

USULAN PERBAIKAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS FILLING PLANT DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* PADA PT SMART Tbk SURABAYA

Darminto Pujotomo^{*)}, Dian Novia Rusanti^{*)}

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Semarang 50239
Telp. (024) 7460052

Abstrak

Dalam industri manufaktur, produktivitas merupakan kemampuan perusahaan untuk mengoptimalkan output dari input yang digunakan. Output yang dihasilkan harus dapat memenuhi demand konsumen. PT Smart Tbk Surabaya merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak dalam produksi pengolahan minyak kelapa sawit. Dalam proses produksinya terjadi ketidakseimbangan output produksi dengan demand konsumen yang harus dipenuhi. Hal tersebut terjadi karena adanya waste selama proses filling. Permasalahan ini diselesaikan dengan pendekatan Lean Manufacturing dengan memberikan usulan improvement pada proses filling dengan menggunakan metode Line Balancing. Value stream mapping digunakan untuk mengidentifikasi waste yang terjadi selama proses filling berlangsung. Tools yang digunakan dalam lean manufacturing dan line balancing ini digunakan untuk mereduksi cycle time. Berdasarkan hasil analisis didapatkan empat usulan improvement yaitu perbaikan alur proses filling, penggabungan operasi kerja plugging dan capping, continuous flow dengan line balancing dan redesign layout. Usulan improvement tersebut dapat menekan tingkat defect, mengurangi total operation time menjadi 188,55 detik/batch, meningkatkan efisiensi lini menjadi 79,83% dan menurunkan delay time menjadi 23%.

Kata Kunci: produktivitas; waste; lean manufacturing; value stream mapping; line balancing

Abstract

Productivity is the company's ability to optimize output from all input that they use to production. The output they produce must fulfill the customer demand. PT Smart Tbk Surabaya is one of the private manufacturing industries which are existed in the processing of palm oil. There are unbalance condition during processing the product. The output of the production is different from the customer demand. It happened because there are some wastes during the filling process. This research is focus on solving the problem by using Lean Manufacturing and creating the improvement in filling proces by using line balancing method. The purpose of value stream mapping is to identify waste during filling process. Tools of lean manufacturing and line balancing are used to reduction the cycle time in a palm oil production. Based on the analysis, there will be four improvements. They are improvement the sequence of filling process; combine the operation of plugging and capping, continuous flow by line balancing and layout redesign. This improvement can reduce the defect rate, the number of operation time up to 188.55 second/batch, increase the line efficiency to be 79.83% and decrease the delay time to be 23%.

Keyword: productivity; waste; lean manufacturing; value stream mapping; line balancing

Pendahuluan

Dalam rangka meningkatkan kualitas produk dan pelayanan terhadap konsumen sebaiknya perusahaan memikirkan cara untuk meningkatkan produktivitas dengan tetap memperhatikan kualitas

yang baik. Hal ini penting karena peningkatan produktivitas berbanding lurus dengan peningkatan keuntungan perusahaan tanpa perlu menaikkan harga jual produknya. Dengan demikian permintaan konsumen dapat terpenuhi dengan baik.

PT Smart Tbk merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak dalam produksi pengolahan minyak kelapa sawit. Produk yang dihasilkan adalah minyak goreng dan margarine. Dalam melakukan kegiatan produksinya PT Smart Tbk tidak lepas dari

^{*)} Penulis Korespondensi.
email: darminto_pujotomo@yahoo.com,
diannoviaar@gmail.com

dilakukan. Tujuan akhir pada line balancing adalah memaksimalkan kecepatan di tiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di tiap stasiun.

Ada beberapa istilah yang lazim digunakan dalam line balancing. Berikut adalah istilah-istilah yang dimaksud (Baroto, 2002):

1. Precedence diagram
Precedence diagram digunakan sebelum melangkah pada penyelesaian menggunakan metode keseimbangan lintasan.
2. Assemble Product
Assemble Product adalah produk yang melewati urutan work station dimana, setiap work station memberikan proses tertentu hingga selesai menjadi produk akhir pada perakitan akhir.
3. Waktu menunggu (Idle Time)
Dimana operator atau pekerja menunggu untuk melakukan proses kerja ataupun kegiatan operasi yang selanjutnya akan dikerjakan. Selisih atau perbedaan antara *Cycle time* (CT) dan Stasiun *Time* (ST), atau CT dikurangi Stasiun *Time* (ST).

$$Idle\ Time = n.Ws - \sum_{i=1}^n W_i \quad \dots(1)$$

Keterangan:

- n = Jumlah stasiun kerja.
Ws = Waktu stasiun kerja terbesar.
Wi = Waktu sebenarnya pada stasiun kerja.
i = 1,2,3,...,n.

4. Keseimbangan Waktu Senggang (Balance Delay)
Balance delay merupakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu mengganggu sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna diantara stasiun-stasiun kerja. Balance delay dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D = \frac{n.C - \sum t_i}{(n.t_i)} \times 100\% \quad \dots(2)$$

Keterangan:

- D = Balance delay (%)
C = Waktu siklus.
N = Jumlah stasiun kerja.
 $\sum t_i$ = Jumlah semua waktu operasi.
ti = Waktu operasi.

5. Line efficiency merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan jumlah stasiun kerja atau jumlah efisiensi stasiun kerja dibagi jumlah stasiun kerja.

$$Line\ Efficiency = \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{(K)(CT)} \times 100 \quad \dots(3)$$

Keterangan:

- Sti = Waktu stasiun kerja dari ke-i.
K = Jumlah stasiun kerja.
CT = Waktu siklus.

6. Smoothes index (SI) adalah suatu indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_{i_{maks}} - ST_i)^2} \quad \dots(4)$$

Keterangan:

- ST = Maksimum waktu di stasiun
Sti = Waktu stasiun di stasiun kerja ke-i.

Metodologi Penelitian

Langkah awal dalam penelitian ini adalah pedekatan *Lean manufacturing* melalui tahapan yaitu *value stream mapping*, pengukuran *waste*, identifikasi akar penyebab dengan *fishbone* diagram dan memberikan usulan perbaikan. Berikut penjelasannya.

1. Identifikasi *Waste* dengan VSM

Pada tahap ini dilakukan identifikasi aliran material selama proses *filling* berlangsung, aktivitas sepanjang *value stream*, *cycle time* proses *filling*, dan kebutuhan *man power* pada masing-masing aktivitas,

2. Pengukuran *Waste*

Pengukuran *waste* dilakukan dengan menggunakan dua *tools* yaitu *P-Chart* untuk pengukuran *waste defect* dan diagram pareto untuk mengetahui *waste* paling utama berdasarkan peluang banyaknya kejadian.

3. Analisis Akar Penyebab *Waste*

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui akar penyebab *waste* yang paling utama

4. Usulan Perbaikan dengan *Lean Tools*

Usulan perbaikan yang diberikan berdasarkan kasus yang dihadapi yaitu dengan menggunakan *Line balancing* dan Redesain *layout*. Usulan perbaikan ini diharapkan dapat menjadi *improvement* yang relevan.

VSM: CURRENT STATE MAP

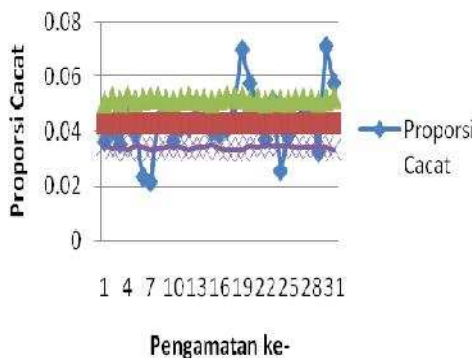
Value Stream Mapping (VSM) menggambarkan secara keseluruhan aktivitas dalam proses *filling*. Dari penggambaran VSM ini dapat memberikan penjelasan mengenai aliran fisik, informasi, material dalam proses *filling*. Hasil VSM dapat dilihat pada Lampiran 1.

Dalam aliran material VSM tersebut ditemukan beberapa pemborosan seperti yang terlihat pada gambar. Diantaranya adanya *waiting*, *unnecessary motion*, dan *defect*. Adanya pemborosan ini menyebabkan proses *filling* pada kemasanJerigentidak berjalan dengan lancar. Adanya *waste waiting* disebabkan karena terjadinya penumpukan *work in process* (WIP). Penumpukan WIP ini dapat diketahui dari jumlah jerigen yang menunggu untuk masuk pada proses selanjutnya. Adanya penumpukan WIP ini dikenal dengan istilah *bottleneck*. *Bottleneck* merupakan aktivitas pemborosan yang terjadi akibat operasi selanjutnya menghasilkan output yang lebih kecil dari operasi sebelumnya. Aktivitas *bottleneck* ini terjadi pada Operasi kedua yaitu operasi *labelling*. Hal ini dapat dilihat dari *output standart* yang dihasilkan dari

masing-masing operasi tersebut. Pada operasi kedua, jumlah *output standart* yang dihasilkan lebih kecil daripada operasi pertama sehingga dapat menyebabkan penumpukan material yang akan dikerjakan. Jumlah penumpukan WIP yang terjadi adalah sebanyak 3279 unit. Selain itu, adanya pemborosan *defect* juga menimbulkan proses *filling* terganggu. Produk *defect* yang dihasilkan dalam proses *filling* ini menyebabkan harus dilakukannya *rework* oleh operator. Akibat yang berkelanjutan dari pemborosan ini adalah operator memiliki kerja tambahan untuk dapat melakukan *rework* terhadap produk *defect* sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dari produk yang seharusnya.

**Pengukuran Waste
P-CHART**

Dari data *defect* yang diambil melalui pengamatan sebanyak 31 kali, total ukuran sampel adalah 155.438 unit dan banyak produk *defect* sebesar 6710. Berdasarkan data tersebut, maka rata-rata jumlah *defect* per hari sebesar 216 unit. Jumlah produk *defect* ini mencapai angka 4,4% dari jumlah produk yang dihasilkan. Perhitungan P-Chart ini dilakukan untuk mengetahui variasi proses dengan menunjukkan proporsi cacat secara keseluruhan. Hal ini dapat diketahui dari besarnya nilai batas pengendali atas atau UCL dan batas pengendali bawah atau LCL melalui perhitungan. Perhitungan nilai UCL dan LCL dapat dilihat pada tabel di bawah ini.



Gambar 1. P-Chart Waste Defect

Berdasarkan P-Chart di atas, terlihat bahwa masih ada nilai *defect* yang berada di luar batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga masih perlu dilakukan tinjauan ulang dan perbaikan proses untuk mengurangi *defect* produk.

Diagram Pareto

1. *Waiting*

Faktor-faktor *waiting* yang terjadi adalah terjadinya penumpukan barang setengah jadi (WIP) selama proses *filling* yang menyebabkan *bottleneck*. Adanya *bottleneck* inilah yang

menjadi indikator *waste waiting* yang digunakan dalam perhitungan.

Tabel 1. Penumpukan WIP

Operasi ke-	Penumpukan WIP
Operasi 2 (Labelling)	1524 unit
Operasi 5 (Capping Luar)	1755 unit
Jumlah WIP	3279 unit

$$\text{Delay Time (DT)} = 59,71 + 30,20 = 89,92 \text{ detik}$$

Persentase *Delay Time* (% DT)

$$= \frac{DT}{OCT} \times 100\% = \frac{89,92}{222,66} \times 100\% = 40,38\%$$

2. *Unnecessary Motion*

Waste motion dapat diidentifikasi dari perbandingan persentase aktivitas VA dengan NVA. Perhitungan *unnecessarry motion* ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2. *Motion Idle*

<i>Motion Idle</i> (NVA)	10,05 detik/batch 1,31 detik/unit
Total Produk	5015 unit
<i>Cycle Time</i>	9,35 detik/unit
Produk yang hilang karena <i>motion</i>	$\frac{1,31 \times 5015}{9,35} = 704 \text{ unit}$

3. *Defect*

Defect yang terjadi pada proses *filling* diketahui pada aktifitas *finishing*. Inspeksi dilakukan secara 100% terhadap produk akhir yang telah selesai dalam proses *filling*. Ketika proses inspeksi diketahui beberapa *defect* yang terjadi, yaitu:

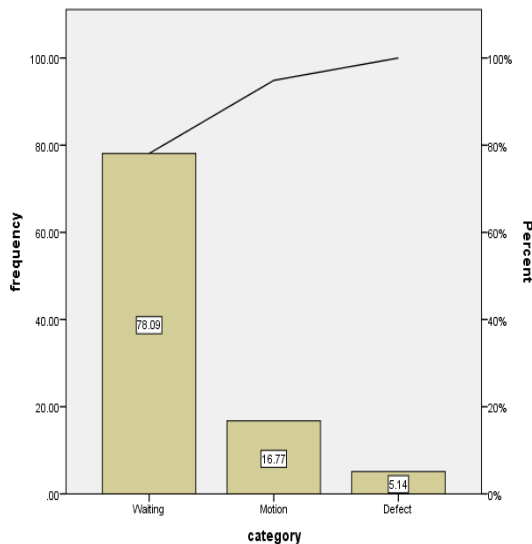
- a. Jerigen rusak
- b. Eiket basah
- c. *Capping* tidak presisi

Prinsip pareto menyatakan bahwa 80% dari masalah berasal dari 20% dari penyebab (Joshua, dkk., 2014). Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh pareto *chart*, dapat diketahui bahwa *waste* utama yang terjadi pada proses *filling* adalah *waste waiting* dengan persentase sebesar 78,09%. *Waste* berikutnya adalah *waste motion* dengan persentase sebesar 16,77% dan terakhir adalah *waste defect* dengan persentase 5,14%.

Akar Penyebab Waste

Berdasarkan hasil dari identifikasi *waste* yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, *waste* terbesar adalah *waste waiting* dengan persentase kejadian sebesar 78,09%. Selanjutnya dilakukan identifikasi akar-akar penyebab masalah dengan

menggunakan bantuan *tools fishbone* diagram. Penentuan akar penyebab yang akan ditampilkan dalam *fishbone* diagram dilakukan berdasarkan faktor *material, method, man, machine*, dan *environment*. Sedangkan untuk mendukung ketelitian akar penyebab dari kelima faktor di atas, dilakukan analisis *5 whys*.



Gambar 2. Diagram Pareto

Akar Penyebab Waste

Berdasarkan hasil dari identifikasi *waste* yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, *waste* terbesar adalah *waste waiting* dengan persentase kejadian sebesar 78,09%. Selanjutnya dilakukan identifikasi akar-akar penyebab masalah dengan menggunakan bantuan *tools fishbone* diagram. Penentuan akar penyebab yang akan ditampilkan dalam *fishbone* diagram dilakukan berdasarkan faktor *material, method, man, machine*, dan *environment*. Sedangkan untuk mendukung ketelitian akar penyebab dari kelima faktor di atas, dilakukan analisis *5 whys*.

Usulan Perbaikan

Lean Tools

1. Perbaikan Alur Proses *Filling*

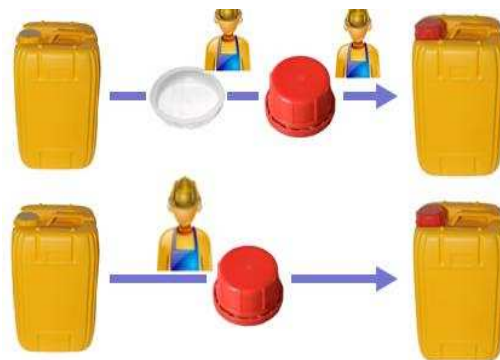
Perubahan alur proses *filling* ini dilakukan dengan memindahkan operasi *labelling* setelah operasi *capping*. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pemindahan pada operasi *labelling* ini yang paling memungkinkan dilakukan karena proses *labelling* tidak akan menjadi masalah jika dilakukan setelah operasi *capping*. Tujuan dari dilakukannya perbaikan ini adalah untuk meminimalkan terjadinya *defect* mengingat penyebab terbesar terjadinya *defect* adalah etiket basah.

Perubahan lainnya yang memungkinkan untuk dilakukan adalah memindahkan satu operator

pada operasi pertama yaitu persiapan jerigen ke operasi *labelling*. Jika pemindahan operator ini diterapkan, maka estimasi waktu yang dibutuhkan untuk lamanya operasi persiapan jerigen adalah dua kali lebih lama dari keadaan saat ini yaitu menjadi 30.16 detik/batch. Sedangkan operasi *labelling* menjadi dua kali lebih cepat karena dikerjakan oleh dua orang operator, yaitu menjadi 37,40 detik/batch.

2. Menghilangkan Operasi Kerja *Plugging*

Menghilangkan operasi kerja pada proses *filling* ini dilakukan pada operasi keempat, yaitu *capping* dalam atau operasi *plugging*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi total *operation time* yang terjadi. *Operation time* pada operasi *capping* dalam dan *capping* luar secara berturut-turut adalah sebesar 11,80 detik/batch dan 42,01 detik/batch. Jika *improvement* ini dilakukan, maka estimasi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan operasi *capping* ini adalah sama dengan operasi *capping* luar yaitu sebesar 42,01 detik/batch.



Gambar 3. *Improvement Cap*

Dari hasil perubahan yang telah dilakukan makadapat dibuat detail waktu dari masing-masing operasi berdasarkan *improvement* yang akan dilakukan.

Tabel 3. *Operation Cycle Time*

Operasi ke-	Nama Operasi	Operation Cycle Time
1	Persiapan Jerigen	30,16 detik/batch
2	<i>Filling</i>	59,04 detik/batch
3	<i>Capping</i>	42,01 detik/batch
4	<i>Labelling</i>	37,40 detik/batch
5	Timbang	11,75 detik/batch
6	<i>Finishing</i>	8,19 detik/batch
Total Operation Time		188,55 detik/batch

3. *Line Balancing*

Metode *line balancing* yang akan digunakan dalam *improvement* ini adalah metode *Killbride-wester*. Penggunaan metode ini bertujuan untuk

menekan waktu mengganggu seminimal mungkin dengan membagi tugas dalam stasiun kerja. $Cycle\ Time = 59,04$ detik
 Penentuan Stasiun Kerja dengan Metode *Killbride-wester*.

Tabel 4. *Line Balancing Details*

SK	OP	OCT	Jumlah OCT	CT	CT-OCT
1	1	30,16	30,16	59,04	28,88
2	2	59,04	59,04	59,04	0
3	3	42,01	42,01	59,04	17,03
	4	37,40			
4	5	11,75	57,34	59,04	1,7
	6	8,19			
Total Waktu			188,55		

$$Delay\ Time\ (DT) = 28,88 + 15,33 = 44,20\ \text{detik}$$

Persentase *Delay Time* (% DT)

$$= \frac{DT}{OCT} \times 100\% = \frac{44,20}{188,55} \times 100\% = 23\%$$

Efisiensi Lintasan (LE)

$$= \frac{\sum OCT}{SK \cdot CT} \times 100\% = \frac{188,55}{4 \times 59,04} \times 100\% = 79,83\%$$

Smoothness Index (SI)

$$= \sqrt{\sum (CT - OCT)^2} = \sqrt{\sum (28,88 + 0 + 17,03 + 1,7)^2} = 33$$

Persentase *delay time* yang didapat jika usulan ini diterapkan adalah sebesar 20%. Hal ini berarti mengalami penurunan *delay time* dari 57% menjadi 20%. Selain itu, efisiensi lintasan mengalami kenaikan dari 42% menjadi 79,83%. Perbaikan yang dilakukan dengan penerapan *line balancing* ini cukup signifikan untuk meningkatkan produktivitas di *filling plant*.

4. Redesain Layout

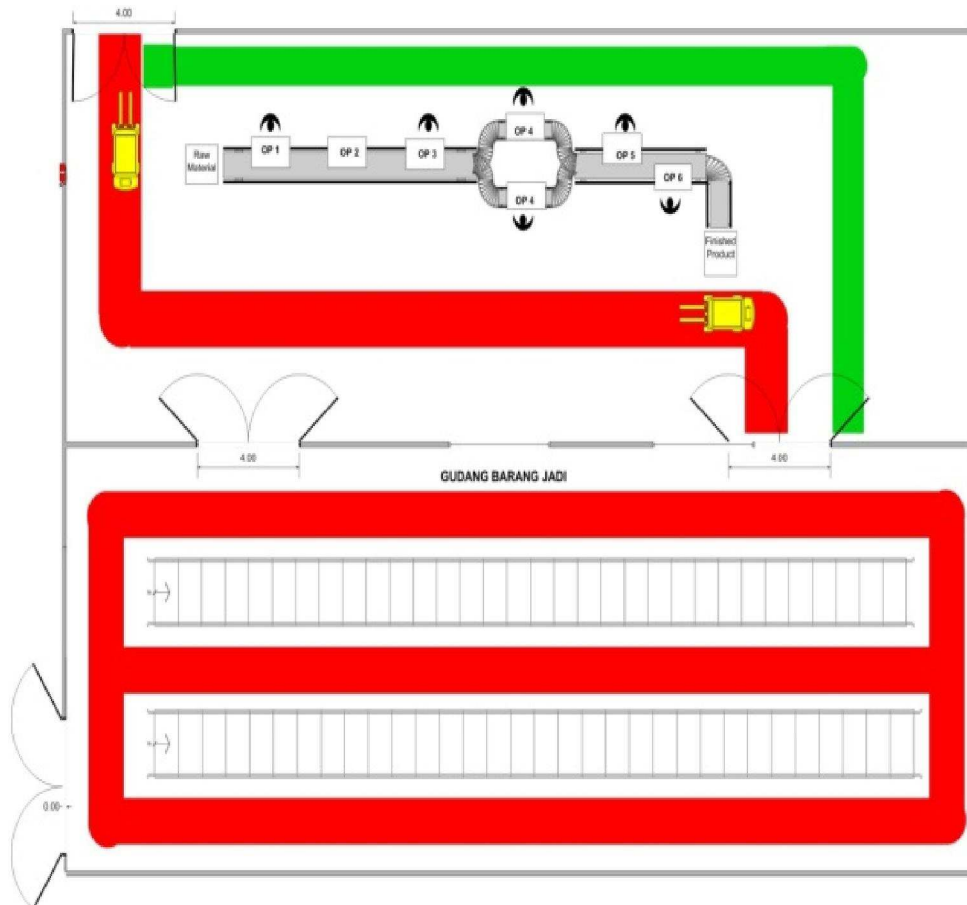
Berdasarkan hasil *line balancing*, redesain layout ditunjukkan pada gambar 4.12 masing-masing operasi ditempatkan pada stasiun kerja yang telah dibuat berdasarkan hasil *line balancing*. Penerapan dari *line balancing* ini dapat menunjukkan *continuous flow* dari proses *filling*. Selain itu, dapat meminimalkan *waiting* akibat penumpukan WIP antar operasi kerja. Persentase *delay time* juga dapat dikurangi hingga mencapai angka 20%. *Waste defect* juga mengalami penurunan dengan perbaikan alur proses *filling* jika *improvement* ini diterapkan.

VSM: *Future State Map*

Tahap selanjutnya setelah usulan *improvement* dibuat adalah merancang *future state map* yang mendukung perbaikan yang diusulkan sesuai dengan konsep *lean manufacturing*. Dengan penerapan *lean* ini diestimasikan output yang dihasilkan dapat memenuhi demand konsumen saat ini yaitu sebesar 6000 unit/hari. Hasil *future state map* dapat dilihat pada Lampiran 2.

Pembuatan *future state value stream mapping* ini didasarkan pada *current state* dan hasil rekomendasi yang akan diberikan. Beberapa rekomendasi yang diusulkan adalah perbaikan alur proses *filling*, penggabungan operasi kerja, penerapan *line balancing*, dan redesain layout pada *filling plant*. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan berdasarkan hasil pengamatan diskusi dengan bagian *filling plant*. Selain itu, perubahan yang dilakukan juga berdasarkan pada kemungkinan yang bisa dilakukan tanpa mengganggu proses *filling* berlangsung. Perubahan yang terjadi jika menerapkan rekomendasi yang diberikan tersebut, antara lain:

1. Menurunnya total *operation cycle time* sehingga output dan kapasitas produksi meningkat dan dapat memenuhi *demand* konsumen.
2. Mengurangi tingkat produk *defect* akibat etiket basah yang sering terjadi selama proses *filling*.
3. Mengurangi jumlah penumpukan WIP antaroperasi karena terjadi penyeimbangan lini dengan *line balancing* sehingga menekan persentase *delay time* menjadi 20%.
4. Mengurangi jumlah operator dari tujuh orang menjadi 6 orang
5. Meningkatkan efisiensi lini dari 42% menjadi 79,83%.



Gambar 4. Redesign Layout

Tabel 5. Perbandingan Sebelum dan Setelah Lean

NO	Keterangan	Sebelum <i>Lean</i>	Setelah <i>Lean</i>
1	Waiting - % Delay Time	Total WIP = 3279 unit - 57 %	Total WIP = 650 unit - 23%
2	Jumlah SK	7 SK	4 SK
3	Jumlah Operator	7 Orang	6 Orang
4	Defect (Saving 40%)	216 unit	129 unit
5	Cycle time	74,79 detik/batch	59,04 detik/batch
6	Total Operation Time	222,66 detik/batch	188,55 detik/batch
7	Productivity	0,61	0,85
8	Efisiensi Lini (LE)	42%	79,83%

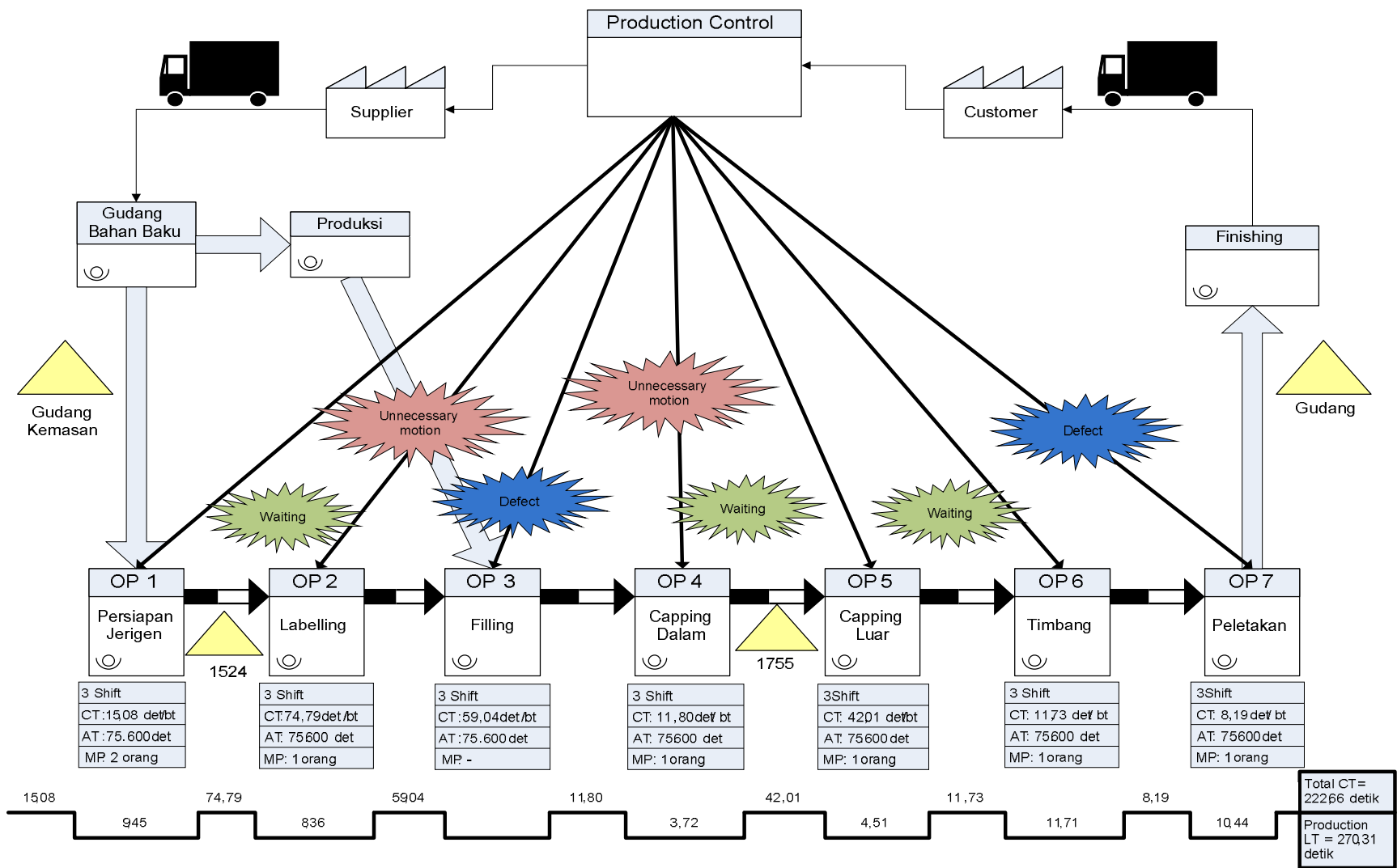
Pada tabel 5 adalah hasil perbandingan keadaan proses *filling* sebelum dan setelah diterapkannya *lean*.

Kesimpulan

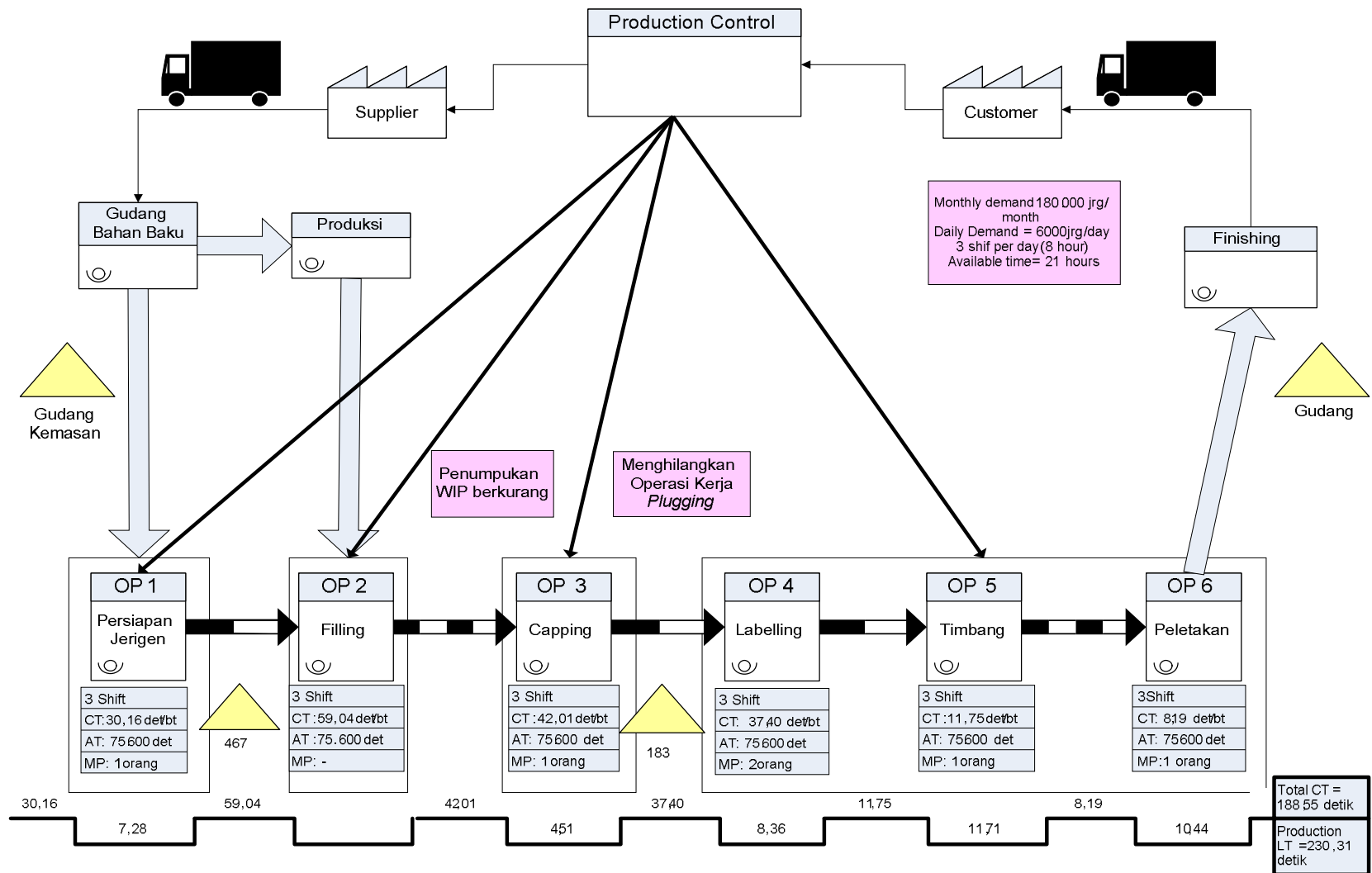
Hasil identifikasi pemborosan atau *waste* pada proses *filling* dengan menggunakan *value stream*

mapping didapatkan tiga *waste* yaitu *waiting* selama 11,24detik/batch, *unnecessary motion* sebesar 10,05 detik/batch, dan *defect* sebesar 4,4%.

Pemborosan paling utama adalah *waste waiting*. Faktor yang menyebabkan *waiting* adalah jumlah penumpukan jerigen antaroperasi karena adanya perbedaan waktu operasi yang cukup



Lampiran 1 ValueStream Mapping Mesin 16 Nozzle Kemasan Jerigen 18 L



Lampiran 2 Future State Map