

Peningkatan Kapasitas Produksi pada Line Assembling Baterai D-200 Dengan Menggunakan Metode Line Balancing

Meri Prasetyawati^{1*}, Septa Dwi Narastuti¹

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510
*Corresponding Author : meri.prasetyawati@ftumj.ac.id

Abstrak

Sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang pembuatan baterai atau aki dalam proses perakitannya melalui delapan proses. Pada setiap tahapan memiliki waktu kerja yang berbeda-beda, waktu kerja yang tidak seimbang antar proses, inilah yang menjadi permasalahan timbulnya *bottleneck* sehingga menyebabkan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Saat ini kapasitas aktual baterai tipe D-200 perharinya adalah 860 unit sedangkan permintaan pelanggan yaitu 1076 unit perhari, dari data ini dapat dilihat bahwa target produksi untuk memenuhi permintaan tidak tercapai. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi antara lain yaitu banyaknya waktu menganggur pada stasiun kerja, mesin mengalami *trouble* saat proses produksi, operator kurang memahami work instruction, dan tidak adanya waktu kerja optimal untuk menghasilkan produk. Metode untuk menyeimbangkan penugasan beberapa elemen kerja dari suatu lintasan perakitan ke stasiun kerja menggunakan metode *Line Balancing*. Untuk mengetahui efisiensi lini menggunakan metode *J-Wagon*, metode *Largest Candidate Rule (LCR)*, metode *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)*, dan metode *Killbridge Webster*. Berdasarkan hasil perancangan didapatkan waktu baku atau waktu kerja optimal untuk pembuatan satu unit baterai sebesar 269,90 detik. Metode terbaik yaitu Metode *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)* karena metode ini memiliki hasil efisiensi lini sebesar 90% yang berarti tingkat *efisiensi* meningkat dari kondisi awal sebesar 30% dan *smoothnees index* sebesar 18,52 yang berarti metode tersebut baik digunakan karena nilai *smoothnees index* mendekati 0 (nol). Dari metode tersebut juga didapat peningkatan pada kapasitas produksi dari kondisi awal sebesar 860 unit/hari menjadi 1078 unit/hari.

Kata kunci : *Bottleneck*, *Line Balancing*, Kapasitas Produksi.

Abstract

A manufacturing company engaged in the manufacture of batteries or batteries in the assembly process through eight processes. At each stage has a different working time, unbalanced work time between processes, this is the problem of the emergence of bottlenecks that cause not achieving the production targets set by the company. Currently the actual capacity of type D-200 batteries per day is 860 units while customer demand is 1076 units per day, from this data it can be seen that the production target to meet demand is not achieved. There are several factors that cause not achieving the production target, among others, namely the amount of idle time at the work station, the engine experiencing trouble during the production process, the operator does not understand the work instruction, and the absence of optimal work time to produce the product. The method for balancing the assignment of several elements of work from an assembly line to a work station using the *Line Balancing* method. To find out the efficiency of the line using the *J-Wagon* method, the *Largest Candidate Rule (LCR)* method, the *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)* method, and the *Killbridge Webster* method. Based on the results of the design obtained the standard time or optimal working time for making one unit of battery is 269.90 seconds. The best method is the *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)* Method because this method has a line efficiency of 90%, which means that the level of efficiency increases from the initial condition of 30% and

the smoothness index of 18.52 which means that the method is well used because the smoothness index approaches 0 (zero). From this method also obtained an increase in production capacity from the ini

Keywords: *Bottleneck, Balancing Line, Production Capacity.*

PENDAHULUAN

Dalam suatu *industry manufacture* masalah penyeimbangan lintasan produksi merupakan suatu hal penting yang dilakukan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi perusahaan. *Line balancing* dapat didefinisikan sebagai metode untuk menyeimbangkan penugasan beberapa elemen kerja dari suatu lintasan perakitan ke stasiun kerja untuk meminimumkan banyaknya stasiun kerja dan meminimumkan total waktu menunggu (*idle time*) pada keseluruhan stasiun kerja pada *output* tertentu (Boysen N, 2007). Lintasan produksi adalah lintasan dimana material bergerak secara kontinu dengan kecepatan rata-rata seragam melalui serangkaian stasiun kerja dimana proses perakitan berlangsung (Elsayed, 1994). PT XX adalah perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang pembuatan baterai atau aki dengan berbagai macam tipe yang diperuntukan untuk kendaraan roda empat dan kapal. Tujuan utama PT XX adalah menginginkan target produksi yang direncanakan dapat terpenuhi dengan baik, akan tetapi terdapat beberapa kendala yang menyebabkan target tidak tercapai. Berikut merupakan data tidak tercapainya permintaan baterai jenis D-200 :

Tabel 1. Permintaan Baterai Tidak Terpenuhi

No	Bulan	Target Perusahaan/Unit	Output Produk/Unit	Permintaan/Unit
1	September 2016	21160	20560	21160
2	Oktober 2016	20242	22901	20242
3	Nopember 2016	22115	21267	22115
4	Desember 2016	20831	19572	20831
5	Januari 2017	22730	20323	22730
6	Februari 2017	20240	18473	20240
7	Maret 2017	22025	25467	22025
8	April 2017	21032	20630	21032
9	Mei 2017	22474	26958	22474
10	Juni 2017	24260	22267	24260
11	Juli 2017	21037	20588	21037
12	Agustus 2017	20158	24273	20158

(Sumber Data : Department Assy PT XX)

Saat ini kapasitas aktual baterai tipe D-200 perharinya adalah 860 unit sedangkan

permintaan pelanggan yaitu 1076 unit perhari, dari data ini dapat dilihat bahwa target produksi untuk memenuhi permintaan tidak tercapai. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi antara lain yaitu banyaknya waktu menganggur pada stasiun kerja 3 yaitu 8,31 detik ketika proses produksi berjalan, mesin mengalami *trouble* saat proses produksi, operator kurang memahami *work instruction*, dan tidak adanya waktu kerja optimal untuk menghasilkan produk perunit sehingga terjadi ketidakseimbangan waktu proses pada setiap stasiun kerja yang menyebabkan terjadinya *bottleneck*. Ketidakseimbangan waktu proses dapat dilihat dari :

Tabel 2. Data Stasiun Kerja Dept Assy Line 6 Baterai D-200

Stasiun	Jumlah Operator	Jumlah Waktu (detik)
<i>Stacking</i>	1 Orang	12,47
<i>COS (Casting On Strap)</i>	1 Orang	9,64
<i>PBJ (Post Burning Jig/Man)</i>	3 Orang	94,23
<i>Squeeze Welding</i>	1 Orang	18,07
<i>Heat Sealing</i>	1 Orang	29,45
<i>Terminal Burning Dasar</i>	1 Orang	16,38
<i>Air Leak Tester</i>	1 Orang	19,88
<i>Finish Good</i>	1 Orang	29,29
Total	10 Orang	229,41

(Sumber Data : Dept Assy PT XX)

Dari data diatas dapat diketahui bahwa stasiun kerja 3 merupakan stasiun kerja dengan waktu operasi terpanjang, hal ini disebabkan oleh kurangnya operator pada stasiun kerja 3, bahan penunjang peraitan yang tidak tersedia di tempat yang mengharuskan 1 operator dialih tugaskan untuk menyediakan bahan penunjang, tidak digunakannya tempat penaruh bahan penunjang dikarenakan letaknya terlalu sulit

dijangkau yaitu di papan yang berada diatas kepala dan bentuknya yang kurang ergonomis membuat bahan penunjang sering kali terjatuh. Ketidakseimbangan waktu kerja operator tersebut mengakibatkan terjadinya *bottleneck* (penumpukan) material, pada lini *Post Burning Dasar* khususnya di stasiun kerja 3 yaitu proses penyatuan antara plat positif dan negatif dengan masing-masing terminalnya. Hal ini mengakibatkan kurang lancarnya lini perakitan sehingga berpengaruh pada hasil produksi. Sesuai dengan permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan upaya untuk meningkatkan kapasitas produksi dengan menggunakan metode *line balancing*, yang pada akhirnya perusahaan dapat meningkatkan kapasitas penerimaan permintaan pelanggan dan menerapkan keseimbangan lintasan pada *line assembling* perusahaan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

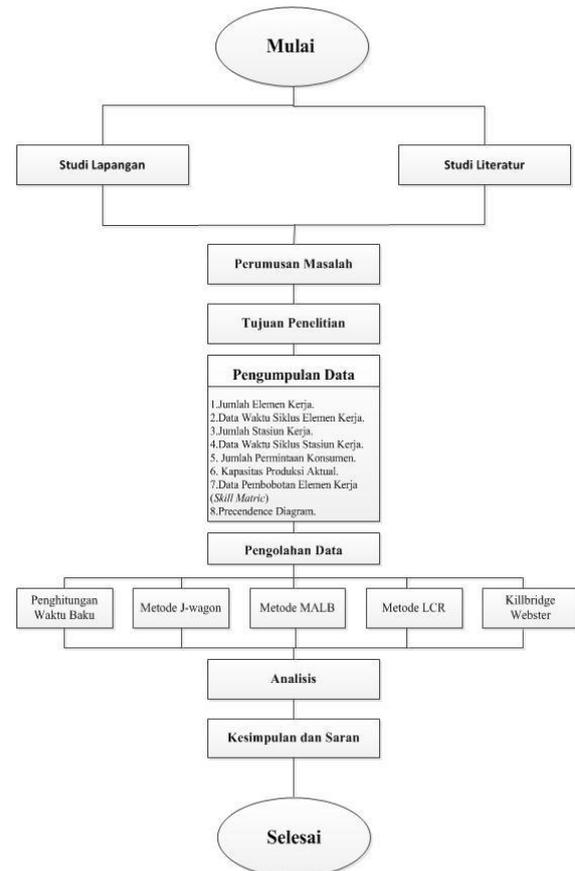
Lokasi penelitian yang dipilih adalah area *assembly line 6* yang digunakan untuk pembuatan baterai tipe D-200 yang merupakan baterai jenis *dry charge*. Area tersebut dipilih berdasarkan keputusan dari pihak manajemen di perusahaan, karena memang pada area tersebut memproduksi baterai dengan ukuran kecil dan mesin yang digunakan tidak semuanya terotomasi sehingga masih membutuhkan tenaga operator, area ini juga merupakan penghasil *bottleneck* terbesar.

Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data di lakukan pengambilan data primer dan data sekunder yang terdiri dari.

Pengolahan Data

Pada pengolahan data dengan melakukan pengukuran keseimbangan lintasan berdasarkan tahapan yang ada pada metode – metode *Line Balancing*.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data Tabel 3 dibawah ini merupakan data waktu siklus yang diambil dari hasil pengamatan pada departemen *assembling line 6* pada PT XX (dalam satuan detik).

Tabel 3. Waktu Siklus Elemen Kerja

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Nama Elemen Kerja	Waktu Siklus (detik)
1	1	Susun pelat positif dan pelat negatif dengan dibatasi oleh separator	5,3
	2	Merapihkan susunan pelat	4,95
	3	Letakan pada tempat tumpukan yang tersedia	1,97
2	4	Mengambil dan merapihkan susunan pelat	6,05
	5	Masukan pelat yang telah disusun pada palet	3,97
3	6	Pasang penghubung daya negatif	6,03
	7	Pasang penghubung daya positif	5,93
	8	Pasang alat bantu/jig	8,02
	9	Sambungkan semua pelat dengan penghubung daya membentuk sel	64,02
	10	Lepas alat bantu/jig	3,93
	11	Pengecekan & merapihkan sisa pengelasan	6,96
4	12	Pasang sel pada <i>container</i>	7,13
	13	Pasang <i>connector</i> pada tiap sel	5,43
	14	Pengecekan sambungan menggunakan mesin <i>squeezee</i>	4,99
5	15	Pengisian daya pada sel	16,16
	16	Pasang <i>cover</i> pada <i>container</i>	2,97
	17	Panaskan <i>cover</i> hingga menyatu dengan <i>container</i>	10,02
6	18	Pengecekan kebocoran pada daya baterai menggunakan mesin <i>air leak</i>	19,97
7	19	Pasang terminal positif dan negatif	4,99
	20	Panaskan terminal dengan mesin las	6,01
	21	Sambungkan terminal dengan menambahkan cairan timah	5,43
8	22	Cuci baterai	3,98
	23	Cek sambungan terminal	4,88
	24	pembuatan	6,03
	25	Masukan ke <i>box</i> dan di <i>wrap</i>	14,74

Kondisi Awal

Sebelum perhitungan waktu baku terlebih dahulu harus diketahui apakah data-data hasil pengukuran sudah seragam atau sesuai dan jumlahnya memnuhi tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan (Iftikar, 2006). Setelah

memperoleh waktu baku dari seluruh elemen kerja, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung performansi lini perakitan saat ini waktu baku stasiun kerja diperoleh dengan menjumlahkan seluruh waktu baku elemen kerja pada stasiun tersebut. Berikut ini akan diperlihatkan hasil perhitungan performansi dari lini perakitan saat ini :

Tabel 4. Waktu Siklus Kondisi Awal

Stasiun	Jumlah Operator	Jumlah Waktu (detik)
<i>Stacking</i>	2 Orang	12,47
<i>COS (Casting On Strap)</i>	1 Orang	9,64
<i>PBJ (Post Burning Jig/Man)</i>	3 Orang	94,23
<i>Squeeze Welding</i>	1 Orang	18,07
<i>Heat Sealing</i>	1 Orang	29,45
<i>Terminal Burning Dasar</i>	1 Orang	16,38
<i>Air Leak Tester</i>	1 Orang	19,88
<i>Finish Good</i>	1 Orang	29,29
Total	11 Orang	229,41

(Sumber Data : Hasil Pengamatan)

Performansi dari lini perakitan yang ada saat ini dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Efisiensi Lini (LE)

$$LE = \frac{\sum TS_i}{(k)(CT)} \times 100\%$$

$$= \frac{229,41}{8 \times 94,23} \times 100\% = 30 \%$$

b. *Balance Delay* = $\frac{n.Wd - \sum_i^n W_i}{n.Wd} \times 100\%$

$$= \frac{(8 \times 94,23) - 229,41}{8 \times 94,23} \times 100 = 70 \%$$

c. *Smoothness Indeks* (SI)

$$= \sqrt{\sum (TS_{imax} - TS)^2}$$

$$= \sqrt{(94,23 - 12,47)^2 + \dots + (94,23 - 29,29)^2} = 199,11 \text{ detik}$$

d. Kapasitas Produksi (KP)

$$= \frac{\text{jam kerja}}{CT}$$

$$= \frac{7,3 \times 3 \times 60 \times 60}{94,23}$$

$$= \frac{81000}{94,23} = 859,60 \text{ unit/hari}$$

$$\approx 860 \text{ unit/hari}$$

Perusahaan telah menetapkan standar produksi untuk lini perakitan baterai tipe DNPf N-200 berdasarkan perhitungan takt time yaitu sejumlah 1076 unit/hari dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa lini perakitan yang ada

pada saat ini belum dapat mencapai target produksi dengan nilai 860 unit/hari. Efisiensi lini perakitan juga masih rendah yaitu sebesar 30 % oleh karena itu untuk dapat meningkatkan efisiensi lini dan juga untuk mencapai target produksi yang telah direncanakan, maka perlu dilakukan penyeimbangan lini.

Penentuan Perakitan Satu Unit Produk

Jadi *Takt Time* untuk mencapai target produksi per hari adalah:

$$\begin{aligned} \text{Talk Time} &= \frac{\text{jam kerja}}{\frac{\text{jumlah pemesanan}}{258804} \times 20 \text{ hari}} \\ &= \frac{81000}{1076} = 75,28 \text{ detik/hari} \end{aligned}$$

Perancangan Metode Line Balancing

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk melakukan penyeimbangan lintasan perakitan adalah dengan mengatur ulang susunan pengelompokan elemen kerja.

Metode J-Wagon

Hasil perhitungan parameter performansi lini perakitan dengan metode *J-Wagon* adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi Lini (LE)
= $269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% = 90 \%$
2. *Balance Delay (BD)*
= $(4 \times 75,17) - 269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% = 10\%$
3. *Smoothness Indeks* =
$$\frac{\sqrt{(75,17 + 70,73)^2 + \dots + (74,17 - 61,27)^2}}{20} = 19,18 \text{ detik}$$
4. Kapasitas Produksi
= $81000 : 75,17$
= 1077,56 unit / hari
= 1078 unit/hari

Metode *Largest Candidat Rule (LCR)*

Hasil perhitungan parameter performansi lini perakitan dengan metode *Largest Candidat Rule (LCR)* adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi Lini (LE)
= $269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% = 90 \%$
2. *Balance Delay (BD)*
= $(4 \times 75,17) - 269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% = 10\%$
3. *Smoothness Indeks* =

$$\begin{aligned} &\frac{\sqrt{(75,17 + 75,17)^2 + \dots + (75,17 - 64,05)^2}}{20} \\ &= 19,37 \text{ detik} \end{aligned}$$

4. Kapasitas Produksi
= $81000 : 75,17$
= 1077,56 unit / hari
= 1078 unit/hari

Metode *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)*

Hasil perhitungan parameter performansi lini perakitan dengan metode *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)* adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi Lini (LE)
= $269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% = 90 \%$
2. *Balance Delay (BD)*
= $(4 \times 75,17) - 269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% = 10\%$

$$\begin{aligned} 3. \text{Smoothness Indeks} &= \frac{\sqrt{(75,17 + 68,74)^2 + \dots + (75,17 - 64,62)^2}}{20} \\ &= 18,52 \text{ detik} \end{aligned}$$

4. Kapasitas Produksi
= $81000 : 75,17$
= 1077,56 unit / hari
= 1078 unit/hari

Metode *Killbridge Webster*

Hasil perhitungan parameter performansi lini perakitan dengan metode *Killbridge Webster* (Hartini, 2006) adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi Lini (LE)
= $269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% = 90 \%$

$$\begin{aligned} 2. \text{Balance Delay (BD)} &= (4 \times 75,17) - 269,90 / (4 \times 75,17) \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{Smoothness Indeks} &= \frac{\sqrt{(75,17 + 70,73)^2 + \dots + (75,17 - 60,62)^2}}{20} \\ &= 19,25 \text{ detik} \end{aligned}$$

4. Kapasitas Produksi
= $81000 : 75,17$
= 1077,56 unit / hari
= 1078 unit/hari

Perbandingan Parameter Performansi Lini

Peningkatan performansi lini perakitan 6 merupakan hasil dari penelitian yang menggunakan beberapa indikator performansi untuk melihat seberapa baik tingkat performansi dari keempat metode usulan.

Tabel 5 merupakan hasil perbandingan indikator performansi awal dan performansi usulan pembentukan rancangan keseimbangan masing-masing metode.

Tabel 5. Perbandingan indikator performansi

No	Metode	Jumlah Stasiun Kerja	Efisiensi Lini	Balance Delay	Smoothness Index	Kapasitas Produksi (unit)
1	Kondisi Awal	8	30%	70%	199,11	860
2	J-Wagon	4	90%	10%	19,18	1078
3	LCR	4	90%	10%	19,37	1078
4	MALB	4	90%	10%	18,52	1078
5	Kilbrige Webster	4	90%	10%	19,25	1078

(Sumber Data : Hasil Pengolahan)

Dari tabel rekapitulasi hasil perbandingan performansi *lini* dapat dilihat bahwa dengan menggunakan metode *line balancing* terbaik yaitu metode *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)* maka akan dapat meningkatkan kapasitas produksi. Diketahui target perhari sebesar 1076 unit sedangkan kapasitas aktual yang dihasilkan adalah 860 unit/hari, jika menggunakan metode *line balancing* maka didapat peningkatan sebesar 1078 unit/hari dan artinya hasil tersebut melebihi target.

Perbandingan Kapasitas Produksi dari Kondisi Awal dan dari Metode MALB

Diketahui kapasitas kondisi awal pada lini perakitan baterai DNPf N-200 hanya dapat memproduksi 860 unit/hari sedangkan perusahaan telah menetapkan target produksi 1076 unit/hari sehingga perusahaan harus mengadakan lembur untuk menutupi kekurangan produksinya. Dengan melakukan penyeimbangan lintasan menggunakan metode *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)* didapat peningkatan kapasitas produksi sebesar 1078 unit/hari, hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan waktu kerja dalam lini perakitan sangatlah berpengaruh pada output produksi.

SIMPULAN DAN SARAN

- Setelah dilakukan perhitungan dapat ditentukan waktu baku atau waktu kerja yang direkomendasikan untuk menghasilkan satu unit produk pada *assembly line* baterai tipe D-200 adalah 269,90 detik.
- Adapun perancangan keseimbangan lintasan menggunakan metode *J-Wagon* dengan

efisiensi lini 90% dan *smoothness index* 19,11. Metode *Largest Candidat Rule (LCR)* dengan *efisiensi lini* 90% dan *smoothness index* 19,37. Metode *Mansoor Aided Line Balancing (MALB)* dengan *efisiensi lini* 90% dan *smoothness index* 18,52 serta metode *Kilbrige Webster* dengan *efisiensi lini* 90% dan *smoothness index* 19,25. Jadi metode yang terbaik yang digunakan adalah **Metode Mansoor Aided Line Balancing (MALB)** karena memiliki hasil *smoothness index* terkecil.

c. Setelah dilakukan penyeimbangan lini menggunakan metode terpilih didapat peningkatan volume produksi dari kondisi lintasan perakitan awal sebesar 860 unit/hari menjadi 1078 unit/hari. Dengan demikian maka target produksi yang telah ditetapkan perusahaan sebesar 1076 unit/hari dapat tercapai.

SARAN

- Perusahaan disarankan untuk memperbaiki lini perakitan baterai tipe D-200 kondisi awal dengan lini perakitan usulan yang menggunakan **Metode Mansoor Aided Line Balancing (MALB)** agar perusahaan dapat mencapai target produksi sesuai dengan yang telah ditetapkan sebelumnya.
- Perusahaan disarankan untuk melakukan pengamatan dan pengawasan secara berkala terhadap lini perakitan baterai tipe D-200, agar penggunaan lini perakitan tersebut dapat optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Boysen, N., Malte Flidner and Armin School. 2007. *A Clasification of Assembly Line Balancing Problem, European Jurnal Of Operation Research*, 183.
- Elsayed, E. A., dan Boucher, T.O. (1994). *Analysis and Control of Production System. 2nd Edition. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall International, Inc.*
- Hartini, Sri. 2011. Teknik Mencapai Produksi Optimal. Bandung: Lubuk Agung.
- Sutalaksana, Iftikar, Z. 2006. Teknik Perancangan Sistem Kerja. Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung: ITB.