

Upaya Perbaikan Proses Produksi di PT. X

Natasha Nauli¹

Abstract: PT. X is one of leading company in manufacturing that produces the packaging plastic equipment for cosmetics. The company has many problems that are the highest prices of raw material and the rising pay for the operators, which has an impact on the production cost. Therefore, the company want to reduce the production cost by analyzing the production process. The methods that are used in this research are line balancing, motion study and waste analysis. The result of analyzing stage showed there are five problems, they are unnecessary process, over processing waste, transportation waste, line balancing and motion study problem. Some improvements are made based on the analysis result. They are scheduling mold maintenance, calibrating censor machine, changing the amount of the product in one-way transportation, reallocating the operators and improving the motion of assembly operator. The result of the improvement that has been implemented is the increasing of production output from 7200 products to 7400 products.

Keywords: line balancing, motion study, waste

Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi kemasan plastik untuk kosmetik sesuai dengan keinginan dari konsumen atau desain yang telah dipersiapkan oleh perusahaan. Seiring dengan berjalannya waktu biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi barang pun naik. Biaya yang dikeluarkan adalah untuk bahan baku (material produksi) dan juga gaji karyawan maupun operator. Data berdasarkan Surabaya Tribun News menunjukkan bahwa upah minimum (UMR) kota Surabaya per tahun 2019 adalah sebesar Rp 3.871.052. Harga bijih plastik juga kian meningkat menjadi 18.000 per kg pada tahun 2019 sedangkan pada tahun sebelumnya harganya 14.000 per kg. Biaya pengeluaran yang meningkat akan menyebabkan keuntungan akhir (laba) yang didapatkan menjadi rendah apabila produk dijual dengan harga yang sama. Biaya pengeluaran yang tinggi harus disesuaikan dengan harga penjualan agar laba yang didapatkan tetap seimbang atau sama, namun perusahaan cenderung akan kehilangan pasarnya. PT. X tidak dapat menaikkan harga jual produk begitu saja seiring dengan peningkatan bahan baku dan UMR. Langkah yang dapat diambil adalah dengan menurunkan biaya produksi sehingga laba yang didapatkan tetap optimal meskipun harga jual tetap sama. Analisis terhadap proses produksi dan mencari peluang peningkatan proses di lima departemen dilakukan

untuk mengetahui proses apa yang dapat dihilangkan. Cara untuk mengurangi pemborosan adalah dengan mengidentifikasi proses *non value added* (NVA). Proses NVA merupakan proses yang tidak perlu yang mana proses tersebut tidak memberikan nilai tambah pada produk. Dampak dari pengurangan atau penghilangan proses NVA adalah biaya dapat menurun. PT. X berharap dengan hasil evaluasi dari identifikasi proses NVA maka dapat mengambil tindakan perbaikan sehingga dapat meningkatkan efisiensi pada proses produksi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bagian departemen produksi. Waktu penelitian dilakukan mulai Februari hingga Mei 2019. Pengambilan data dalam penelitian ini antara lain berupa pengamatan secara langsung, dokumentasi, dan wawancara. Tahap awal penelitian ini yaitu dilakukan analisis proses (*operation analysis*). Tahap selanjutnya setelah dilakukan analisis proses adalah menggunakan pendekatan *waste analysis*, *motion study*, *line balancing*, dan pengukuran waktu kerja.

Operation Analysis

Operation analysis menurut Niebel [1] adalah studi yang digunakan untuk menganalisis elemen produktif dan non-produktif dari sebuah operasi. *Operation analysis* bertujuan untuk meningkatkan

¹ Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: natashaanauli@icloud.com

produktivitas, mengurangi waktu kerja dan biaya serta meningkatkan kualitas produksi. *Operation analysis* digunakan oleh *methods analysis* untuk mengembangkan metode yang lebih baik dalam melakukan pekerjaan dengan menyederhanakan prosedur operasional, penanganan material, dan menggunakan peralatan secara lebih efektif. Menurut Niebel [1] terdapat 9 poin dasar dalam operasi analisis yaitu *operation purpose, part design, tolerance and specifications, material, manufacture sequence and process, setup and tools, material handling, plant layout, work design*.

Lean Manufacturing

Lean manufacturing menurut Wilson [2] adalah metode yang digunakan untuk membantu mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi pada lini produksi sehingga dapat menurunkan biaya produksi. Metode ini dipopulerkan oleh *Toyota Motor Corporation* dalam *Toyota Production System* (TPS). Tujuan dari *lean manufacturing* adalah meningkatkan efisiensi sehingga dapat meningkatkan *value* (nilai) yang akan diberikan pada *customer* dan dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Peningkatan keuntungan ini didapatkan karena biaya produksi dapat ditekan dengan cara menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*).

Waste

Waste atau pemborosan adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam suatu proses produksi yang dapat menurunkan produktivitas menurut Shingo [3]. Pemborosan yang terdapat dalam proses produksi harus dikurangi atau dihilangkan agar proses produksi semakin cepat dan efektif. *Toyota Production System* (TPS) telah mengelompokkan *seven waste* yang terjadi pada proses produksi. *Waste* menurut Liker [4] adalah produksi berlebih, menunggu, transportasi yang tidak perlu, memproses secara berlebih, persediaan berlebih, gerakan yang tidak perlu, dan produk cacat.

Motion Study

Motion study atau studi gerak adalah proses menganalisis dengan cermat dari gerakan tubuh yang digunakan untuk melakukan suatu pekerjaan.

Tujuan dari *motion study* ini adalah untuk menghilangkan atau mengurangi gerakan yang tidak efektif dan mempercepat gerakan yang efektif. Menurut Niebel [1] studi gerak ini juga berguna untuk mengetahui gerakan yang paling cepat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan usaha yang

minimum. Alat bantu yang digunakan dalam *motion study* adalah Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri. PTKTK digunakan untuk menggambarkan semua gerakan saat bekerja dan hubungan antara kedua tangan tersebut. Kegunaan PTKTK menurut Satalaksana [5] adalah:

- Menyeimbangkan gerakan kedua tangan dan mengurangi kelelahan.
- Menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien.
- Sebagai alat untuk menganalisa stasiun kerja.

Line Balancing

Line balancing menurut Gasperz [6] merupakan penyeimbangan aktivitas dari elemen-elemen pekerjaan dalam suatu stasiun kerja. Stasiun kerja dapat didefinisikan sebagai sekelompok orang atau mesin yang melakukan tugas-tugas dalam merakit suatu produk. *Line balancing* digunakan untuk menjawab permasalahan penentuan jumlah orang atau jumlah mesin dan tugas-tugas yang diberikan kepada masing-masing sumber daya. *Line balancing* akan berujung pada penambahan atau pengurangan kapasitas.

Pengukuran Waktu Kerja

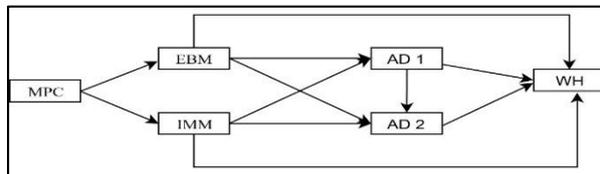
Pengukuran waktu kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki ketrampilan rata-rata dan terlatih baik dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Menurut Wignjosoebroto [7] pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu baku dari penyelesaian pekerjaan dalam suatu sistem yang telah berjalan dengan baik. Pengukuran waktu kerja memiliki beberapa prinsip menurut Astuti [8], yaitu pengukuran mengenai waktu yang dibutuhkan, tenaga yang diperlukan dan juga pertimbangan psikologis serta fisiologis. Cara untuk mengukur waktu adalah dengan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan bantuan alat-alat yang telah disediakan. Data yang diperlukan untuk mendapatkan waktu yang presisi dengan kenyataan sangat banyak.

Hasil dan Pembahasan

PT. X mempunyai lima departemen produksi yang mempunyai alur proses dan memproduksi jenis produk yang berbeda. Departemen produksi antara lain *Material Planning and Coloring* (MPC), *Extrusion Blow Moulding* (EBM), *Injection Moulding Machine*

(IMM), *Decoration Printing* (AD 1), dan *Assembling* (AD 2).

Proses produksi pada PT. X dimulai ketika departemen MPC memberikan *raw material* produksi ke departemen EBM dan IMM. *Raw material* akan diolah menjadi produk WIP (*work in process*) dan *finish good* pada departemen EBM dan IMM. Produk WIP dari kedua departemen tersebut akan dikirim ke departemen AD 1 atau departemen AD 2, sedangkan *finish good* akan langsung dikirim ke WH (*warehouse*). Produk WIP yang telah diproses di departemen AD 1 akan menjadi *finish good* yang akan dikirim ke WH atau produk WIP yang akan dikirim ke AD 2. Produk WIP yang masuk ke AD 2 baik dari departemen EBM, IMM, dan AD 1 akan dirakit sehingga menjadi *finish good* dan akan dikirim ke WH. Gambaran proses departemen produksi pada PT. X dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambaran proses departemen produksi pada PT. X

Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan adalah tingginya harga bahan baku dan meningkatnya upah operator, yang membuat biaya produksi juga meningkat. Permasalahan tersebut membuat perusahaan ingin menurunkan biaya produksi dan memperbesar output produksinya agar biaya pembuatan produk dapat ditekan. Upaya yang dapat dilakukan dengan cara melakukan analisa terhadap proses produksi yang berjalan dan mencari peluang perbaikan dari proses produksi tersebut. Pengamatan dilakukan pada setiap proses di 5 departemen, yaitu MPC, EBM, IMM, AD 1, dan AD 2. Hasil pengamatan menunjukkan terdapat beberapa yang dapat diperbaiki.

Identifikasi Proses NVA dan Waste pada Departemen EBM

Produk yang berjalan tiap harinya berbeda-beda sehingga sulit untuk mengamati semua produk maka produk yang diamati adalah produk yang *long run* untuk bulan Februari hingga Mei 2019. Produk yang ditemukan memiliki proses NVA adalah produk BT1111 dan BT2222.

Identifikasi unnecessary NVA pada produk BT1111

Produk BT1111 teridentifikasi memiliki proses NVA dalam proses produksinya. Proses NVA ditemukan ketika pengamatan langsung dilakukan. Proses produksi BT1111 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proses produksi BT1111

Kategori	Proses
VA	<i>Blow molding</i> , memotong afval bagian atas dan bawah botol, melakukan <i>packing</i>
NVA-N	Menuang material ke dalam <i>hoper</i> , melakukan inspeksi
NVA-UN	Melakukan proses pengukuran dan pemilahan

Proses produksi terbagi menjadi proses umum dan proses tambahan. Proses umum untuk memproduksi BT1111 yang dilakukan oleh *selector*. Proses tambahan merupakan proses yang dilakukan ketika terjadi ditemukan kesalahan oleh *inspector*. Kecacatan yang ditemukan adalah perbedaan dimensi mulut botol antara produk jadi dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Kecacatan ini mengakibatkan *reject* sebesar 3.82% yang dapat dilihat pada Tabel 2. Produk jadi akan dikembalikan dan dilakukan pemeriksaan ulang, yaitu pengukuran dan pemilahan botol. Proses pengukuran dan pemilahan botol merupakan proses yang NVA.

Proses pengukuran dan pemilahan ini tidak akan dilakukan apabila produk yang dihasilkan bagus sesuai dengan spesifikasi produk. Mulut botol yang tidak sesuai dimensi ini ada akibat *mold* (cetakan) yang digunakan telah tua sehingga tidak dapat memproduksi dengan baik. *Mold* mempunyai penjadwalan untuk diperbaiki secara berkala namun terkadang terlambat atau tidak dilakukan sesuai jadwal. Hal tersebut menyebabkan *waste defect*.

Tabel 2. Data *reject* bulan februari 2019

Minggu	Data <i>Reject</i> Bulan Februari 2019		
	Jumlah Produksi (pcs)	Jumlah <i>Reject</i> (pcs)	Persentase
1	7051	220	3.12%
2	97371	3519	3.61%
3	92093	3884	4.21%
4	96523	3562	3.69%
Total	293038	11185	3.82%

Over processing waste pada produk BT2222

Proses NVA teridentifikasi pada proses produksi yang dilakukan. Proses produksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Proses produksi BT2222

Kategori	Proses
VA	<i>Blow molding</i> , memotong afval bagian atas dan bawah botol,
NVA-N	Menuang material ke dalam hoper, melakukan inspeksi, melakukan tes kebocoran udara
NVA-UN	Melakukan tes kebocoran udara kedua

Proses produksi untuk BT2222 dilakukan seperti pada Tabel 3. Proses produksi terbagi menjadi proses umum dan proses tambahan. Proses tambahan pada proses ini merupakan proses yang NVA-UN. Proses VA dan proses NVA-N dilakukan untuk semua produk yang diproduksi. Proses NVA-UN merupakan proses tambahan yang dilakukan pada produk yang telah di *reject* pada proses tes kebocoran yang bertam dilakukan. Tes kebocoran udara telah masuk ke dalam IK sebagai tindakan pencegahan agar botol bolong tidak kelolosan.

Produk yang telah lolos inspeksi akan ditaruh ke konveyor untuk dilakukan tes kebocoran udara. Tes kebocoran udara ini bertujuan untuk mendeteksi kebongolan. Sensor pada mesin akan mendeteksi botol yang berjalan sehingga ketika botol telah tepat berada di bawah alat tes, maka mesin akan memasukkan udara ke dalam botol. Botol yang terdeteksi oleh mesin memiliki defect kebocoran, otomatis akan dibuang ke dalam keranjang oleh mesin. Botol yang terdeteksi memiliki *defect* kebocoran tidak akan langsung dinyatakan produk *reject*. Botol yang terdeteksi memiliki *defect* ini akan masuk ke proses tes kebocoran udara kedua.

Proses ini dilakukan akibat mesin yang sering *error* dalam medeteksi. Akibat dari kesalahan sensor ini menyebabkan botol yang telah otomatis dibuang oleh mesin, harus melalui proses tes kebocoran yang kedua untuk memverifikasi apakah botol tersebut memiliki *defect* atau tidak. Proses pengulangan tes kebocoran udara yang kedua merupakan proses NVA yang menyebabkan *waste over processing*. Kejadian kesalahan sensor ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kejadian kesalahan sensor

Pengamatan Ke-	Produk yang di tes (pcs dalam 1 menit)	Jumlah <i>reject</i> pertama (pcs)	Persentase
1	10	1	10%
2	14	2	14%
3	13	2	15%
4	17	4	24%
5	14	3	21%

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi botol yang jatuh dan data diambil secara acak selama operator melakukan pekerjaannya. Pengambilan waktu dilakukan selama satu menit untuk mengetahui berapa kejadian botol yang tidak bocor namun dianggap *reject* oleh mesin sehingga botol harus dilakukan pengetesan kebocoran udara yang kedua. Jumlah produk yang melewati mesin kebocoran udara dalam satu menit adalah sebanyak 10 hingga 17 produk dan jumlah *reject* untuk pengetesan kebocoran udara adalah sebanyak 1 hingga 4 botol. Tes kebocoran udara kedua mendapati bahwa 3 dari 12 botol mengalami *reject* atau sebesar 25%.

Mesin tes kebocoran udara apabila mempunyai sensor yang akurat maka proses pengulangan tes tidak perlu diulang. Usulan agar *error* sensor dapat dikurangi atau dihilangkan dengan melakukan kalibrasi berkala pada sensor. Kalibrasi yang dilakukan pada sensor adalah mengatur kembali penyetingan mesin sehingga sensor dapat membaca produk yang berjalan dengan baik. Sensor pada mesin tes kebocoran apabila di kalibarsi akan membantu menjamin hasil-hasil pengetesan sesuai dengan standar yang ada dan akan menghilangkan *waste over processing*.

Identifikasi Proses NVA dan Waste pada Departemen IMM

Produk long run yang berjalan pada departemen IMM terdapat 14 produk. Pengamatan dilakukan dan ditemukan satu produk memiliki proses NVA, yaitu CM499.

Transportation waste pada produk CM499

Proses NVA yang terjadi adalah operator harus berjalan jauh untuk mengambil komponen produk. Proses produksi untuk CM499 dapat dilihat pada Tabel 5. Produk CM444 terdiri atas dua komponen yaitu *cover* dan *base*. *Cover* dan *base* ini diproduksi pada mesin yang berbeda.

Tabel 5. Proses operasi produk CM499

Kategori	Proses
VA	<i>Injection molding</i> , merakit komponen <i>cover</i> dan <i>base</i> Menuang material ke dalam hoper,
NVA-N	melakukan inspeksi <i>base</i> , memotong komponen <i>base</i> , melakukan inspeksi <i>cover</i> , memotong komponen <i>cover</i>
NVA-UN	Berjalan mengambil komponen <i>cover</i>

Sebelumnya, proses *packing* produk CM444 ini secara terpisah berdasarkan jenis komponennya dan akan dilakukan proses perakitan di AD 2. Sekarang,

departemen IMM mencoba untuk merakit produk langsung di IMM sehingga tidak perlu dikirim ke departemen AD 2. Perakitan yang dilakukan yaitu menggabungkan cover dan base serta memasang pin diantara kedua komponen.

Proses NVA pada produk ini muncul dikarenakan letak antara mesin yang memproduksi *cover* dan mesin yang memproduksi *base* berjauhan. Perakitan dilakukan di dekat mesin yang memproduksi *base*. Akibat yang timbul dari masalah ini adalah *waste transportation*, operator harus berjalan untuk mengambil produk *cover* agar dapat dirakit. Proses NVA pada produk CM444 ini muncul akibat adanya orderan yang tiba-tiba masuk dan bersifat *urgent*.

Operator yang bekerja pada produksi CM444 berjumlah tiga orang. Salah satu operator akan berjalan ke mesin yang memproduksi komponen *cover* kemudian membawanya ke mesin yang memproduksi *base* agar dapat dirakit. Hasil pengamatan mendapati bahwa untuk sekali perjalanan mengambil komponen *base* dibutuhkan waktu 76 detik. Frekuensi operator berjalan bolak-balik dalam sehari ditentukan oleh seberapa cepat operator merakit *cover* dan *base* sehingga operator harus mengambil komponen *cover* kembali dan seberapa banyak operator mengambilnya dalam satu kali pengambilan. Frekuensi operator berjalan dalam sehari adalah sebanyak 30 kali dengan sekali pengambilan sebanyak 25 kali *injection*, dimana sekali *injection* menghasilkan 8 buah *cover*.

Usulan perbaikan untuk proses NVA ini adalah dengan mengurangi frekuensi operator melakukan perjalanan bolak-balik mengambil komponen *cover*. Frekuensi operator berjalan dapat dikurangi dengan cara menambah produk yang diambil. Produk yang diambil 25 kali *injection* untuk sekali jalan ditambah sehingga menjadi 50 kali *injection*. Usulan ini akan mengurangi frekuensi operator berjalan hingga 50%. Penambahan ini memerlukan *box* kuning yang bertujuan agar membantu operator menampung 50 kali *injection cover* dalam proses perpindahannya.

Identifikasi Proses NVA dan Waste pada Departemen AD 2

Pengamatan awal untuk identifikasi proses NVA dan *waste* pada seluruh lintasan AD 2. Proses NVA ditemukan pada produk PT888. Produk PT888 ditemukan peluang perbaikan yaitu penyeimbangan lintasan dan studi gerak.

Penyeimbangan lintasan di AD 2 untuk produk PT888

Pengamatan dilakukan pada lini produk PT888 yang dioperasikan oleh enam orang operator. Produk PT888 yang dirakit oleh operator memerlukan lima operasi dan dua operasi gabungan (operasi dan inspeksi). Produk Operasi-operasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Operasi pada PT888

Operasi Ke-	Uraian Proses
1	Memasang <i>doubletape</i> pada <i>hi-sheet</i>
2	Menggabungkan <i>hi-sheet</i> dengan <i>cover</i> (A)
3	Menginspeksi dan <i>packing</i> A
4	Menggabungkan <i>base</i> dan <i>inner</i>
5	Menginspeksi dan <i>packing</i> BY
6	Menata <i>plug</i>
7	Melakukan <i>packing</i> akhir

Pengukuran waktu kerja dilakukan sebanyak 15 kali untuk elemen proses yang melakukan pekerjaan manual selama pengamatan sehingga proses pengepresan mesin A dan mesin BY tidak dilakukan pengukuran waktu. Pengukuran waktu perakitan diukur menggunakan *stopwatch*. Hasil pengukuran waktu kerja dapat dilihat pada Tabel 7. Data hasil pengukuran waktu tersebut akan digunakan untuk menghitung waktu baku dalam merakit satu PT888.

Tabel 7. Hasil pengukuran waktu

Percobaan	Operasi Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2.21	1.93	2.29	2.95	2.10	1.72	0.41
2	2.13	1.95	2.03	2.74	1.98	1.65	0.45
3	2.10	1.92	1.97	2.81	2.06	1.85	0.37
4	2.24	1.96	2.08	2.76	2.22	1.79	0.40
5	2.36	1.95	2.09	2.89	2.17	1.71	0.43
6	2.33	1.92	2.41	2.64	2.14	1.81	0.37
7	2.31	1.99	2.29	2.72	2.25	1.89	0.38
8	2.43	2.10	2.41	2.86	2.19	1.57	0.36
9	2.14	2.04	2.28	3.12	2.04	1.80	0.42
10	2.28	2.30	2.66	2.87	2.00	1.73	0.39
11	2.37	1.97	1.95	3.01	1.98	1.66	0.31
12	2.20	1.96	2.37	2.63	1.97	1.63	0.39
13	2.19	1.82	2.21	2.91	2.08	1.59	0.43
14	2.27	1.88	1.95	2.88	2.10	1.66	0.39
15	2.31	2.09	1.99	2.89	2.22	1.7-	0.40

Data hasil pengukuran telah normal, seragam, dan cukup sehingga akan diolah ke dalam waktu baku. Perhitungan waktu baku ditujukan untuk mendapatkan waktu kerja operator secara wajar,

normal, dan yang paling terbaik. Perhitungan ini dapat dilakukan jika data waktu yang dimiliki normal, seragam, dan cukup. Perhitungan waktu baku dipengaruhi oleh *allowance* sebesar 10% yang dapat dilihat pada Tabel 8 dan *performance rating* tiap operator yang dapat dilihat pada Tabel 9. Penilaian *performance rating* dilakukan oleh supervisor di departemen AD 2, karena penilaian ini haruslah dinilai oleh seseorang yang mengenal dengan baik cara kerja operator. Hasil perhitungan waktu baku dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 8. *Allowance* pekerja

Faktor	Nilai
<i>Personal need</i>	5
<i>Basic Fatigue</i>	4
<i>Unavoidable Delay</i>	1
Total	10

Tabel 9. *Performance rating* operasi pertama

Faktor	Kategori	Nilai
<i>Skill</i>	<i>Fair (E1)</i>	-0.05
<i>Effort</i>	<i>Excellent (B2)</i>	0.06
<i>Condition</i>	<i>Average (D)</i>	0.00
<i>Consistency</i>	<i>Average (D)</i>	0.00
	Total	0.01

Nilai *performance rating* sebelum diolah ke dalam perhitungan waktu baku, total dari *performance rating* akan ditambah nilai 1 terlebih dahulu. Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan seseorang untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan kondisi yang normal. Waktu baku didapatkan dari waktu normal dan penambahan *allowance*. Waktu normal didapatkan dari waktu siklus dan penambahan *performance rating*. Berikut adalah perhitungan waktu baku dari operasi pertama, memasang doubletape pada hi-sheet.

$$ws = \frac{\sum xi}{n} \tag{1}$$

$$ws = \frac{33.87}{15} = 2.26 \text{ s}$$

$$wn = ws \times p \tag{2}$$

$$wn = \frac{33.87}{15} = 2.26 \text{ s}$$

$$wb = wn \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \tag{3}$$

$$wb = 2.28 \times \frac{100\%}{100\% - 10\%} = 2.53 \text{ s}$$

Tabel 10. Hasil perhitungan waktu baku

Waktu (s)	Operasi Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
Ws	2.26	1.99	2.19	2.85	2.10	1.72	0.39
Wn	2.28	2.20	2.36	3.07	2.37	1.65	0.38
Wb	2.53	2.45	2.64	3.41	2.64	1.83	0.44

Waktu baku terlama ada pada proses keempat yaitu menggabungkan base dan inner yaitu selama 3.41 detik. Waktu baku tersingkat ada pada proses packing akhir yaitu selama 0.44 detik. Operasi 1, 4, dan 6 merupakan operasi yang berjalan bersamaan. Operasi 2 dan 5 dilakukan apabila proses operasi sebelumnya telah selesai dilakukan. Operasi 7 dilakukan ketika seluruh proses operasi telah selesai dilakukan. Operasi 1, 2, 3, 4, dan 5 dilakukan oleh masing-masing satu operator, sedangkan operasi 6 dan 7 dirangkap oleh satu operator. Peluang perbaikan yang ditemukan adalah pada proses operasi keenam. Proses operasi keenam dibutuhkan waktu 1.83 detik dimana proses yang berjalan bersamaan membutuhkan waktu 2.53 detik dan 3.41 detik. Operator operasi keenam, yang menata *plug* akan menganggur karena menunggu proses lainnya.

Produk PT-083 di produksi dan dirakit setiap harinya. Waktu kerja operator adalah 8 jam untuk tiap shiftnya, 7 jam kerja dan 1 jam istirahat. Perakitan yang dilakukan pada departemen AD 2 adalah sebanyak 7200 buah setiap shiftnya, sehingga total yang harus diselesaikan dalam waktu satu jam adalah 1028 buah. Produk akan dikemas ke dalam karton per 256 buah. Waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing operator untuk menyelesaikan pekerjaannya dapat dilihat pada Tabel 12. Operator keenam, yang melakukan penataan *plug* dan *packing akhir* mempunyai total waktu kerja yang lebih singkat dibandingkan operasi lainnya yaitu 4.07 jam dan 0.88 jam. Waktu pengerjaan *packing akhir* tidak dikerjakan secara terus menerus, melainkan menunggu operasi lain selesai. Operator keenam mempunyai waktu perakitan yang singkat menyebabkan operator dapat menganggur.

Tabel 12. Waktu operator menyelesaikan pekerjaan

Keterangan	Waktu yang Dibutuhkan untuk Menyelesaikan Pekerjaan						
	OP-1	OP-2	OP-3	OP-4	OP-5	OP-6	OP-7
WB	2.53	2.45	2.64	3.41	2.64	1.83	0.44
Available time (s)	25200						
Standart output	7200						
Waktu penataan per kardus (s)	647.68	627.2	675.84	872.96	675.84	468.48	28.16
Waktu packing sementara per kardus	-	-	45	-	60	55	-
Total waktu per 28 kardus (s)	18135	17562	20184	24443	20604	14657	3154
Total waktu per 28 kardus (h)	5.04	4.88	5.61	6.79	5.72	4.07	0.88

Peluang perbaikan yang dapat dilakukan adalah waktu menganggur operator keenam dialokasikan untuk membantu operator keempat melakukan perakitan.

Percobaan pengalokasian operator keenam ini dilakukan selama 5 hari kerja dan dilakukan percobaan pada *shift* 1. Hasil percobaan pengalokasian operator dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 13. Hasil percobaan pengalokasian operator

Tanggal Percobaan	Output per Jam	Output per Shift
21 Mei 2019	1047	7331
22 Mei 2019	1029	7203
23 Mei 2019	1060	7420
24 Mei 2019	1060	7420
25 Mei 2019	1060	7420

Hasil pengalokasian ini menambah output per shiftnya dari 7200 buah menjadi 7420 buah. Peningkatan output adalah sebesar 220 buah.

Penyeimbangan lintasan di AD 2 untuk produk PT888

Studi gerakan ini bertujuan untuk menambah jumlah output dengan mengurangi waktu siklus. Studi gerakan ini dilakukan pada operator perakitan *base* dan *inner* (BY) produk PT888. Studi gerak ini berguna untuk menghilangkan atau mengurangi gerakan yang tidak efektif dan mempercepat gerakan yang efektif. Alat bantu yang digunakan untuk menganalisis studi gerakan ini adalah peta tangan kanan dan tangan kiri (PTKTK). PTKTK untuk proses penggabungan BY dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 memperlihatkan tangan kiri operator menunggu selama 0.78 detik sembari tangan kanan melakukan pekerjaan lain.

Waktu yang diperlukan untuk membuat satu produk adalah selama 3.41 detik. Aktivitas menggabungkan B dan Y dilakukan dengan pergerakan memutar berulang-ulang diantara kedua komponen, yang dapat dilihat pada Gambar 3. Perbaikan yang akan dilakukan adalah dengan menghilangkan gerakan menunggu pada tangan kiri.

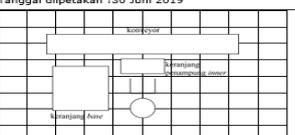
PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Pekerjaan : Perakitan PT888				<input checked="" type="checkbox"/> Sekarang			
Dept : AD 2				<input type="checkbox"/> Usulan			
No Peta : 01							
Dipetakan Oleh : Natasha Nauli							
Tanggal dipetakan : 20 Juni 2019							
				Gambar Produk:			
TANGAN KIRI	JARAK (cm)	WAKTU	LAMBANG		WAKTU	JARAK (cm)	TANGAN KANAN
Menuju tempat B	10	0.86	TE	TE	0.55	0	Menuju tempat Y
Memegang 1 buah B	0		G	G		0	Memegang 1 buah Y
Membawa B mendekati Y	10	0.57	TL	TL	0.53	0	Membawa Y mendekati B
Menggabungkan B dengan Y	0	1.20	A	A	1.20	0	Menggabungkan Y dengan B
Melepaskan B	0	0.10	RL				
Menuju ke tempat B	10	0.68	TE	H	0.20	0	Memegang BY
Memegang B	0		G	TL		17	Menuju konveyor
Memegang B	0		G	RL	0.93	0	Melepaskan BY
TOTAL	30	3.41	RINGKASAN		3.41	17	TOTAL
WAKTU TIAP SIKLUS: 3.41 detik							
JUMLAH PRODUK TIAP SIKLUS: 1							
WAKTU UNTUK MEMBUAT SATU PRODUK: 3.41							

Gambar 2. PTKTK PT888 sekarang

Bentuk perbaikan yang dilakukan adalah pembagian pekerjaan yang akan dilakukan pada tangan kiri dan tangan kanan agar dapat lebih seimbang. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- Gerakan perakitan tidak perlu dengan cara memutar, karena produk setelah digabung akan di-press oleh mesin pengepres otomatis.
- Dalam sekali pengambilan produk, diambil lebih dari satu sehingga akan menghilangkan proses menunggu, karena tangan operator akan terus bergerak.
- Proses penggabungan dilakukan langsung di atas konveyor.

Pembagian pergerakan tangan untuk penggabungannya dapat dilihat pada Gambar 4.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Pekerjaan : Perakitan PT888				<input type="checkbox"/> Sekarang <input checked="" type="checkbox"/> Usulan			
Dept : AD 2							
No Peta : 02							
Dipetakan Oleh : Natasha Nauli							
Tanggal dipetakan : 30 Juni 2019				Garbac Produk: 			
							
TANGAN KIRI	JARAK (cm)	WAKTU	LAMBANG		WAKTU	JARAK (cm)	TANGAN KANAN
Menuju ke tempat B	10	1.10	TE	TE	1.10	10	Menuju ke tempat B
Memegang 3 buah B			G	G			Memegang 3 buah B
Membawa menuju ke konveyor	17	0.20	TL	TL	0.20	17	Membawa menuju ke konveyor
Memposisikan B di atas konveyor	0	0.52	P	P	0.52	0	Memposisikan B di atas konveyor
Meletakkan B di atas konveyor	0	0.18	RL	RL	0.18	0	Meletakkan B di atas konveyor
Menuju ke tempat Y	0	1.10	TE	TE	1.10	0	Menuju ke tempat Y
Memegang 3 buah Y			G	G			Memegang 3 buah Y
Membawa menuju ke konveyor	10	0.20	TL	TL	0.20	10	Membawa menuju ke konveyor
Memposisikan Y di atas B	0	0.52	P	P	0.52	0	Memposisikan Y di atas B
Meletakkan Y di atas B	0	0.18	RL	RL	0.18	0	Meletakkan Y di atas B
TOTAL	37	4			4	37	TOTAL
RINGKASAN							
WAKTU TIAP SIKLUS: 4							
JUMLAH PRODUK TIAP SIKLUS: 6							
WAKTU UNTUK MEMBUAT SATU PRODUK: 0.667							

Gambar 3. PTKTK PT888 usulan

Gambar 3 menunjukkan usulan peta tangan kanan tangan kiri untuk proses penggabungan BY. Proses penggabungan yang awalnya setiap siklus menghasilkan 1 buah, pada usulan jumlah produk setiap siklus yang dihasilkan adalah sebanyak 6 buah. Waktu tiap siklusnya meningkat dari 3.41 detik menjadi 4 detik. Proses penggabungan dengan cara memutar BY dihilangkan dan diganti dengan proses meletakkan Y di atas B.

Simpulan

Upaya perbaikan proses produksi di PT. X bertujuan untuk mencari peluang peningkatan proses di lima departemen produksi. Pebaikan proses dilakukan agar dapat memperoleh keuntungan yang optimal meskipun terjadi kenaikan pada upah pekerja dan harga bahan baku. Analisis terhadap proses produksi dilakukan untuk mengetahui proses NVA yang ada. *Operation analysis, motion study, line balancing, dan waste*, digunakan dalam tahap analisis.

Peluang peningkatan proses ditemukan pada produk-produk yang diproduksi pada tiga departemen, yaitu departemen EBM, IMM, dan AD 2. Produk yang ditemukan merupakan produk yang diproduksi *long run*, antara lain produk BT8364, BT8365, CM499, dan PT888.

Usulan perbaikan diterapkan pada salah satu produk, yaitu PT888. Proses pada produk PT888 dilakukan penyeimbangan lintasan. Peluang peningkatan proses ditemukan, yaitu dengan mengalokasikan pekerja yang menganggur. Implementasi pengalokasian pekerja dilakukan setelah berdiskusi dengan pihak perusahaan. Hasil implementasi didapatkan bahwa output produksi naik dari 7200 buah menjadi 7420 buah.

Perbaikan terus menerus harus dilakukan sesuai dengan prinsip *Toyota Way*, yaitu melakukan *continuous improvement*. Perbaikan yang lebih lanjut akan menurunkan biaya produksi yang akan berdampak pada peningkatan keuntungan yang optimal. Saran bagi perusahaan adalah mencari segala peluang terjadinya proses NVA pada proses produksi agar dapat meningkatkan proses pada departemen produksi, melakukan analisis secara berkala terhadap proses produksi, melakukan standarisasi proses produksi sehingga proses NVA tidak terjadi pada produk lainnya.

Daftar Pustaka

1. Niebel, B. W., *Methods, Standards, and Work design.*, McGraw-Hill Higher Education, Boston, 2014., 13th ed.
2. Wilson, L., *How to Implement Lean Manufacturing.*, McGraw-Hill Higher Education, United States: 2010.
3. Shingo, S., *A study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint.*, Productivity Press, Portland, 1990.
4. Liker, J., *The Toyota Way.* McGraw-Hill Higher Education, United States, 2006.
5. Sutalaksana, dkk. *Teknik Perancangan Sistem Kerja.* ITB, Bandung, 2006.
6. Gasperz, V., *Production Planning and Inventory Control.* Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2004.
7. Wignjosebroto, S., *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknin Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja.* Guna Widya, Surabaya, 2008.
8. Astuti, R., and Iftadi, I., *Analisis dan Perancangan Sistem Kerja.* Deepublish, Yogyakarta, 2016.