

MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI *LINE REAR AXLE ASSY* DENGAN METODE *LINE BALANCING* DI PT. XYZ

Margono Sugeng¹⁾ dan Ari Setyawan²⁾

Program Studi Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional

email: abim_2605@yahoo.com¹⁾

email: ari.zink99@gmail.com²⁾

Abstrak

Pada masa globalisasi seperti saat ini, industri berlomba-lomba untuk dapat menjalankan produksinya dengan efisien. Semakin efisien suatu proses yang dijalankan maka semakin rendah pula *cost* yang akan dikeluarkan. Demikian pula yang terjadi pada *Line Rear Axle Assy*, dengan mempunyai efisiensi lintasan sebesar 88,28%, lini produksi ini mempunyai waktu menganggur, sehingga kapasitas produksi menjadi rendah dan mengakibatkan *Loading vs Capacity (LVC)* lini tersebut tinggi, yaitu menyentuh angka 126%. Dengan metode penyeimbangan lintasan (*line balancing*), kita coba untuk meningkatkan efisiensi lintasan yang nantinya berdampak pada peningkatan kapasitas produksi dan juga akan menurunkan *LVC*. Setelah dilakukan perbaikan, dengan kondisi lintasan yang semakin seimbang, efisiensi lintasan pun meningkat dari 88,41% menjadi 97,96%. Perubahan efisiensi ini, berimbang pada kapasitas produksi yang juga ikut bertambah sebesar 9,23%. Dengan naiknya kapasitas produksi sebesar 9,23%, berdampak pula pada penurunan *LVC* dari 126% (waktu kerja 3 shift + 4 Sabtu + 4 Minggu), menjadi 119% (waktu kerja 3 shift + 4 Sabtu), kapasitas produksi meningkat 6 unit/jam, total keuntungan perusahaan bertambah sebesar Rp.9.179.160.000.-

Kata kunci : Kapasitas produksi, *LVC*, *Line Balancing*, *Cycle Time*, Efisiensi Lintasan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. XYZ adalah perusahaan industri manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan komponen otomotif, yaitu pembuatan *rear axle*, *propeller shaft*, *transmission assy* serta proses *machining part*.

Berdasarkan data *LVC (Loading Vs Capacity)* tahun 2015 di *Line Rear Axle Assy B* terdapat peningkatan produksi di kuartal ketiga mencapai 33.260 unit perbulan dengan tingkat *LVC* 126%.

Kondisi seperti ini, memaksa *line* beroperasi selama 3 *shift* ditambah *Holiday Over Time* selama 4 hari sabtu dan 4 hari minggu pada setiap bulan. Dengan adanya *Holiday Over Time* selama 4 hari sabtu dan 4 hari minggu pada setiap bulan dapat meningkatkan ongkos produksi dan berpotensi tidak bisa mengirim barang sesuai dengan pesanan apabila terjadi masalah di *line* yang membutuhkan waktu perbaikan yang lama.

Masalah di atas, disebabkan oleh masih tingginya *cycle time* dan rendahnya efisiensi *line*. Sehingga waktu normal yang ada tidak mampu memenuhi permintaan produksi. Untuk mengatasinya, dilakukan penyeimbangan lintasan

(*line balancing*) untuk menurunkan *cycle time* dan meningkatkan efisiensi *line*. Sehingga, diharapkan target produksi dapat terpenuhi dalam waktu kerja 3 shift ditambah *Holiday Over Time* selama 4 hari sabtu serta dapat mengurangi ongkos produksi mengingat upah minimum pekerja dari tahun ke tahun yang semakin meningkat.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

Bagaimana cara meningkatkan kapasitas produksi guna menurunkan *Loading vs Capacity Line Rear Axle Assy B* ?

Pembatasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka pembatasan masalah yang akan dibahas hanya meliputi :

1. Penulis akan lebih terfokus pada proses meningkatkan kapasitas produksi dengan menggunakan 3 metode *line balancing* dan mengambil 1 metode yang paling efektif.
2. Fokus pada pengotimanan stasiun kerja.

- Mengetahui / menghitung performasi line seperti *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index*.
- Membahas keuntungan dari proses perbaikan metode *line balancing*.

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Dengan permasalahan yang ada diatas, maka dilakukan penelitian yang memiliki tujuan dan manfaat berikut ini.

Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya perbaikan ini adalah untuk meningkatkan kapasitas produksi guna menurunkan *Loading vs Capacity Line Rear Axle Assy B*.

Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari perbaikan ini adalah:

- Pelaksanaan program *Cost Reduction* di perusahaan.
- Mendukung aktivitas peningkatan kapasitas produksi, sebagai bentuk usaha untuk memenuhi permintaan konsumen saat ini, dan sebagai langkah antisipasi peningkatan permintaan dari konsumen.

TINJAUAN PUSTAKA

Kapasitas Produksi

Kapasitas¹ didefinisikan sebagai jumlah *output* (produk) maksimum yang dapat dihasilkan suatu fasilitas produksi dalam selang waktu tertentu. Dalam hal pengukuran kapasitas, pada dasarnya terdapat tiga metode pengukuran, yaitu :

- Theoretical Capacity* (*synonym: Maximum Capacity, Design Capacity*).
Merupakan kapasitas maksimum yang mungkin dari sistem manufaktur berdasarkan asumsi kondisi normal, seperti: tiga *shift* per hari, tujuh hari per minggu, tidak ada *downtime*, tidak ada waktu istirahat, dll.
- Demonstrated Capacity* (*synonym: Actual Capacity, Effective Capacity*).
Merupakan tingkat *output* yang dapat diharapkan berdasarkan pada pengalaman, yang mengukur produksi secara aktual dari proses produksi. Biasanya diukur menggunakan angka rata-rata hasil produksi per periode kerja.
- Rated Capacity* (*synonym: Calculated Capacity, Nominal Capacity*).

¹ Kusuma, Hendra. 2009. *Manajemen Produksi*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Merupakan pengukuran kapasitas berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan faktor produktivitas yang telah ditentukan oleh *demonstrated capacity*. Faktor yang disesuaikan dengan *demonstrated capacity* adalah utilisasi dan efisiensi.

Utilisasi adalah pecahan yang menggambarkan persentase *clock time* yang tersedia dalam pusat kerja yang secara aktual digunakan untuk produksi berdasarkan pengalaman lalu.

$$Utilisasi = \frac{\text{Jam aktual yang digunakan untuk produksi}}{\text{Jam yang tersedia menurut jadwal}}$$

Efisiensi adalah faktor yang mengukur kinerja aktual dari pusat kerja (*work center*) relatif terhadap standar yang ditetapkan.

$$Efisiensi = \frac{\text{Jam standar yang diperoleh atau diproduksi}}{\text{Jam aktual yang digunakan untuk produksi}}$$

Penyeimbang Lintasan (Line Balancing)

Penyeimbangan lintasan secara sederhana dapat diartikan sebagai sejumlah pekerjaan perakitan dikelompokkan ke dalam beberapa pusat pekerjaan, yang untuk selanjutnya kita sebut sebagai stasiun kerja. Semua stasiun kerja sedapat mungkin memiliki kecepatan produksi yang sama. Tujuan akhir penyeimbangan lintasan adalah memaksimalkan kecepatan di setiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja.

Penyeimbang Lintasan (Line Balancing)

- Efisiensi Stasiun Kerja

Efisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu operasi setiap stasiun kerja (W_i) dan waktu operasi stasiun kerja terbesar (W_s). Efisiensi stasiun kerja dapat dirumuskan sebagai berikut (Nasution, 1999):

$$Efisiensi\ stasiun\ kerja = \frac{W_i}{W_s} \times 100\%$$

- Efisiensi Lintasan Produksi (*Line Efficiency*)

Line Efficiency merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan jumlah stasiun kerja (Baroto, 2002) atau jumlah stasiun kerja dibagi jumlah stasiun kerja (Nasution, 1999).

Line Efficiency dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan :

ST_i = Waktu stasiun kerja ke-i

K = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu siklus

3. Waktu Menganggur (*Idle Time*)

Idle time adalah selisih atau perbedaan antara *cycle time* (CT) dan *station time* (ST), atau CT dikurangi ST. (Baroto, 2002).

$$Idle\ Time = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

Keterangan :

n = Jumlah stasiun kerja

W_s = Waktu stasiun kerja terbesar

W_i = 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 menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna di antara stasiun kerja. *Balance delay* dapat dirumuskan sebagai berikut (Baroto, 2002)

$$D = \frac{n \cdot C - \sum t_i}{(n \cdot t_i)}$$

Keterangan :

D = *Balance delay* (%)

N = Jumlah stasiun kerja

C = Waktu siklus terbesar dalam lintasan

∑t_i = Jumlah semua waktu operasi

t_i = Waktu operasi

5. *Smoothest Index*

Smoothest indeks merupakan indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lintasan perakitan tertentu. Angka *smoothest index* yang paling bagus adalah 0, atau biasa disebut *perfect balance*.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{max} - ST_i)^2}$$

Keterangan :

ST max = Waktu stasiun kerja terlama

ST_i = Waktu di stasiun kerja i

Metode *Helgeson-Birnie*² (Teguh, 2002)

Metode ini lebih populer dengan nama metode bobot posisi (*Ranked Position Weight*). Sesuai dengan namanya metode ini dikemukakan oleh W.B. Helgeson dan D.P. Birnie. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut.

1. Buat *precedence diagram* setiap proses
2. Tentukan bobot posisi masing-masing elemen kerja mulai operasi permulaan hingga sisa operasi berikutnya.
3. Membuat *ranking* tiap elemen pengerjaan berdasarkan bobot posisi langkah 2 dari bobot posisi terbesar hingga terendah.
4. Tentukan waktu siklus (CT) dan perkiraan jumlah stasiun kerja.
5. Lakukan pembebanan elemen kerja ke suatu stasiun kerja dengan bobot tertinggi, alokasikan elemen kerja dengan bobot tertinggi berikutnya tetapi waktu stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus, (ST < CT).
6. Hitung rata-rata efisiensi stasiun kerja yang terbentuk.

Metode *Moodie Young* (Teguh, 2002)

Metode ini memiliki nama lain *Largest Candidate Rule* dan memiliki dua tahap analisis. Fase (tahap) satu adalah membuat pengelompokan stasiun kerja berdasarkan matriks hubungan antar elemen kerja. Fase dua, dilakukan revisi pada hasil fase satu.

Fase satu: elemen kerja ditempatkan pada stasiun kerja yang berurutan dalam jalur perakitan dengan menggunakan aturan *largest candidate*. Aturan *largest candidate* terdiri atas penempatan elemen-elemen yang ada untuk tujuan penurunan waktu. Dari sini, bila dua elemen kerja cukup untuk ditempatkan di stasiun salah satu yang mempunyai waktu yang lebih besar ditempatkan pertama. Setelah masing-masing elemen ditempatkan, ketersediaan elemen dipertimbangkan untuk tujuan pengurangan nilai waktu untuk penugasan selanjutnya.

Fase dua: pada fase dua mencoba untuk mendistribusikan waktu menganggur (*idle time*) secara merata untuk setiap stasiun melalui mekanisme jual dan transfer elemen antar stasiun. Langkah-langkah pada fase dua adalah sebagai berikut.

² Baroto, Teguh. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Bogor: Ghalia Indonesia.

1. Menentukan dua elemen kerja terpendek dan terpanjang dari waktu stasiun (ST) dari penyeimbangan fase satu
2. Tentukan setengah dari perbedaan kedua nilai tujuan ($GOAL = (ST_{max} - ST_{min}) / 2$)
3. Menentukan elemen tunggal dalam ST_{max} yang lebih kecil dari kedua nilai GOAL dan tidak melampaui elemen pengerjaan terdahulu.
4. Menentukan semua penukaran yang mungkin dari ST_{max} dengan elemen tunggal dari ST_{min} yang mereduksi ST_{max} dan mendapatkan ST_{min} akan lebih kecil dari 2 x GOAL.
5. Lakukan penukaran yang ditunjukkan oleh kandidat dengan perbedaan mutlak terkecil antara kandidat tersebut dengan GOAL.
6. Bila tidak ada penukaran atau transfer yang dimungkinkan antara stasiun terbesar dan terkecil, mengusahakan penukaran antara *rank* pada pengerjaan berikut: N (stasiun rangkin ke N memiliki jumlah *idle time* terbesar). N-1, N-2, N-3, ..., 3, 2, 1.
7. Bila penukaran masih tidak mungkin, lakukan pembatasan dengan nilai GOAL dan ulangi langkah satu hingga enam.

Metode Kilbridge-Wester

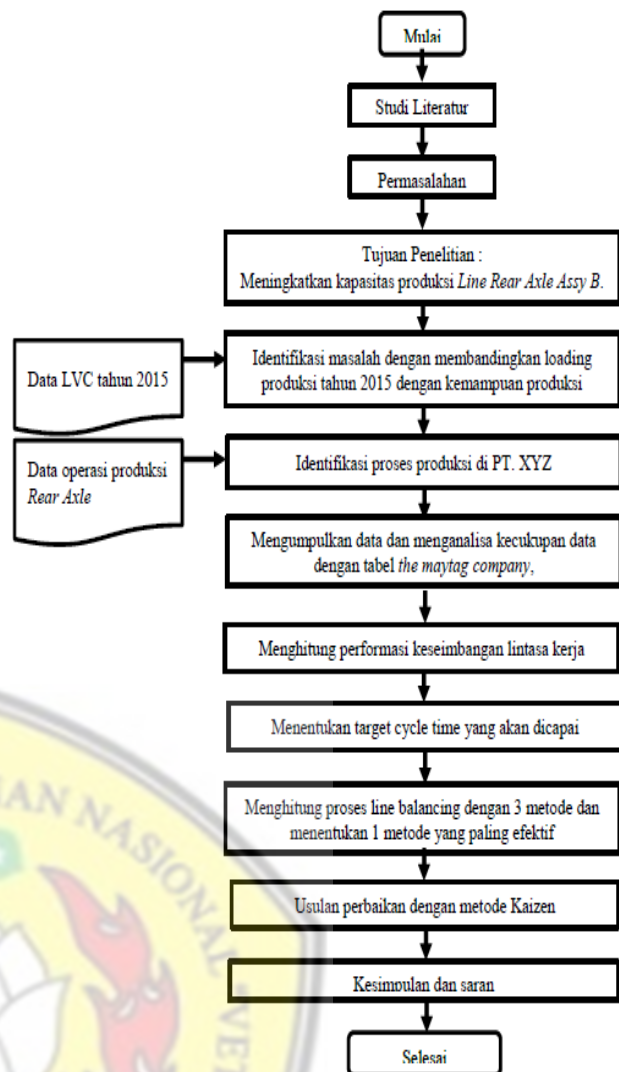
Sesuai dengan namanya metode ini dikembangkan oleh *Kilbridge* dan *Wester*. Metode ini lebih populer dengan metode *Region Approach*. Langkah-langkah dalam metode ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat *precedence diagram* dari *precedence* data yang ada dan membuat tanda daerah-daerah yang memuat elemen-elemen kerja yang tidak saling bergantung.
2. Menentukan waktu siklus dengan cara mencoba-coba (*trial*) faktor dari total elemen kerja yang ada.
3. Mendistribusikan elemen kerja pada setiap stasiun kerja dengan aturan bahwa total waktu elemen kerja yang terdistribusi pada stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus yang ditetapkan.

METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGOLAHAN DATA

Metodologi Penelitian *Line Balancing*

Pada gambar 1 dapat dilihat *flow chart* yang menjelaskan tahapan – tahapan dari metode penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Metodologi Penelitian *line balancing*

Data Loading vs Capacity (LVC)

Loading vs Capacity (LVC) merupakan data yang menunjukkan perbandingan antara kapasitas produksi dengan permintaan (*demand*) yang masuk. Pada tabel 1 terdapat data LVC *line rear axle assy* tahun 2015, dari data ini nantinya akan diketahui waktu produksi yang diperlukan untuk memenuhi semua permintaan. Biasanya LVC dinyatakan dalam persen (%).

Tabel 1. LVC Line Rear Axle Assy tahun 2015

Description		2015												Total	
Loading	Model	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	106,762	
	- 040	960	850	886	786	870	970	700	960	880	930	930	940	238,918	
	- 010N	1740	1613	1894	1846	1890	2049	1694	1998	2968	2430	2376	2190		
Total order customer		26,520	25,033	27,280	26,292	26,630	29,889	24,624	28,858	32,858	33,260	33,096	31,340	345,680	
Total order day customer		pcs	1,326	1,252	1,240	1,252	1,402	1,359	1,448	1,374	1,565	1,584	1,576	1,567	16,944
Production Operation/Capacity															
Takt Time	Minute	0.93	0.99	1.00	0.99	0.88	0.91	0.85	0.90	0.79	0.78	0.78	0.79		
Standard Working time/day	shift 1	Minute	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	
	shift 2	Minute	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	
	shift 3	Minute	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	
Autonomous Maintenance Shift 1	Minute	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Autonomous Maintenance Shift 2 & 3	Minute	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Cleaning	Minute	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Loading Time/day	1 shift	Minute	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445	
	2 shift	Minute	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	842	
	3 shift	Minute	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	1,237	
Working Day/CP	Day	20	20	22	21	19	22	17	21	21	21	21	20	245	
Capacity															
Normal	3 shift	⇒ (A3)	25,207	25,207	27,727	26,467	23,946	27,727	21,426	26,467	26,467	26,467	25,207		
			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Loading VS Capacity (normal)			105%	99%	98%	99%	111%	108%	115%	109%	124%	126%	125%	124%	

Data Cycle Time Line Rear Axle Assy B

Data cycle time yang dimaksud adalah waktu proses disetiap proses perakitan komponen penyusun Rear Axle Assy yang dilakukan secara manual. Sesuai dengan metode yang dikembangkan oleh The Maytag Company, untuk pengambilan data waktu ini dilakukan pada 10 sampel dengan menggunakan stopwatch pada waktu kerja shift 1 (07.30-16.15). Berikut adalah tabel 2 yang menunjukkan data waktu setiap station dalam satuan detik.

Tabel 2. Data Cycle Time Setiap Station

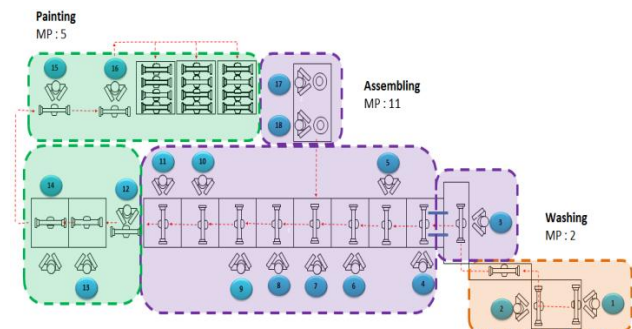
NO	STATION	WAKTU NORMAL	WAKTU BAKU
1	WASHING IN	44.45	48.45
2	WASHING OUT	44.81	48.84
3	PUNCH DATE	48.87	53.27
4	OIL SEAL APPLY	44.27	48.25
5	DC INSTALL	40.60	44.25
6	NUT DC TIGHTENING	40.34	43.97
7	BRAKE INSTALL	45.31	49.38
8	NUT BRAKE TIGHTENING	45.20	49.27
9	LEAK TEST	44.51	48.51
10	OIL FILL	44.45	48.45
11	LOADING TO PAINTING	50.39	54.93
12	WIPING	38.24	41.68
13	PAINTING BRACKET	45.32	49.40
14	PAINTING GENERAL	44.88	48.92
15	MARKING	45.11	49.17
16	UNLOADING	44.60	48.62
17	PRESS BOLT HUB	45.20	49.27
18	PRESS BEARING	45.21	49.28

Kondisi Line Produksi Sebelum Perbaikan

Seperti yang sudah dikemukakan pada sub bab sebelumnya, penulis akan memaparkan kondisi yang ada di lapangan sebagai bukti akar masalah yang terjadi. Berikut ini adalah pemaparan analisa dari akar masalah yang ada.

Proses Produksi Line Rear Axle Assy

Dengan 18 proses kerja yang ada pada line rear axle assy, semuanya dikerjakan oleh 18 orang operator. Sehingga satu operator memegang peran untuk mengerjakan satu proses. Berikut ini gambar 3.2 yang merupakan flow process dan pembagian kerja operator line rear axle assy.



Gambar 2. Lay Out Proses Perakitan Sebelum Perbaikan

Gambar diatas merupakan pembagian kerja operator yang terjadi sebelum dilakukan perbaikan. Untuk mengetahui lebih detail tentang waktu kerja setiap operator, berikut ini adalah tabel 3 yang menunjukkan pembagian tugas operator.

Tabel 3. Cycle Time Setiap Operator

NO	STATION	Cycle Time
1	WASHING IN	48.45
2	WASHING OUT	48.84
3	PUNCH DATE	53.27
4	OIL SEAL APPLY	48.25
5	DC INSTALL	44.25
6	NUT DC TIGHTENING	43.97
7	BRAKE INSTALL	49.38
8	NUT BRAKE TIGHTENING	49.27
9	LEAK TEST	48.51
10	OIL FILL	48.45
11	LOADING TO PAINTING	54.93
12	PRESS BOLT HUB	41.68
13	PRESS BEARING	49.40
14	WIPING	48.92
15	PAINTING BRACKET	49.17
16	PAINTING GENERAL	48.62
17	MARKING	49.27
18	UNLOADING	49.28

Perhitungan Performasi Keseimbangan Lintasan

Setelah mengetahui waktu setiap stasiun kerja dan juga waktu yang merupakan tanggung jawab setiap operator. Selanjutnya penulis akan menghitung performasi keseimbangan lintasan dari line rear axle assy. Berikut ini adalah perhitungannya secara lengkap.

1. Menghitung Efisiensi Stasiun Kerja (Station Efficiency).

Untuk menghitung efisiensi stasiun kerja, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Station Efficiency} = \frac{\text{Waktu Station}}{\text{Waktu Station terlama}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, berikut ini adalah tabel 4 yang menunjukkan efisiensi masing-masing stasiun kerja.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja

NO	STATION	WAKTU	WAKTU TERLAM	EFFISIENSI
1	WASHING IN	48.45	55	88.10%
2	WASHING OUT	48.84	55	88.80%
3	PUNCH DATE	53.27	55	96.85%
4	OIL SEAL APPLY	48.25	55	87.73%
5	DC INSTALL	44.25	55	80.46%
6	NUT DC TIGHTENING	43.97	55	79.94%
7	BRAKE INSTALL	49.38	55	89.79%
8	NUT BRAKE TIGHTENING	49.27	55	89.57%
9	LEAK TEST	48.51	55	88.20%
10	OIL FILL	48.45	55	88.10%
11	LOADING TO PAINTING	55.00	55	100.00%
12	PRESS BOLT HUB	41.68	55	75.79%
13	PRESS BEARING	49.40	55	89.81%
14	WIPING	48.92	55	88.95%
15	PAINTING BRACKET	49.17	55	89.40%
16	PAINTING GENERAL	48.62	55	88.40%
17	MARKING	49.27	55	89.57%
18	UNLOADING	49.28	55	89.60%

2. Menghitung Efisiensi Lintasan (Line Efficiency)

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

$$\text{Line Efficiency} = \frac{873.9 \text{ s}}{990 \text{ s}} \times 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = 88,28\%$$

3. Menghitung Waktu Menganggur (Idle Time)

$$\text{Idle Time} = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

$$\text{Idle Time} = 18 \times 55 \text{ s} - 873.9 \text{ s}$$

$$\text{Idle Time} = 116.1 \text{ s}$$

4. Menghitung Balancing Delay (D)

$$D = \frac{n \cdot C - \sum t_i}{(n \cdot t_i)}$$

$$D = \frac{18 \times 55 \text{ s} - 873.9 \text{ s}}{18 \times 55 \text{ s}} \times 100\%$$

$$D = 11,73\%$$

5. Menghitung Smoothness Index (SI)

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{max} - ST_i)^2}$$

$$SI = \sqrt{901.85}$$

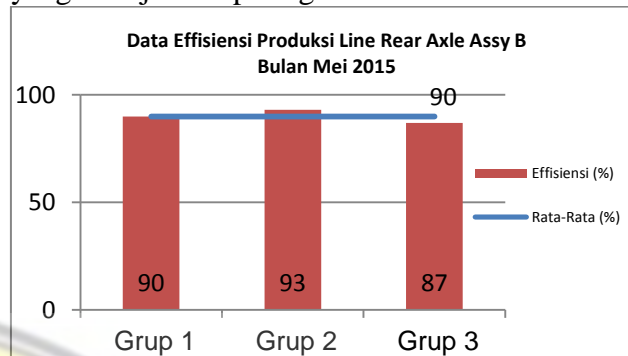
$$SI = 30.03$$

Data-data diatas menunjukkan bahwa terjadi ketidakseimbangan antara stasiun kerja

satu dengan stasiun kerja yang lainnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penyeimbangan waktu kerja setiap stasiun kerja.

Data Efisiensi Produksi Line Rear Axle Assy

Data efisiensi ini nanti akan digunakan sebagai acuan besarnya efisiensi produksi dalam pengolahan data selanjutnya. Data efisiensi yang digunakan adalah rata-rata efisiensi produksi dari 3 group yang berbeda pada bulan mei 2015 seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Grafik 1. Pencapaian Efisiensi Produksi
Sumber : Pihak Produksi

Menghitung Target Cycle Time

Sebelum melaksanakan proses *line balancing*, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung target *cycle time* sebagai acuan batas atas *cycle time* setiap stasiun kerja. Dalam perhitungan ini, penulis menggunakan data *forecast* dan perencanaan hari kerja bulan Oktober. Hal ini dikarenakan bulan Oktober mempunyai LVC paling besar, yaitu mencapai 126%. Berikut ini data-data perhitungan untuk bulan Oktober.

Forecast produksi : 33.260 unit

Hari kerja : 1237 menit (3 shift + HOT)

Efisiensi : 90%

Berikut ini adalah proses penghitungan target *cycle time* sesuai data-data seperti di atas.

$$\text{Capacity} = \frac{\text{Net Available Time}}{\text{Cycle Time}} \times \text{Eff.}$$

$$33260 \text{ unit} = \frac{25 \text{ hari} \times 1237 \frac{\text{menit}}{\text{hari}} \times 60 \frac{\text{detik}}{\text{menit}}}{\text{Cycle Time}} \times 90\%$$

$$\text{Cycle Time} = \frac{25 \text{ hari} \times 1237 \frac{\text{menit}}{\text{hari}} \times 60 \frac{\text{detik}}{\text{menit}}}{33260 \text{ unit}} \times 90\%$$

$$\text{Cycle Time} = \frac{1.669.950 \text{ detik}}{33260 \text{ unit}} \times 90\%$$

$$\text{Cycle Time} = 50,2 \text{ detik} \approx 50 \text{ detik}$$

Menentukan Metode *Line Balancing*

Nilai dari *line efficiency*, *balance delay* dan *smoothinh index* pada ketiga metode ini berbeda. Sehingga metode yang dipilih adalah metode *Moodie Young (Largest Candidate Rules)*, karena memiliki nilai *line efisiensi* lebih besar, *balance delay* lebih kecil dan *smoothest index* lebih kecil daripada nilai yang dihasilkan jika menggunakan metode *Kilbridge-Wester* maupun metode *Helgeson-Birmie*. Dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan dari hasil metode yang digunakan

Metode	<i>Line efficiency</i>	<i>Baalance delay</i>	<i>Smoothin g index</i>
<i>Moodie Young</i>	97,96%	2,03%	5,13
<i>Kilbridge Wester</i>	96,01%	3,98%	12,57
<i>Helgeson-Birmie</i>	96,00%	3,99%	11,92

Hasil selengkapnya lihat tabel 6 dan gambar 4.

Tabel 6. Hasil penempatan elemen kerja dengan metode *Moodie Young (LCR)*

Stasiun Kerja	No. Elemen Kerja	Waktu Rata Rata	Waktu Operasi	Waktu Tunggu	Stasiun Kerja	No. Elemen Kerja	Waktu Rata Rata	Waktu Operasi	Waktu Tunggu	Stasiun Kerja	No. Elemen Kerja	Waktu Rata Rata	Waktu Operasi	Waktu Tunggu		
1	1	2.0			7	68	2.0			11	103	2.0				
	2	3.0				69	2.0				104	1.0				
	3	5.0				70	5.0				105	16.0				
	4	10.0				71	2.0				106	2.0				
	5	13.0		43.4			72	3.0				107	2.0			
	6	5.1					73	2.0				108	2.0			
	7	0.5					74	2.0				109	1.0			
2	21	10.2			7	75	3.0			12	115	2.0		43.2		
	8	2.0				76	2.0				116	2.5				
	9	1.0				77	2.0				117	1.0				
	10	1.0				78	5.0				118	3.0				
	11	1.0				79	3.0				119	1.0				
	12	4.0				80	1.0				120	0.7				
	13	2.0				81	2.0				121	3.0				
	14	0.0				82	3.0				122	2.0				
	15	2.0				83	3.0		43.3		123	3.0				
	16	2.0		43.0			84	3.0				124	4.0			
	17	2.0					85	1.0				125	7.5			
	18	3.5					86	4.0				126	5.0			
	19	2.0					87	2.0				127	2.0			
	20	2.0					88	2.0				128	1.0			
3	22	3.0			8	89	1.0			13	129	4.0		43.2		
	23	3.0				90	7.0				130	4.0				
	24	4.7				91	2.0				131	4.5				
	25	2.0				92	3.5				132	4.5				
	26	2.5				93	2.0				133	1.6				
	27	4.0				94	5.5				134	6.7				
	28	3.0				95	4.0				135	5.0				
	29	3.7		44.5			96	2.0				136	2.0		43.3	0.7
	30	4.5					97	1.3			43.5	1.5				
	31	5.0					98	1.0				137	6.1			
	32	4.0					99	2.0				138	9.0			
	33	3.0					100	2.0				139	2.0			
	34	3.7					101	2.0				140	2.7			
	4	35	2.0				9	102	10.0				14	141	45.0	
36		2.0			103	2.0				142	4.5					
37		2.0			104	4.0				143	45.0			43.0	1.0	
38		2.0			105	15.6				144	3.0					
39		2.0			106	2.0				145	8.3					
40		5.0			107	4.0			43.5	146	8.7					
41		2.0			108	15.6				147	2.0					
42		5.0			109	2.0				148	2.0					
43		2.0			110	2.0				149	1.0					
44		2.0			111	4.0				150	6.2					
45		10.0			112	8.3				151	5.0					
46		7.0			113	1.0				152	1.0					
47		3.0		43.3		114		7.5			153	5.0				
48		2.0				115		1.0			154	5.0				
49	5.0				116	2.0			155	2.3						
50	3.5				117	8.0			156	6.0						
5	42	5.0			10	118	1.0			15	157	8.0		44.6	1.4	
	51	2.0				119	2.0				158	9.3				
	52	2.0				120	4.0		30.0		159	3.0				
	53	2.0				121	1.0				160	7.0				
	54	2.3				122	2.0									
	55	2.0				123	4.0									
	56	13.3				124	1.0									
	57	2.0				125	2.0									
	58	6.3				126	2.0									
	59	2.0				127	3.0									
	60	3.0				128	2.0									
	61	3.0				129	4.0									
	62	4.0				130	1.0									
	63	2.0				131	2.0									
64	5.0			132	2.0											
65	2.0			133	2.0											
66	7.3			134	2.0											
67	2.0			135	2.0											



Gambar 4. Hasil *precedence diagram* dengan metode *Moodie Young (LCR)*

ANALISA

Evaluasi Hasil Perbaikan

Setelah melakukan beberapa perbaikan pada *line rear axle assy b* berikut ini hasil – hasil yang diperoleh.

Cycle Time Line Rear Axle Assy B Setelah Perbaikan

Setelah melakukan perbaikan dengan metode *line balancing*, *cycle time* pada *line rear axle assy b* menurun sesuai target yang ditentukan. Berikut ini tabel 6 yang menunjukkan *cycle time* setiap stasiun kerja setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 7. *Cycle Time Line Rear Axle Assy* Setelah Perbaikan

NO	STATION	WAKTU TERLAMBA
1	WASHING IN	49.4
2	WASHING OUT	49.0
3	OIL SEAL APPLY	46.5
4	DC INSTALL	49.3
5	NUT DC TIGHTENING	49.0
6	BRAKE INSTALL	49.4
7	NUT BRAKE TIGHTENING	49.3
8	LEAK TEST	48.5
9	OIL FILL	48.5
10	LOADING TO PAINTING	50.0
11	PRESS BOLT HUB	49.2
12	PRESS BEARING	49.2
13	WIPIING	49.3
14	PAINTING BRACKET	49.4
15	PAINTING GENERAL	48.9
16	MARKING	49.2
17	UNLOADING	48.6
Total		832.7

Pengukuran Performasi Keseimbangan Lintasan

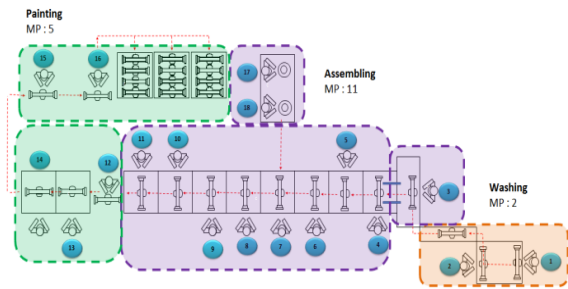
Setelah melakukan perbaikan dengan metode *Line Balancing*, penulis kembali menghitung performasi keseimbangan lintasan untuk mengetahui dampak dari perbaikan yang dilakukan. Berikut ini adalah perhitungan secara lengkap.

1. Menghitung Efisiensi Stasiun Kerja (*Station Efficiency*)

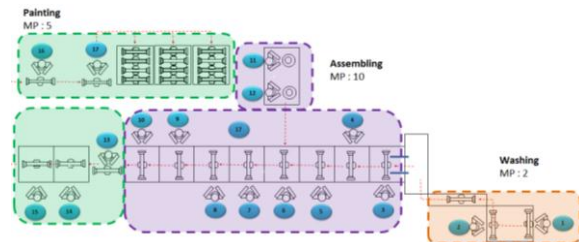
Berikut ini adalah tabel 7 yang menunjukkan hasil perhitungan efisiensi setiap stasiun kerja setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 8. Efisiensi Stasiun Kerja

NO	STATION	WAKTU	WAKTU TERLAM	EFFISIENSI
1	WASHING IN	49.4	50	93.21%
2	WASHING OUT	49	50	92.45%
3	OIL SEAL APPLY	46.5	50	87.74%
4	DC INSTALL	49.3	50	93.02%
5	NUT DC TIGHTENING	49	50	92.45%
6	BRAKE INSTALL	49.4	50	93.21%
7	NUT BRAKE TIGHTENING	49.3	50	93.02%
8	LEAK TEST	48.5	50	91.51%
9	OIL FILL	48.5	50	91.51%
10	LOADING TO PAINTING	50	50	94.34%
11	PRESS BOLT HUB	49.2	50	92.83%
12	PRESS BEARING	49.2	50	92.83%
13	WIPING	49.3	50	93.02%
14	PAINTING BRACKET	49.3953	50	93.20%
15	PAINTING GENERAL	48.9	50	92.26%
16	MARKING	49.2	50	92.83%
17	UNLOADING	48.6	50	91.70%



Gambar 5. Lay Out Proses Perakitan Sebelum Perbaikan



Gambar 6. Lay Out Proses Perakitan Setelah Perbaikan

2. Menghitung Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency/LE*)

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

$$\text{Line Efficiency} = \frac{832.7 \text{ s}}{850 \text{ s}} \times 100\%$$

$$LE = 97,96 \%$$

3. Menghitung Waktu Menganggur (*Idle Time*)

$$\text{Idle Time} = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

$$\text{Idle Time} = 17 \times 50 \text{ s} - 832.7 \text{ s}$$

$$\text{Idle Time} = 17.3 \text{ s}$$

4. Menghitung *Balancing Delay (D)*

$$D = \frac{n \cdot C - \sum t_i}{(n \cdot t_i)}$$

$$D = \frac{17 \times 50 \text{ s} - 832.7 \text{ s}}{17 \times 50 \text{ s}} \times 100\%$$

$$D = 2,03\%$$

5. Menghitung *Smoothness Index (SI)*

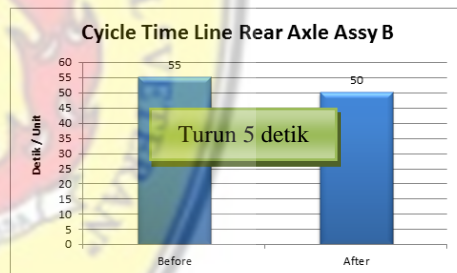
$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{max} - ST_i)^2}$$

$$SI = \sqrt{26,40}$$

$$SI = 5,14$$

Cycle Time Line Rear Axle Assy B

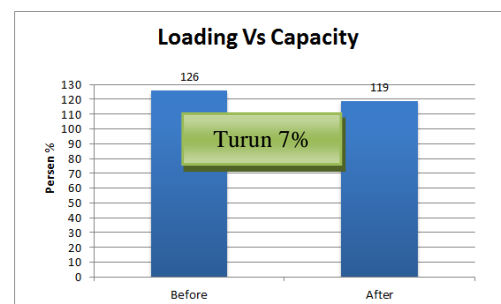
Dengan metode *line balancing*, *cycle time* proses pada *line rear axle assy b* dapat diturunkan dari 55 detik menjadi 50 detik. Data tersebut ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 7. Perbandingan *Cycle Time Line Rear Axle Assy B*

Loading vs Capacity

Dengan penurunan *cycle time* sebesar 5 detik, tentu ini berimbas pada penurunan LVC dari 126% menjadi 119%. Data tersebut ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan *Loading vs Capacity*

Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Layout Rear Axle Assy B

Setelah dilakukan perbaikan pada *line rear axle assy* terdapat 1 stasiun kerja yang dipecah elemen kerjanya yaitu stasiun *punch date* dan *dibalace* ke stasiun kerja yang lain. Hal itu merubah *layout* proses yang ada di *line rear axle assy*. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 6.

Kapasitas Produksi *Line Rear Axle Assy B*

Dengan penurunan *cycle time* yang terjadi, sudah pasti akan menyebabkan peningkatan kapasitas produksi pada *line rear axle assy b*. Berikut ini perhitungan peningkatan kapasitas produksi pada *line rear axle assy b*. Untuk mempermudah perbandingan, perhitungan didasarkan produksi per jam.

➤ Sebelum Perbaikan

Kapasitas Produksi

$$= \frac{3600 \text{ detik}}{55 \text{ detik/unit}} \times 90\%$$

Kapasitas Produksi = 58,9 unit \approx 59 unit

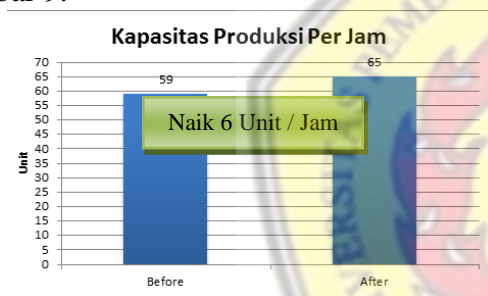
➤ Sesudah Perbaikan

Kapasitas Produksi

$$= \frac{3600 \text{ detik}}{50 \text{ detik/unit}} \times 90\%$$

Kapasitas Produksi = 65 unit

Untuk mempermudah pembacaan perbandingan, data di atas dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan Kapasitas Produksi

Keuntungan Setelah Perbaikan

Dari perbaikan yang telah dilakukan, terdapat beberapa keuntungan diantaranya produktivitas naik dan man power berkurang. Berikut ini profit yang didapatkan dari perbaikan yang telah dilakukan.

1. Produktivity

- Sebelum perbaikan = 59 unit / jam

Produktivitas selama 1 tahun dengan waktu kerja 3 *shift* =

$$\text{Total} = 59 \text{ unit/jam} \times 20 \text{ jam/hari} \times 22 \text{ hari/bulan} \times 12 \text{ bulan} = 311.520 \text{ unit}$$

- Setelah perbaikan = 65 unit / jam

Produktivitas selama 1 tahun dengan waktu kerja 3 *shift* =

$$\text{Total} = 65 \text{ unit/jam} \times 20 \text{ jam/hari} \times 22 \text{ hari/bulan} \times 12 \text{ bulan} = 343.200 \text{ unit}$$

Peningkatan produktivitas setelah perbaikan selama 1 tahun dengan waktu kerja 3 *shift* = 343.200 – 311.520 = 31.680 unit

Profit = 31.680 unit x Rp. 250.000 = Rp. 7.920.000.000,-

2. Reduce Man Power

- Sebelum perbaikan

Jumlah *man power* = 18 orang

- Setelah perbaikan

Jumlah *man power* = 17 orang

Setelah dilakukan perbaikan dapat mengurangi *man power* sebanyak 1 orang / *shift*
 Cost satu *man power* / tahun = Rp. 77.000.000

Saving cost tiga orang di 3 *shift* selama 1 tahun = Rp. 231.000.000,-

3. Reduce Man Hour (Peningkatan *Line Efficiency*)

- Sebelum perbaikan

Man Hour / Week = 3 *Shift* x (5 *regular day* + 2 *holiday over time*)

- Setelah perbaikan

Man Hour / Week = 3 *Shift* x (5 *regular day* + 1 *holiday over time*)

Setelah dilakukan perbaikan dapat mengurangi *man hour* sebanyak 3 *shift* (1 *holiday over time*)

- *Cost holiday over time* satu *man power* = Rp. 420.000,-

- 1 *shift line rear axle assy* = 17 *man power*

- *Cost holiday over time* (3 *shift*) / minggu = (3 x 17) x 420.00 = Rp 21.420.000,-

Saving cost holiday overtime selama 1 tahun = 48 x Rp. 21.420.000 = Rp.1.028.160.000,-

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perbaikan-perbaikan seperti di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan adanya *line balancing*, efisiensi *line Rear Axle Assy B* dapat ditingkatkan dari 88,28% menjadi 97,96%.
2. Dengan menggunakan metode *line balancing* pada *line Rear Axle Assy B*, dapat menurunkan *cycle time* dari 55 detik menjadi 50 detik, yang berimbas pada penurunan *Loading vs Capacity (LVC)* dari 126% menjadi 119% atau berhasil melebihi target yaitu 120%.
3. *Cycle time line* turun 5 detik dari 55 detik menjadi 50 detik.

4. Kapasitas produksi naik 6 unit / jam dari 59 unit / jam menjadi 65 unit / jam.
5. Dari perbaikan yang dilakukan dapat meningkatkan keuntungan perusahaan. Dari peningkatan kapasitas produksi sebesar Rp. 7.920.000.000, dari *reduce man power* sebesar Rp. 231.000.000, dari peningkatan efisiensi line sebesar Rp. 1.028.160.000. Total keuntungan perusahaan dari perbaikan ini sebesar Rp. 9.179.160.000,- / tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, Teguh. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Barnes, Ralph M. 1980. *Motion And Time Study Design And Measurement Of Work (Seventh Edition)*. Quinn-Woodbine, Inc.. Los Angeles, California.
- Gaspersz, Vincent. 2012. *Production And Inventory Management*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains*. Erlangga. Jakarta
- Herjanto, Eddy. 2007. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Grasindo. Jakarta.
- Kusuma, Hendra. 2009. *Manajemen Produksi*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Nasution, Arman Hakim. 2006. *Manajemen Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

<http://www.jasakalibrasi.net/standar-deviasi/>

<http://www.lynzeespot.wordpress.com>