahkan dengan *allowance* lain jika dibutuhkan.

Waktu Baku

Menurut Sutalaksana *et al.* [2] waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Secara umum, waktu baku dapat diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan memperhatikan penyesuaian kemampuan pekerja serta kelonggaran waktu yang sesuai dengan kondisi pekerjaan. Rumus untuk menghitung waktu baku dapat dilihat pada Persamaan 1, 2 dan 3:

$$Ws = \frac{\sum xi}{n} \quad (1)$$

$$Wn = Ws \times PR \quad (2)$$

$$Wb = Wn \times (1 + i) \quad (3)$$

Keterangan:

Ws : Waktu siklus

xi : Data ke-i

n : Jumlah data

Wn : Waktu normal

PR : *Performance rating*

Wb : Waktu baku

i : *Allowance*

Kapasitas Packing

Perhitungan kapasitas *packing* dilakukan dengan menggunakan rumus kapasitas produksi. Kapasitas produksi adalah *output* maksimal yang dapat dihasilkan oleh perusahaan dalam kondisi ideal. Menghitung kapasitas produksi dapat bermanfaat untuk beberapa hal antara lain meminimalkan keterlambatan pemenuhan permintaan produk, membantu perusahaan dalam menentukan target produksi, dan sebagai bahan pertimbangan untuk investasi tambahan oleh perusahaan. Rumus kapasitas produksi dapat dilihat pada Persamaan 4 (Setiawan & Octavia [3]):

$$\text{Kapasitas produksi} = \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Waktu baku terpanjang}} \quad (4)$$

Motion Study

Motion study dikembangkan oleh Frank B. Gilbreth dan istrinya, Lilian M. Gilbreth pada tahun 1885, merupakan analisis mengenai pergerakan tubuh saat melakukan pekerjaan. Tujuan dari *motion study* adalah untuk mengeliminasi atau mengurangi pergerakan yang tidak efektif serta mempertahankan dan mempercepat Gerakan yang efektif. Dengan menggunakan *motion study* dan ditunjang dengan prinsip *motion economy*, pekerjaan akan didesain agar lebih efektif dan dapat

menghasilkan *output* yang lebih banyak. *Motion study* dikembangkan lebih detail menjadi *micromotion study*, yang mempelajari pergerakan operasi manual dengan lebih detail. *Motion study* dianalisis dengan menggunakan *two hands process chart* atau biasa disebut dengan Peta Tangan Kanan Tangan Kiri (PTKTK). Untuk menganalisis gerakan, pasangan Gilbreth merumuskan semua gerakan kerja, baik yang produktif maupun non-produktif menjadi 17 *basic motions* yang disebut therbligs.

Simulasi Promodel

Simulasi dibuat dengan menirukan perilaku esensial dari kondisi yang sebenarnya sehingga dapat menghasilkan *output* berupa gambaran dari hasil operasi dan keadaan pada sistem yang disimulasi. Peniruan sistem nyata dilakukan dengan membentuk elemen-elemen yang berkaitan dengan sistem, yaitu *input*, interaksi antar komponen sistem, serta ketentuan lainnya yang berlaku dalam sistem. Berdasarkan peniruan aktivitas nyata yang sesuai, hasil simulasi dapat diterima sebagai data *output* yang menunjukkan karakteristik sistem nyata (Khotimah [4]).

Promodel adalah alat simulasi dan animasi yang didesain untuk membuat model sistem manufaktur dengan cepat dan akurat dengan berbagai tipe. Sebagian besar model dapat dimodelkan dengan elemen lengkap Promodel dengan mengatur parameter yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Promodel juga menyediakan beberapa fungsi distribusi yang dapat membangkitkan nilai *random* berdasarkan distribusi statistik yang sesuai. Hasil simulasi dengan Promodel juga interaktif dan dapat ditampilkan dalam bentuk tabel maupun grafik. Hal ini menyebabkan analisis hasil simulasi promodel lebih cepat dan mudah. Terdapat beberapa elemen utama dalam Promodel yang digunakan dalam membangun model simulasi yaitu *location*, *entity*, *path network*, *resource*, *arrival*, *attribute* dan *variable*. (Benson [5]).

Hasil dan Pembahasan

Proses *packing* SKU 2 DC dilakukan dengan cara manual, tidak menggunakan mesin *cartooning*. Hal ini disebabkan karena dalam tiap *folding box*, terdapat dua belas *wrapped coil*. SKU ini juga belum memiliki standar kecepatan operator untuk disesuaikan dengan kecepatan mesin *wrapping*. Terdapat empat stasiun kerja pada proses *packing* SKU 2 DC:

a. Stasiun kerja 1

Pada stasiun kerja ini terdapat tiga operator. Dua operator bertugas mengambil *double coil* dari oven dan meletakkannya pada konveyor menuju mesin *wrapping*. Satu operator bertugas merapikan *double coil* pada tiap slot di konveyor.

Tray oven memiliki kecepatan 24 ppm di mana setiap baris *tray* berisi delapan *double coil*. Sedangkan kecepatan konveyor bergantung pada kecepatan mesin *wrapping*.

b. Stasiun kerja 2

Operasi pada stasiun kerja ini dilakukan dengan menggunakan mesin *wrapping*. Proses yang dilakukan adalah memberi kemasan plastik *wrap* pada *double coil* di mana tiap *wrapped coil* berisi dua *double coil*. Mesin *wrapping* memiliki kecepatan 110 ppm. Kecepatan ini dapat diturunkan dan juga dapat ditingkatkan hingga mencapai 120 ppm.

c. Stasiun kerja 3

Pada stasiun kerja ini terdapat dua sampai tiga operator yang bertugas mengemas *wrapped coil* ke dalam *folding box*. Tiap *folding box* berisi dua belas *double coil*. Setelah dimasukkan, *box* yang sudah jadi ditutup lalu diisolasi untuk menyegel *box* jadi.

d. Stasiun kerja 4

Pada stasiun kerja ini terdapat dua asisten operator (AO) yang bertugas memasukkan *box* jadi ke dalam master karton, melakukan proses *sealing*, memindahkan master karton yang sudah jadi ke *pallet*, menyetempel master karton, dan mengganti *pallet* jika sudah penuh. Tugas dari AO lebih fleksibel dibandingkan operator. AO juga bertugas mengambil *folding box* dari lokasi suplai dan membantu operator jika dibutuhkan.

PT. X memiliki empat grup produksi yang bekerja secara bergantian pada tiga *shift* kerja, yaitu Grup A, Grup B, Grup C dan Grup D. Tiap grup produksi dipimpin oleh *shift leader* yang memiliki strategi masing-masing untuk mencapai target produksi yang sudah dibuat oleh PPIC. Pada periode 23-29 Maret 2020, PPIC menetapkan target produksi produk SKU 2 DC sebanyak 787 karton per *shift*. Target produksi ini dibuat berdasarkan data historikal dan belum ada penelitian spesifik mengenai kesesuaian target produksi ini dengan kemampuan dan kapasitas operator. Total terdapat kurang lebih 120 operator dan 36 AO yang bekerja pada seluruh *line* produksi area *packing*. Tiap *shift leader* akan menentukan alokasi *manpower* pada tiap *line* produksi. Untuk *line* 9 dengan produksi SKU 2 DC, dialokasikan tujuh sampai delapan operator dan AO bergantung pada metode yang digunakan. Istirahat untuk operator dilakukan secara bergantian tiap 30 menit sekali untuk dua orang operator. Namun waktu istirahat ini tidak mengganggu waktu kerja efektif operator, karena ketika dua orang operator kembali dari istirahat, barulah dua orang selanjutnya boleh meninggalkan area kerja.

Pada stasiun kerja 3 yaitu proses pengemasan *wrapped coil* ke dalam *folding box*, secara garis besar terdapat tiga metode yang digunakan. Perbedaan tiap metode terletak pada jumlah operator serta cara kerjanya. Berikut adalah ketiga metode kerja yang dilakukan pada stasiun kerja 3:

a. Metode 1

Terdapat dua operator yang melakukan pekerjaan yang sama. Operator mengambil dan melipat *folding box* sambil mengambil enam *wrapped coil* sekaligus dari konveyor. Kemudian operator memasukkan *wrapped coil* ke dalam *folding box*. Hal ini dilakukan sebanyak dua kali karena tiap *folding box* berisi dua belas *wrapped coil*. Selanjutnya *folding box* ditutup dan diisolasi hingga rapi lalu diletakkan lagi ke konveyor.

b. Metode 2

Terdapat tiga operator yang melakukan pekerjaan yang sama. Operator mengambil dan melipat *folding box* sambil mengambil enam *wrapped coil* sekaligus dari konveyor. Kemudian operator memasukkan *wrapped coil* ke dalam *folding box*. Hal ini dilakukan sebanyak dua kali karena tiap *folding box* berisi dua belas *wrapped coil*. Selanjutnya *folding box* ditutup dan diisolasi hingga rapi lalu diletakkan lagi ke konveyor.

c. Metode 3

Terdapat tiga operator yang memiliki tiga pekerjaan berbeda. Operator 1 menumpuk *wrapped coil* pada konveyor, di mana tiap tumpukan terdiri dari enam *wrapped coil*. Proses ini dilakukan dekat dengan mesin *wrapping* saat *wrapped coil* bergerak pada konveyor. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pekerjaan operator selanjutnya. Operator 2 bertugas melipat *folding box* dan memasukkan *wrapped coil* ke dalam *folding box* lalu meletakkannya kembali ke konveyor. Operator 3 bertugas menutup *folding box* yang sudah terisi penuh dan mengisolasinya hingga rapi lalu meletakkannya kembali ke konveyor.

Perhitungan Waktu Baku

Data waktu yang sudah diambil kemudian diuji kenormalan, keseragaman dan kecukupan. Setelah mendapatkan data yang berdistribusi normal, seragam, dan cukup, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu baku. Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh operator dengan tingkat kemampuan normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Perhitungan waktu baku dilakukan dengan persamaan 1, 2, dan 3. Perhitungan dilakukan untuk seluruh proses *packing* 2 DC. Berikut adalah perhitungan waktu baku yang dilakukan:

Tabel 1. Perhitungan waktu baku

Operasi	Ws (s)	PR	Wn (s)	i	Wb (s)
1	11,17	0,15	12,85	0,12	14,39
2	13,99	0,08	15,11	0,12	16,93
3	3,32	0,06	3,52	0,12	3,94
4	7,78	0,05	8,17	0,12	9,15
5	5,29	0,06	5,60	0,12	6,28

Operasi 1 adalah proses memasukkan *box* jadi ke dalam master karton dan proses *sealing*. Operasi 2 adalah mengemas *wrapped coil* ke dalam *folding box* untuk metode 1 dan 2. Operasi 3 adalah menumpuk *wrapped coil* pada metode 3. Operasi 4 adalah memasukkan *wrapped coil* ke dalam *folding box* untuk metode 3. Operasi 5 adalah proses menutup *folding box* pada metode 3.

Perhitungan Kapasitas dan Produktivitas

Kapasitas *packing* adalah jumlah produk yang dapat diselesaikan proses *packing* secara keseluruhan pada kondisi normal. *Output* dihitung dalam satuan karton. Perhitungan kapasitas *packing* dilakukan menggunakan persamaan 4. Proses *packing* 2 DC secara garis besar dilakukan dalam tiga tahap pada tiga stasiun kerja, yaitu *wrapped coil* keluar dari mesin *wrapping*, pengemasan *wrapped coil* ke dalam *folding box*, dan pengemasan *box* jadi ke dalam master karton. Tiap tahap menghasilkan *output* dalam bentuk yang berbeda yang akan disatukan pada tahap selanjutnya. Oleh karena itu perhitungan *output* dilakukan untuk tiap proses.

Wrapped coil keluar dari mesin *wrapping* dengan kecepatan 110 ppm. Namun mesin *wrapping* mengalami *breakdown* karena suhu yang tidak sesuai sekitar empat kali tiap jam. Tiap kali *breakdown* terjadi, mesin *wrapping* berhenti sekitar dua menit lalu kembali beroperasi. Jika diakumulasikan, maka mesin *wrapping* mengalami *downtime* selama 64 menit dalam 1 *shift* kerja (8 jam). Oleh karena itu *available time* untuk mesin *wrapping* menjadi 416 menit per *shift*. Karena waktu istirahat tidak mempengaruhi pekerjaan operator, maka *available time* untuk operator adalah 480 menit

Tabel 2. Perhitungan kapasitas *packing* metode 1

Proses	Wb (s)	Output (karton)
<i>Wrapped coil</i> keluar dari mesin <i>wrapping</i>	0,54	953
Memasukkan ke <i>folding box</i> dengan dua operator	16,93	850
<i>Sealing</i>	14,39	2.000

Berdasarkan persamaan 4, untuk menghitung kapasitas produksi waktu kerja efektif dibagi dengan waktu baku terpanjang. Hal ini berarti yang menjadi patokan kapasitas produksi adalah proses dengan *output* terkecil. Oleh karena itu, kapasitas *packing* metode 1 adalah 850 karton per *shift*. Dengan total tujuh orang operator dan AO, maka produktivitas metode 1 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas} &= \frac{850 \text{ unit}}{7 \text{ man} * 8 \text{ hour}} \\ &= 15,17 \text{ unit per man hour}\end{aligned}$$

Tabel 3. Perhitungan kapasitas *packing* metode 2

Proses	Wb (s)	Output (karton)
<i>Wrapped coil</i> keluar dari mesin <i>wrapping</i>	0,54	953
Memasukkan ke <i>folding box</i> dengan tiga operator	16,93	1.275
<i>Sealing</i>	14,39	2.000

Output terkecil terdapat pada proses keluarnya *wrapped coil* dari mesin *wrapping*. Oleh karena itu kapasitas *packing* metode 2 adalah sebesar 953 karton per *shift*. Dengan total delapan orang operator dan AO, maka produktivitas metode 2 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas} &= \frac{953 \text{ unit}}{8 \text{ man} * 8 \text{ hour}} \\ &= 14,89 \text{ unit per man hour}\end{aligned}$$

Tabel 4. Perhitungan kapasitas *packing* metode 3

Proses	Wb (s)	Output (karton)
<i>Wrapped coil</i> keluar dari mesin <i>wrapping</i>	0,54	953
Menumpuk <i>wrapped coil</i>	3,94	912
Memasukkan <i>wrapped coil</i> ke <i>folding box</i>	9,15	786
Menutup <i>folding box</i>	6,28	1.148
<i>Sealing</i>	14,39	2.000

Output terkecil terdapat pada proses memasukkan *wrapped coil* ke dalam *folding box*. Oleh karena itu kapasitas *packing* metode 3 adalah sebesar 786 karton per *shift*. Dengan total delapan orang operator dan AO, maka produktivitas metode 3 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas} &= \frac{786 \text{ unit}}{8 \text{ man} * 8 \text{ hour}} \\ &= 12,28 \text{ unit per man hour}\end{aligned}$$

Simulasi Model Awal

Berdasarkan proses yang ada dan metode yang digunakan pada *packing* SKU 2 DC, maka dibuatlah model simulasi dengan menggunakan *software* Promodel. Proses *packing* mulai dari *pick up coil* dari oven sampai *coil* keluar dari mesin *wrapping* sama untuk semua metode dan sudah efektif dalam hal pembagian *manpower*-nya. Oleh karena itu simulasi akan difokuskan mulai *wrapped coil* keluar dari mesin *wrapping* hingga menjadi produk jadi. Terdapat 3 model yang akan dibuat untuk membandingkan 3 metode yang digunakan.

Model simulasi dibuat dengan waktu proses yaitu waktu baku yang sudah dihitung sebelumnya. Panjang konveyor adalah tiga meter dengan kecepatan 25 cm/s atau 49,21 fpm. Simulasi juga memasukkan faktor *breakdown* mesin *wrapping* yaitu sebanyak empat kali tiap jam dengan durasi dua menit. Faktor kecacatan *wrapped coil* disimulasikan dengan persentase 0,4%. Interupsi pekerjaan operator juga disimulasikan, yaitu jika operator mengambil *folding box* dari tempat suplai, operator yang perlu mengambil *wrapped coil* pada konveyor jika tidak sempat dikemas, operator harus memindahkan *folding box* karena penghambat pada konveyor, serta operator mengambil *folding box* yang jatuh karena area kerja terlalu sempit.

Metode 1 disimulasikan dengan adanya dua lokasi *folding*. Operator 1 secara berkala mengambil *folding box* sebanyak 100 lembar dari tempat suplai. Pengambilan *folding box* memiliki durasi 10 detik, dengan jumlah 50 lembar tiap kali ambil. Operator juga perlu mengambil *wrapped coil* yang tidak sempat dikerjakan dari konveyor dan meletakkannya di meja. Hal ini tidak terlalu sering dilakukan, hanya sekitar 50% dari *wrapped coil* yang dikerjakan oleh operator dan sisanya dibantu oleh AO. Selain itu disimulasikan juga interupsi berupa adanya *folding box* yang jatuh sehingga mengganggu pekerjaan operator. Metode 2 disimulasikan sama dengan metode 1 namun terdapat tiga lokasi *folding*. Pada simulasi metode 2, operator 2 hanya menggunakan sepertiga waktunya untuk memasukkan *wrapped coil* ke dalam *folding box* karena sebagian besar waktunya digunakan untuk memindahkan *wrapped coil* dan *folding box* jadi akibat adanya penghalang pada konveyor. Metode 3 disimulasikan dengan adanya tiga lokasi dan tiga operator pengemasan dengan proses serta waktu operasi yang berbeda-beda. Untuk metode 3 kemungkinan operator mengambil *wrapped coil* yang tidak sempat dikerjakan dari konveyor lebih besar, yaitu 70% karena lokasi yang sudah penuh sehingga AO lebih jarang membantu area pengemasan. Simulasi kemudian melalui proses verifikasi dan validasi sebelum dianalisis lebih lanjut. Validasi

dilakukan dengan menggunakan data 24 Maret 2020 *shift* 1 untuk metode 1, 28 Maret 2020 *shift* 3 untuk metode 2 dan 24 Maret 2020 *shift* 2 untuk metode 3. Hasil dari simulasi model awal adalah sebagai berikut:

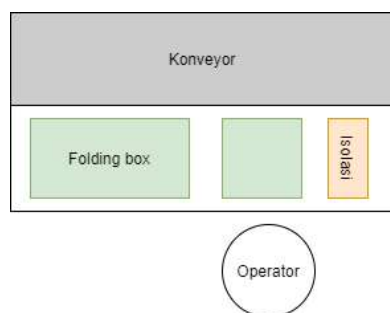
Tabel 5. Data hasil simulasi

Metode	Jumlah operator (orang)	Output (karton)	Produktivitas (<i>unit per man hour</i>)
1	7	726	12,96
2	8	891	13,92
3	8	758	11,84

Analisis dan Usulan

Metode 1 menghasilkan 726 karton, metode 2 menghasilkan 891 karton, dan metode 3 menghasilkan 758 karton. Terdapat perbedaan jumlah *output* dan produktivitas operator antara hasil simulasi kondisi aktual dan perhitungan berdasarkan waktu bakunya. Perbedaan ini dapat disebabkan beberapa hal seperti adanya gerakan yang tidak baku namun harus dilakukan agar proses tetap berjalan yaitu mengambil *wrapped coil* yang tidak sempat dikerjakan dari konveyor. Namun baik berdasarkan perhitungan maupun simulasi, metode 3 memiliki produktivitas yang paling rendah dibandingkan metode 1 dan 2. Oleh karena itu analisis selanjutnya akan difokuskan pada metode 1 dan 2 saja.

Pada proses *packing* terjadi beberapa *motion waste* atau gerakan yang dianggap sebagai pemborosan. Gerakan ini dapat terjadi karena metode yang kurang tepat ataupun area kerja yang tidak efisien. *Motion waste* yang pertama adalah ketika operator beberapa kali harus mengambil *folding box* yang jatuh akibat area kerja yang terlalu sempit. *Folding box* dan isolasi, keduanya diletakkan di sebelah kanan operator, dekat dengan mesin *wrapping*. *Motion waste* ini dapat diatasi jika area kerja ditata dengan baik dan efisien. Berikut adalah usulan *layout* area kerja.



Gambar 1. *Layout* usulan area kerja

AO *sealing* memiliki waktu yang lebih longgar dan fleksibel karena perlu menunggu hasil box jadi yang

dikerjakan oleh operator. Terkadang AO membantu operator dengan melipatkan *folding box* dan meletakkannya di sisi kanan konveyor, seberang operator. *Folding box* yang sudah dilipat ini diletakkan berjajar ke samping. Terkadang *folding box* yang sudah dilipat ini terletak terlalu jauh dari operator. Hal ini termasuk *motion waste* karena walau dirasa lebih memudahkan, namun jarak yang sulit dijangkau membuat waktu pengambilan *folding box* lebih lama. Jangkauan yang jauh oleh tangan kiri juga membuat tangan kanan operator menjadi *delay*. Gerakan tangan kanan dan kiri operator lebih efisien jika *folding box* diletakkan di meja kerjanya dengan kondisi belum terlipat.

Pada metode 2, terdapat logam penghalang pada konveyor yang berguna sebagai penghambat *wrapped coil* ketika operator tidak mampu mengikuti kecepatan keluarnya *wrapped coil* dari mesin *wrapping*. *Wrapped coil* akan berhenti pada logam penghalang tersebut sehingga operator dapat mengambilnya dan meletakkannya di meja WIP. Namun logam penghalang tersebut juga menimbulkan *motion waste* karena operator harus memindahkan box jadi yang diselesaikan oleh operator lainnya. Waktu yang digunakan untuk aktivitas ini cukup lama, hampir dua per tiga dari waktu kerja operator. Akibatnya gerakan ini tidak hanya mengurangi waktu kerja efektif operator, tapi juga memperlambat tempo kerja operator tersebut. Oleh karena itu diusulkan untuk tidak menggunakan logam penghalang tersebut.

PT. X belum membuat prosedur gerakan pengemasan yang standar. Oleh karena itu diberi usulan berupa diadakan *training* cara pengemasan *wrapped coil* ke dalam *folding box* berdasarkan PTKTK pada Lampiran 1. PTKTK ini sudah dilakukan oleh beberapa operator, namun belum dijadikan standar. *Ineffective time* hanya 5,34 detik, dilakukan saat tangan kiri menahan *folding box* ketika tangan kanan bekerja. Sehingga gerakan ini dinilai sudah efektif dan efisien dan dapat dijadikan standar. PTKTK ini dapat diterapkan hanya jika *layout* usulan juga diterapkan.

Selain gerakan yang kurang efisien, pada proses *packing* terdapat kerancuan *jobdesc* antara operator pengemasan *wrapping* ke dalam *folding box* dengan AO. *Jobdesc* operator seharusnya hanya berfokus pada melakukan pengemasan *wrapping coil* ke dalam *folding box*. Namun operator juga harus mengambil *folding box* dari kardus penyimpanan ke area kerja karena AO tidak tepat waktu mengontrol kesediaan *folding box*. Oleh karena itu diusulkan hal ini harus dilakukan AO secara berkala. Jika setiap operator mendapat 50 *folding box* tiap kali suplai, maka AO dapat mengontrol dan menyuplai *folding*

box ke tiap operator tiap 10 menit. Pada saat itu sisa *folding box* pada tiap area operator sekitar 10-15 lembar. Selain itu, belum ada juga standar kecepatan mesin *wrapping* yang disesuaikan dengan kemampuan operator *packing*. Oleh karena itu akan disimulasikan pula perubahan kecepatan mesin *wrapping* untuk mencari kecepatan yang optimal.

Simulasi Usulan

Terdapat dua usulan yang akan disimulasikan dengan *software* Promodel. Usulan 1 menerapkan metode 1 dengan menggunakan dua orang operator pada stasiun kerja 3, mengasumsikan *layout* usulan dan PTKTK diterapkan sehingga tidak ada *motion waste* serta operator tidak perlu mengambil *folding box* dari tempat suplai. Hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 6. *Output* simulasi usulan 1 dengan kecepatan 110 ppm adalah 736 karton. Pada kondisi ini, terdapat 10.153 *wrapped coil* yang belum dikerjakan di *buffer*. *Wrapped coil* ini menjadi WIP yang akan dikerjakan pada *shift* kerja selanjutnya.

Tabel 6. Hasil simulasi usulan 1

Kecepatan mesin (ppm)	Output (karton)	WIP (<i>wrapped coil</i>)	Produktivitas (<i>unit per man hour</i>)
110	736	10.153	13,14
95	751	3.264	13,41
90	755	984	13,48
88	754	175	13,46

Wrapped coil yang tidak sempat dikerjakan perlu dipindahkan oleh operator atau AO. Oleh karena itu banyaknya *wrapped coil* yang tidak sempat dikerjakan juga menyita waktu kerja efektif operator. Solusi untuk masalah ini adalah dengan menurunkan kecepatan mesin *wrapping*. Oleh karena itu dilakukan percobaan menurunkan kecepatan mesin *wrapping* menjadi 95 ppm, 90 ppm dan 88 ppm. Kecepatan paling baik adalah pada kisaran 88 ppm hingga 90 ppm. Produktivitas terbaik dihasilkan jika mesin memiliki kecepatan 90 ppm, sedangkan WIP paling kecil dihasilkan jika mesin memiliki kecepatan 88 ppm. Kecepatan 88 ppm lebih direkomendasikan, karena memiliki WIP yang jauh lebih sedikit dan *output* yang tidak berbeda signifikan dibandingkan kecepatan 90 ppm. Sehingga untuk usulan 1, kondisi optimal adalah dengan kecepatan mesin *wrapping* 88 ppm dengan *output* 754 karton dengan produktivitas 13,46 *unit per man hour*.

Usulan 2 menerapkan metode 2 dengan menggunakan tiga orang operator pada stasiun kerja 3, mengasumsikan *layout* usulan dan PTKTK diterapkan sehingga tidak ada *motion waste* serta operator tidak perlu mengambil *folding box* dari

tempat suplai. Logam penghalang juga dihilangkan sehingga seluruh operator dapat efektif bekerja dengan lebih sedikit interupsi. Hasil simulasi usulan 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil simulasi usulan 2

Kecepatan mesin (ppm)	Output (karton)	WIP (<i>wrapped coil</i>)	Produktivitas (<i>unit per man hour</i>)
110	945	116	14,76
115	987	170	15,42
120	1.027	308	16,05

Metode 2 memiliki lebih banyak operator pengemasan *wrapped coil* ke dalam *folding box*. Seharusnya metode 2 memiliki kapasitas yang lebih besar dari metode lainnya. Oleh karena itu disimulasikan untuk meningkatkan kecepatan mesin *wrapping* menjadi 115 ppm dan 120 ppm. Berdasarkan simulasi, produktivitas dan *output* yang paling maksimal adalah dengan menggunakan kecepatan mesin *wrapping* 120 ppm, yaitu *output* 1.027 karton dan produktivitas 16,05 *unit per man hour*. Oleh karena itu jika PT. X dapat mengalokasikan 3 orang pada stasiun kerja 3, diusulkan untuk menggunakan usulan 2 dengan kecepatan mesin *wrapping* 120 ppm.

Simpulan

PT. X memiliki tiga metode dalam mengerjakan pengemasan *wrapped coil* ke dalam *folding box*. Berdasarkan hasil simulasi, metode terbaik adalah metode 2, yaitu menggunakan tiga orang operator pengemasan *wrapped coil* ke dalam *folding box*. *Output* dan produktivitas akan menjadi lebih maksimal jika kecepatan mesin *wrapping* ditingkatkan hingga 120 ppm. *Output* yang dihasilkan adalah sebanyak 1.027 karton dengan produktivitas 16,05 *unit per man hour*. Produktivitas ini meningkat 15,3% dari produktivitas metode 2 awal yaitu 13,92 *unit per man hour*. Selain dilakukan peningkatan kecepatan mesin, usulan yang diberikan adalah perbaikan gerakan kerja dengan PTKTK, perbaikan *layout* area kerja operator, serta pengalihan pekerjaan operator yaitu menyuplai *folding box* kepada AO yang *jobdesc*-nya lebih fleksibel. PT. X juga dapat menerapkan metode 1, yaitu menggunakan hanya dua operator pada stasiun kerja 3 jika ingin meminimalkan tenaga kerja. Perbaikan yang dilakukan sama dengan metode 2, namun kecepatan mesin diturunkan menjadi 88 ppm. Dengan usulan tersebut, metode 1 dapat menghasilkan *output* sebanyak 754 karton dengan produktivitas 13,46 *unit per man hour*, meningkat 3,85% dari kondisi awal yaitu 12,96 *unit per man hour*.

Daftar Pustaka

1. Nieble, B. W., and Freivalds, A., *Methods, Standarts, and Work Design*, 11th ed., McGraw-Hill, New York, 2003.
2. Sitalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., and Tjakraatmadja, J. H., *Teknik Perancangan Sistem Kerja*, ITB, Bandung, 2006.
3. Setiawan, A., and Octavia, T., Upaya Peningkatan Output Produksi di PT. X, *Jurnal Titra*, 3(1), 2015, pp. 57-62.
4. Khotimah, B. K., *Teori Simulasi dan Pemodelan: Konsep, Aplikasi dan Terapan*, Wade Group, Ponorogo, 2015.
5. Benson, D., Simulation Modeling and Optimization Using Promodel, *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference*, IEEE Computer Society, 1997, pp. 587-590.

Lampiran 1. PTKTK pengemasan *wrapped coil*

Operation: Packing wrapped coil ke dalam folding box		Product: Fuyi 2 DC		Summary		Left hand	Right Hand
Operator : Operator A1				Effective time (s)		11,64	16,98
Analyst : Johana Keria		Date: 24-5-2020		Ineffective time (s)		5,34	0
Method : Present				Cycle time (s)		16,98	16,98
Sketch:							
							
Left hand description	Dist (cm)	Time(s)	Sym-bol	Sym-bol	Time(s)	Dist (cm)	Right hand description
Mengambil folding box		1,14	RL RE G	M RL	1,14	25	Meletakkan folding box ke konveyor
Melipat dan memindahkan folding box	35	1,26	M U	M U	1,26	35	Melipat dan memindahkan folding box
Meletakkan folding box ke meja		1,09	RL	RE G M	2,94	25	Mengambil dan membawa wrapped coil
Mengambil dan membawa wrapped coil	25	1,85	RE G M RL				
Memegang folding box		1,35	H	A RL	1,35		Memasukkan wrapped coil ke dalam folding box
Mengambil dan membawa wrapped coil	25	2,5	RE G M RL	RE G M	2,5	25	Mengambil dan membawa wrapped coil
Memegang folding box		1,39	H	A RL	1,39		Memasukkan wrapped coil ke dalam folding box
Menutup folding box		3,8	U	U	3,8		Menutup folding box
Memegang folding box		2,6	H	RE G M	1,25	20	Mengambil isolasi
				RL A G	1,35		Menempelkan isolasi ke folding box