

Peningkatan Kapasitas Produksi pada PT. Adicitra Bhirawa

Karine Santoso Putri¹, I Gede Agus Widyadana², Herry Christian Palit³

Abstract: Currently, PT. Adicitra Bhirawa wants to increase their production capacity from 120 truck boxes per month into 250 truck boxes per month. The increasing of production capacity is applied by changing their production system from the piecework production system into line production system. The line production system is more efficient than the piecework production system in terms of the worker productivity. Line production system is designed using two heuristic methods of line balancing, *Kilbridge-Wester* and *Helgeson-Birnie*. The result shows *Kilbridge-Wester* gives the better result with 15 workstations. The proposed line production system can achieve the production target and increase the monthly worker productivity from 5.7 truck boxes/worker to 11.9 truck boxes/worker. A proposed plant layout is applied in order to support the new line production system.

Keywords: Piecework Production System, Line Production System, Production Capacity, and Plant Layout

Pendahuluan

PT. Adicitra Bhirawa adalah perusahaan karoseri yang berlokasi di Jalan Mastrip Karang Pilang nomor 70. Keinginan PT. Adicitra Bhirawa untuk membawa sistem produksinya ke tingkat yang lebih baik menimbulkan niat untuk meneliti sistem produksi perusahaan ini. PT. Adicitra Bhirawa ingin meningkatkan kapasitas produksi menjadi 250 *box* truk per bulan. Kapasitas produksi saat ini adalah sebanyak 6 *box* truk per hari atau 120 *box* truk per bulan. PT. Adicitra Bhirawa saat ini menggunakan sistem produksi borongan. Sistem borongan adalah sebuah sistem produksi dimana pekerjaan dilakukan oleh sekelompok pekerja (jumlah dan anggotanya tidak menentu) mulai dari awal hingga selesai. Sistem borongan memiliki kelemahan yaitu tidak efisien apabila permintaan tinggi serta tidak ada pembagian kerja yang jelas sehingga proses pengerjaan produk tidak dapat terdeteksi.

PT. Adicitra Bhirawa akan segera bekerja sama dengan perusahaan Jepang sehingga dituntut untuk memiliki sistem produksi yang efisien. Sistem produksi *line* dipilih karena terdapat pembagian kerja yang jelas pada masing-masing stasiun kerja sehingga aliran produksi

dapat terlihat jelas dan lebih teratur. Sistem produksi *line* lebih efisien dalam menghadapi permintaan yang terus meningkat dan tidak menentu dibandingkan sistem borongan. Perancangan sistem produksi *line* ini juga disertai dengan perubahan tata letak lantai produksi perusahaan guna mendukung kelancaran jalannya sistem produksi *line*.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk meningkatkan kapasitas produksi melalui sistem produksi *line* disertai dengan tata letak yang mendukung.

Metode Penelitian

Pengukuran Waktu

Time measurement bertujuan untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian pekerjaan. Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan yang dijalankan dengan sistem kerja terbaik (Mundell dan Danner, [5]). Langkah-langkah pengukuran waktu kerja dengan metode pengukuran langsung adalah sebagai berikut (Wignosoebroto, [7]):

- Persiapan, meliputi pemilihan dan pendefinisian pekerjaan yang akan diukur serta menginformasikan maksud dan tujuan pengukuran kerja kepada supervisor atau pekerja. Langkah selanjutnya adalah memilih pekerja dan mencatat semua data yang berkaitan dengan sistem operasi kerja yang akan diukur waktunya.

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: karine_ksp@yahoo.com, gede@peter.petra.ac.id, herry@peter.petra.ac.id.

- b. *Element breakdown*, yaitu membagi siklus kegiatan yang berlangsung ke dalam elemen-elemen kegiatan sesuai dengan aturan yang ada pada rantai produksi.
- c. Pengamatan dan pengukuran, yaitu mengamati dan mengukur waktu sejumlah n pengamatan untuk setiap elemen kegiatan (X_1, X_2, \dots, X_n).
- d. Uji kenormalan data dilakukan untuk memastikan data berdistribusi normal. Uji kenormalan data dilakukan menggunakan *software* Minitab metode *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesa:
 H_0 : Data berdistribusi normal.
 H_1 : Data tidak berdistribusi normal.
 Data dikatakan berdistribusi normal jika terjadi gagal tolak H_0 ($p\text{-value} > \alpha$). Data dikatakan tidak berdistribusi normal jika terjadi tolak H_0 ($p\text{-value} < \alpha$).
- e. Uji keseragaman data dilakukan untuk memastikan data telah seragam. Uji keseragaman data dilakukan menggunakan rumus:

$$BKA = \bar{X} + k \times s \quad (1)$$

$$BKB = \bar{X} - k \times s \quad (2)$$

Keterangan:

- BKA : Batas kontrol atas.
- BKB : Batas kontrol bawah.
- \bar{X} : Nilai rata-rata data.
- s : Standar deviasi.
- k : Distribusi z (diasumsikan 3).

Data dikatakan seragam apabila tidak ada data yang keluar dari batas BKA dan BKB.

- f. Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan data yang diperoleh sudah mencukupi untuk menggambarkan kondisi nyata. Rumus yang digunakan untuk uji kecukupan data ada dua, yakni untuk jumlah data lebih besar sama dengan 30 dan kurang dari 30. Uji kecukupan data dengan data lebih besar sama dengan 30 adalah sebagai berikut:

$$n' = \left(\frac{\frac{zk}{s} \sqrt{(n \times \sum x_i^2) - \sum x_i^2}}{\sum x_i} \right)^2 \quad (3)$$

Uji kecukupan data dengan data kurang dari 30 adalah sebagai berikut (Freivalds dan Niebel, [3]):

$$n' = \left(\frac{t \times T_k}{T_k \times R} \right)^2 \quad (4)$$

Keterangan:

- T_k : Tingkat ketelitian.

t : Nilai distribusi t pada $\alpha/2$ dengan $df = n - 1$.

n : Jumlah data pengamatan.

n' : Jumlah data teoritis.

x_i : Data pengamatan ke- i .

Data dikatakan cukup apabila nilai $n \geq n'$.

- g. Perhitungan waktu siklus dimana waktu siklus adalah rata-rata dari waktu hasil pengamatan secara langsung yang tertera dalam *stopwatch*. Rumus dari perhitungan waktu siklus adalah sebagai berikut:

$$WS = \frac{\sum x_i}{n} \quad (5)$$

Keterangan:

WS : Waktu siklus.

- h. Menetapkan *performance rating*, penetapan ini didasarkan pada kinerja yang ditunjukkan operator dan juga hasil diskusi dengan supervisor mengenai operator yang diukur waktu kerjanya. Nilai-nilai penyesuaian dari *performance rating* antara lain $P = 1$ (kinerja normal), $P < 1$ (kinerja lambat), dan $P > 1$ (kinerja cepat). Nilai *performance rating* dapat diperoleh dengan menggunakan metode *Westinghouse*. Penjelasan lebih lanjut mengenai perhitungan *performance rating* dapat dilihat pada subbab berikutnya.
- i. Perhitungan waktu normal dimana waktu normal adalah waktu kerja operator yang telah dipertimbangkan oleh faktor penyesuaian (*performance rating*) agar diperoleh data waktu untuk pekerja dengan kemampuan rata-rata dalam kondisi yang wajar. Rumus dari perhitungan waktu normal adalah sebagai berikut (Barnes, [1]):

$$WN = WS \times P \quad (6)$$

Keterangan:

WN : Waktu normal.

P : *Performance rating*.

- j. Menentukan *allowance* yang memperhitungkan istirahat untuk kebutuhan pribadi, kelelahan (*fatigue*), dan keterlambatan yang tak terhindarkan (*unavoidable delay*) (Wignjosoebroto, [7]). Penjelasan lebih lanjut mengenai penentuan *allowance* dapat dilihat pada subbab berikutnya.
- k. Perhitungan waktu baku yang dilakukan setelah menghitung waktu normal dan menentukan *allowance*. Pemberian *allowance* ini dimaksudkan untuk memberi kesempatan kepada operator untuk melakukan hal-hal yang harus dilakukannya.

Pemberian *allowance* pada perhitungan waktu baku menghasilkan waktu baku yang lengkap dan mewakili sistem kerja yang diamati. Rumus dari perhitungan waktu baku adalah sebagai berikut (Barnes, [1]):

$$WB = WN \times \frac{100}{100 - Allowance} \quad (7)$$

Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan salah satu tolak ukur yang penting dari suatu perusahaan. Kapasitas produksi adalah jumlah produk yang seharusnya dapat diproduksi oleh sebuah perusahaan guna mencapai keuntungan maksimal. Penentuan kapasitas produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jam kerja, jumlah pekerja, dan lain sebagainya.

Produktivitas

Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang diperoleh (*output*) dan sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas merupakan usaha untuk mengukur seberapa baik sebuah perusahaan berdasarkan penggunaan sumber dayanya. Produktivitas parsial merupakan salah satu jenis pengukuran produktivitas. Produktivitas parsial sering juga disebut sebagai produktivitas faktor tunggal yang merupakan rasio dari *output* terhadap salah satu faktor *input*. Salah satu contoh dari produktivitas parsial adalah produktivitas pekerja. Rumus produktivitas secara umum (Gaspersz, [4]):

$$Produktivitas = \frac{Output}{Input} \quad (9)$$

Rumus produktivitas pekerja (Gaspersz, [4]):

$$Produktivitas \text{ Pekerja} = \frac{Output}{Jumlah \text{ Tenaga Kerja}} \quad (10)$$

Keseimbangan Lintasan

Line balancing adalah upaya untuk meminimalkan ketidakseimbangan di antara stasiun kerja untuk mendapatkan waktu yang sama di setiap stasiun kerja sesuai dengan kecepatan produksi tertentu (Purnomo, [6]). Tujuan utama dari penggunaan *line balancing* ini adalah untuk mengurangi atau meminimalkan waktu menganggur pada *line* produksi berdasarkan waktu siklus yang telah ditentukan.

Prosedur-prosedur untuk menganalisa sebuah *line* produksi adalah (Gaspersz, [4]):

- Pembuatan *precedence diagram*. *Precedence diagram* merupakan gambaran grafis urutan operasi kerja serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya.
- Penentuan jumlah stasiun kerja minimal dan *cycle time* (CT) dengan menggunakan rumus:

$$K_{min} = \frac{\sum t_i}{CT} \quad (11)$$

Keterangan:

- t_i : Waktu baku per elemen kerja ke i .
 CT : *Cycle time* (ditetapkan berdasarkan target produksi atau waktu stasiun kerja terlama).
- Pengelompokan elemen-elemen kerja ke dalam stasiun kerja.
 - Utilisasi guna mengevaluasi utilitas dari *line* produksi yang telah dibuat.

Prinsip kerja dari *line balancing* ini yaitu sebuah stasiun kerja akan mengerjakan suatu pekerjaan ketika unit produk tiba di stasiun kerjanya kemudian selanjutnya disalurkan ke stasiun kerja lainnya sesuai dengan urutan. *Line balancing* dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, namun metode yang paling sering digunakan antara lain (Purnomo, [6]):

- Metode *Kilbridge-Wester*
- Metode *Helgeson-Birnie*

Metode Kilbridge-Wester

Metode ini dikembangkan oleh *Kilbridge* dan *Wester* sesuai dengan nama metode tersebut. Langkah-langkah metode *Kilbridge-Wester* adalah sebagai berikut (Purnomo, [6]):

- Membagi *precedence diagram* ke dalam kolom-kolom sesuai dengan urutan elemen pendahulu. Kolom satu adalah elemen kerja tanpa elemen pendahulu, kolom dua adalah elemen kerja yang memiliki elemen pendahulu dari kolom satu, dan seterusnya.
- Menentukan waktu siklus.
- 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.
- Mengeluarkan elemen kerja yang telah didistribusikan pada stasiun kerja, dan mengulangi langkah tiga dan empat sampai semua elemen kerja yang ada terdistribusi ke stasiun kerja.

Selanjutnya untuk mengurangi jumlah stasiun kerja dari hasil yang telah diperoleh maka dilakukan tahapan selanjutnya yaitu:

- Mengurutkan elemen kerja berdasarkan banyaknya elemen pendahulu dari elemen kerja tersebut dari yang tersedikit hingga terbanyak.
- 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 sesuai urutan pada langkah satu.
- Mengeluarkan elemen kerja yang telah didistribusikan pada stasiun kerja, dan mengulangi langkah dua dan tiga sampai semua elemen kerja yang ada terdistribusi ke stasiun kerja.

Metode Helgeson-Birnie

Langkah-langkah metode *Helgeson-Birnie* adalah (Bedworth dan Bailey, [2]):

- Menghitung bobot masing-masing elemen kerja. Bobot yang dimaksud adalah waktu kerja dimulai dari stasiunnya hingga selesai berdasarkan *precedence diagram*. Apabila terdapat cabang pada *precedence diagram* maka dipilihlah waktu terlama untuk dijumlahkan dalam pembobotan ini.
- Mengurutkan elemen kerja berdasarkan bobotnya dari yang terbesar hingga terkecil.
- 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 sesuai urutan pada langkah dua.
- Mengeluarkan elemen kerja yang telah didistribusikan pada stasiun kerja, dan mengulangi langkah tiga dan empat sampai semua elemen kerja yang ada terdistribusi ke stasiun kerja.

Utilisasi

Pengukuran hasil suatu *line* produksi didapat dengan melakukan pengukuran utilisasi. Pengukuran utilisasi dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti pengukuran *line efficiency* dan *balance delay*. Penjelasan mengenai cara-cara pengukuran utilisasi adalah sebagai berikut (Purnomo, [6]):

- Line efficiency* juga dapat diartikan sebagai efisiensi stasiun kerja rata-rata pada suatu *line* produksi. Waktu dari masing-masing stasiun kerja yang semakin mendekati waktu siklus menyebabkan efisiensi dari *line*

semakin bagus (besar). Rumus perhitungan *line efficiency* adalah:

$$LE = \frac{\sum_i ST_i}{K \times CT} \times 100\% \quad (12)$$

Keterangan:

LE : *Line efficiency*.

ST_i : Waktu dari stasiun kerja ke-*i*.

K : Jumlah stasiun kerja.

CT : *Cycle time*.

- Balance delay* merupakan ukuran dari ketidakefisienan suatu *line* produksi. *Balance delay* dihasilkan dari waktu mengganggu yang disebabkan karena pengalokasian stasiun-stasiun kerja yang kurang sempurna. Rumus perhitungan *balance delay* adalah:

$$BD = 100\% - LE \quad (13)$$

Keterangan:

BD : *Balance delay*.

Tata Letak Fasilitas

Tata letak memiliki banyak tipe, beberapa diantaranya adalah (Russel dan Taylor, [8]):

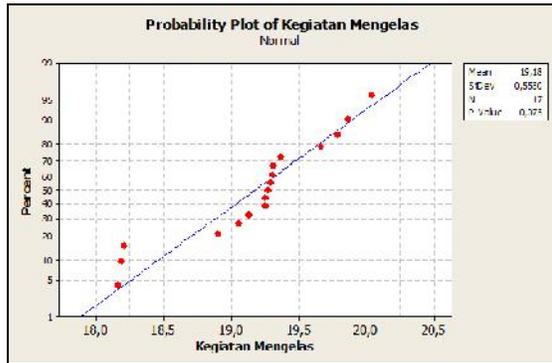
- Process layout* adalah penyusunan tata letak dimana fasilitas, alat, atau mesin yang memiliki fungsi yang sama ditempatkan pada lokasi yang sama. *Process layout* biasanya diterapkan pada perusahaan yang berdasarkan *job order shop*.
- Product layout* biasanya dikenal dengan nama *flow shop*. *Product layout* adalah tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi. *Product layout* dapat diterapkan pada produk yang telah distandarisasi dan juga diproduksi dalam jumlah besar. Setiap produk akan melalui tahapan yang sama dari awal hingga akhir. *Product layout* biasanya digunakan untuk lingkungan produksi dengan sistem *flow manufacturing*.

Hasil dan Pembahasan

Produk standar yang saat ini diproduksi secara tetap oleh PT. Adicitra Bhirawa adalah *box* truk aluminium. Jumlah pekerja perakitan *box* truk aluminium adalah sebanyak 21 pekerja. Proses pembuatan *box* truk aluminium dapat dibagi ke dalam beberapa proses besar antara lain: Proses perakitan lantai. Proses perakitan atap. Proses perakitan dinding samping. Proses perakitan dinding depan.

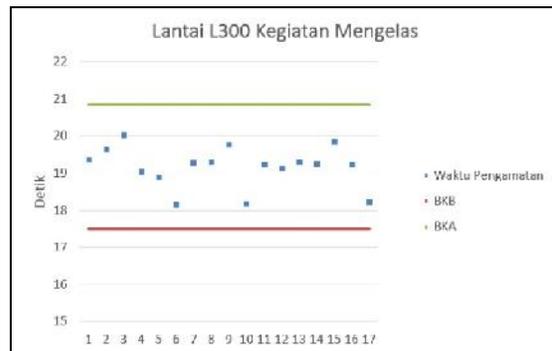
Proses perakitan kusen. Proses perakitan pintu. Proses pemasangan atap dan melamin. Proses perakitan box. Proses setting pintu. Proses pemasangan pintu. Proses pemasangan kawel.

Waktu Baku



Gambar 1. Hasil Uji Kenormalan Data Waktu Kegiatan Mengelas

Gambar 1 menunjukkan nilai rata-rata (*mean*) dari data waktu kegiatan mengelas adalah selama 19,18 detik dengan standar deviasi sebesar 0,555. Nilai α yang digunakan adalah sebesar 0,05. Gambar 1 juga menunjukkan bahwa *p-value* (0,707) > α (0,05). Kesimpulan yang dapat diperoleh dari Gambar 1 adalah terjadinya gagal tolak H_0 yang berarti data waktu kegiatan mengelas berdistribusi normal. Uji kenormalan data untuk kegiatan lainnya tidak dilakukan dikarenakan terbatasnya jumlah data sehingga data untuk kegiatan lainnya diasumsikan normal dengan pertimbangan waktu pengambilan data.



Gambar 2. Hasil Uji Keseragaman Data Kegiatan Mengelas

Gambar 2 menunjukkan bahwa data yang diperoleh seragam karena tidak ada data yang keluar dari batas kontrol. Perhitungan waktu siklus untuk kegiatan adalah sebagai berikut:

$$WS = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{19,37+19,66+...+19,21}{17} = 19,18 \text{ detik}$$

Perhitungan waktu normal untuk kegiatan mengelas adalah:

$$WN = WS \times P = 19,18 \times 1,09 = 20,91 \text{ detik}$$

Perhitungan waktu baku untuk kegiatan mengelas adalah:

$$WB = WN \times \frac{100}{100 - Allowance} = 20,91 \times \frac{100}{100 - 26,5} = 28,44 \text{ detik}$$

Contoh perhitungan waktu baku untuk proses perakitan lantai untuk satu pekerja adalah:

$$WB = (0,41 \times 2552,21) + (0,31 \times 2221,25) + (0,28 \times 2909,75) = 2549,72 \text{ detik} = 42,50 \text{ menit}$$

Waktu baku pada beberapa proses dapat dibagi dengan jumlah pekerjaannya dikarenakan pekerjaan dapat dibagi dan dapat dilakukan secara bersama-sama. Beberapa proses tersebut antara lain proses perakitan atap, perakitan dinding samping dan box, perakitan pintu, pemasangan atap dan melamin, dan pemasangan kawel.

Kondisi Awal

Contoh perhitungan kapasitas produksi adalah:

$$Kapasitas \text{ Produksi} = \frac{\text{jam kerja}}{\text{waktu proses terlama}} = \frac{480 \text{ menit}}{49,47 \text{ menit}} = 9,9 \text{ box truk dalam satu hari}$$

Kapasitas produksi PT. Adicitra Bhirawa secara teoritis adalah sebanyak 9,9 box truk per hari dengan jumlah pekerja sebanyak 21 orang. Perhitungan produktivitas pekerja kondisi awal (keadaan nyata) adalah sebagai berikut:

$$Produktivitas \text{ Pekerja} = \frac{120}{21} = 5,7 \text{ box truk per pekerja per bulan}$$

Hal ini berarti dalam satu bulan seorang pekerja dapat memproduksi 5,7 box truk. Perhitungan produktivitas pekerja pada kondisi awal (secara teoritis) adalah sebagai berikut:

$$Produktivitas \text{ Pekerja} = \frac{198}{21} = 9,43 \text{ box truk per pekerja per bulan}$$

Hal ini berarti dalam satu bulan seorang pekerja dapat memproduksi 9,43 box truk.

Keseimbangan Lintasan

Target kapasitas produksi yang diinginkan oleh PT. Adicitra Bhirawa adalah sebanyak 250 box truk per bulan. Perhitungan cycle time (CT) adalah sebagai berikut:

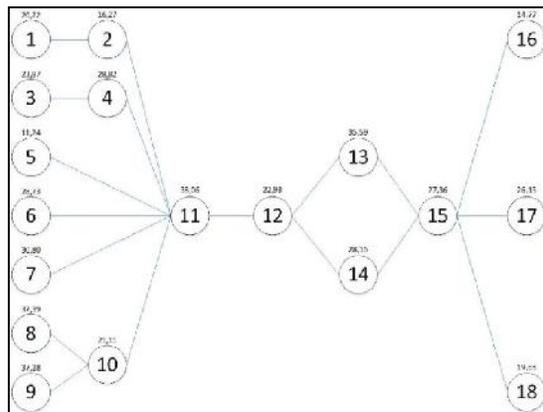
$$CT = \frac{\text{Waktu kerja}}{\text{Target jumlah produk}} = \frac{20 \text{ hari} \times 480 \text{ menit}}{250 \text{ box truk}} = 38,4 \text{ menit per box truk}$$

Hal tersebut dapat diartikan bahwa waktu pengerjaan satu *box* truk tidak boleh melebihi 38,4 menit. Perancangan sistem produksi *line* tidak memperhitungkan proses pembuatan bahan pendukung. Pembagian elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	Waktu Baku (Menit)
1	Perakitan Rangka Lantai	26,22
2	Perakitan Lantai	16,27
3	Perakitan Atap	23,87
4	Pemasangan Kabel dan <i>Stainless</i> Atap	28,82
5	Perakitan Dinding Samping	11,24
6	Perakitan Dinding Depan	28,73
7	Perakitan Kusen	30,80
8	Perakitan Pintu (dengan Penutup)	37,39
9	Perakitan Pintu <i>Setting</i> Pintu	37,28
10	<i>Setting</i> Pintu	21,11
11	Perakitan <i>Box</i> (Dinding)	38,06
12	Perakitan <i>Box</i> (Kusen)	22,98
13	Pemasangan Melamin	35,59
14	Pemasangan Atap	28,15
15	Pemasangan Pintu	27,36
16	Pemasangan <i>Bracket</i> atau Kayu	14,77
17	Pemasangan Kawel	26,13
18	Pemasangan Lis, Slebor, Perisai, dan Penutup Kayu	19,63

Tabel 1 menunjukkan bahwa proses perakitan *box* truk aluminium terbagi ke dalam 18 elemen kerja dengan waktu terlama 37,39 menit.



Gambar 3. Precedence Diagram

Gambar 3 menunjukkan urutan elemen kerja dalam bentuk *precedence diagram*.

Metode Kilbridge-Wester

Tabel 2. Pembagian Elemen Kerja ke Dalam Stasiun Kerja Berdasarkan Jumlah Elemen Kerja Pendahulu

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Stasiun Kerja (Menit)
1	1	26,22
2	3,5	35,11
3	6	28,73
4	7	30,80
5	8	37,39
6	9	37,28
7	2,10	37,38
8	4	28,82
9	11	38,06
10	12	22,98
11	13	35,59
12	14	28,15
13	15	27,36
14	16,18	34,40
15	17	26,13

Tabel 2 menunjukkan bahwa dibutuhkan 15 stasiun kerja untuk 18 elemen kerja. Terjadi penggabungan elemen-elemen kerja yaitu elemen 3 dan 5, elemen 2 dan 10, serta elemen 16 dan 18. Perhitungan *line efficiency* dan *balance delay* adalah sebagai berikut:

$$LE = \frac{26,22+35,11+\dots+26,13}{15 \times 38,4} \times 100 = 82,36\%$$

$$BD = 100\% - 82,36\% = 17,64\%$$

Metode Helgeson-Birnie

Tabel 3. Pembagian Elemen Kerja ke dalam Stasiun Kerja Berdasarkan Pembobotan

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Stasiun Kerja (Menit)
1	9	37,28
2	3	23,87
3	1	26,22
4	8	37,39
5	7	30,80
6	4	28,82
7	6	28,73
8	10,2	37,38
9	5	11,24
10	11	38,06
11	12	22,98
12	13	35,59

13	14	28,15
14	15	27,36
15	17	26,13
16	18,16	34,40

Tabel 3 menunjukkan bahwa dibutuhkan 16 stasiun kerja untuk 18 elemen kerja. Terjadi penggabungan elemen-elemen kerja yaitu elemen 10 dan 2 serta elemen 18 dan 16. Perhitungan *line efficiency* dan *balance delay* menggunakan Rumus 2.12 dan Rumus 2.13 adalah sebagai berikut:

$$LE = \frac{21,428 + 22,857 + 11,111 + 29,400}{16 \times 28,4} \times 100 = 77,21\%$$

$$BD = 100\% - 77,21\% = 22,79\%$$

Perbandingan Kedua Metode

Tabel 4. Perbandingan *Line Balancing* Antara Dua Metode

Faktor	<i>Kilbridge-Wester</i>	<i>Helgeson-Birnie</i>
Jumlah Stasiun Kerja	15	16
Elemen yang Dikelompokkan	3 dan 5 2 dan 10 16 dan 18	10 dan 2 18 dan 16
<i>Line Efficiency</i>	82,36%	77,21%
<i>Balance Delay</i>	17,64%	22,79%

Tabel 4 menunjukkan bahwa metode dengan hasil terbaik adalah metode *Kilbridge-Wester*.

Pekerja

Tabel 5. Pembagian Jumlah Pekerja

Stasiun Kerja	Pekerjaan	Jumlah Pekerja
1	Perakitan Rangka Lantai	1
2	Perakitan Atap dan Dinding samping	1
3	Perakitan Dinding Depan	1
4	Perakitan Kusén	1
5	Perakitan Pintu (dengan Penutup)	1
6	Perakitan Pintu	1
7	Perakitan Lantai dan <i>Setting</i> Pintu	1
8	Pemasangan Kabel dan <i>Stainless</i> Atap	1
9	Perakitan <i>Box</i> (Dinding)	2
10	Perakitan <i>Box</i> (Kusén)	2
11	Pemasangan Melamin	1
12	Pemasangan Atap	1
13	Pemasangan Pintu	2
14	Pemasangan <i>Bracket</i> atau Kayu dan	1

	Pemasangan Lis, Slebor, Perisai, dan Penutup Kayu	
15	Pemasangan Kawel	1
	Total Jumlah Pekerja	18

Jumlah pekerja yang awalnya sebanyak 21 orang dapat dikurangi menjadi 18 pekerja (Tabel 5). Tiga orang pekerja dialokasikan untuk proses pembuatan bahan pendukung. Pengalokasian ini juga disesuaikan dengan *cycle time* untuk mendukung lancarnya proses produksi *line* yang telah dirancang. Perhitungan produktivitas pekerja dilakukan sebagai salah satu ukuran keberhasilan suatu perusahaan. Perhitungan produktivitas pekerja pada sistem produksi *line* menggunakan Rumus 2.10 adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Pekerja} = \frac{250}{21} = 11,9 \text{ box truk per}$$

pekerja per bulan

Hal ini berarti dalam satu bulan seorang pekerja dapat memproduksi 11,9 *box* truk.

Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tabel 6. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Faktor	Kondisi Awal (Nyata)	Perbaikan
Sistem Produksi Pembagian Kerja Waktu Standar Kapasitas Produksi Jumlah Pekerja	Sistem borongan Tidak jelas Tidak ada 120 <i>box</i> truk per bulan 21 pekerja	Sistem produksi <i>line</i> Jelas, 15 stasiun kerja CT = 38,4 menit 250 <i>box</i> truk per bulan 21 pekerja
Produktivitas Pekerja	5,7 <i>box</i> truk per pekerja per bulan	11,9 <i>box</i> truk per pekerja per bulan
Tata Letak Fasilitas	<i>Process layout</i>	Kombinasi antara <i>process layout</i> dan <i>product layout</i> dengan rincian: <i>Process layout</i> : stasiun kerja 1-8 <i>Product</i>

layout:
stasiun kerja
9-15

kelancaran sistem produksi *line* yang telah dibuat.

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa sistem produksi yang awalnya borongan dirubah menjadi sistem produksi *line* sehingga lebih efisien dan lebih teratur. Pada kondisi awal tidak ada pembagian kerja yang jelas, hanya terdiri dari sembilan proses yang dikerjakan secara borongan. Pembagian kerja pada sistem produksi *line* jelas yaitu dibagi ke dalam 15 stasiun kerja. Kondisi awal tidak memiliki waktu pengerjaan standar sehingga tidak dapat diprediksi kapan produk dapat diselesaikan. Hal ini dikarenakan pada sistem borongan para pekerja tidak diberi target. Pada sistem produksi *line* sudah terdapat waktu standar. CT menunjukkan waktu pengerjaan terlama untuk masing-masing stasiun kerja agar kapasitas yang diinginkan tercapai. Waktu pengerjaan paling lama untuk masing-masing *box* truk adalah selama 38,4 menit. Kapasitas produksi yang awalnya 120 *box* truk per bulan berhasil ditingkatkan memenuhi target yaitu 250 *box* truk per bulan dengan jumlah pekerja yang tetap. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan produktivitas pekerja dari 5,7 *box* truk per pekerja per bulan menjadi 11,9 *box* truk per pekerja per bulan. Tata letak fasilitas pada kondisi awal adalah *process layout* dimana lantai produksi dibagi berdasarkan sembilan proses dasar. Tata letak fasilitas perbaikan merupakan kombinasi antara *process layout* dan *product layout*.

Simpulan

Perubahan sistem produksi dari sistem borongan menjadi sistem produksi *line* menyebabkan kinerja stasiun kerja lebih teratur, lebih seimbang, dan lebih produktif sehingga terjadi peningkatan kapasitas produksi. Peningkatan kapasitas produksi ini menyebabkan terjadinya peningkatan produktivitas pekerja. Sistem produksi terbagi ke dalam 15 stasiun kerja. Produktivitas dari sistem produksi *line* meningkat sebesar 52,1 % yaitu menjadi 11,9 *box* truk per pekerja per bulan dari keadaan nyata yaitu 5,7 *box* truk per pekerja per bulan. Produktivitas ini meningkat seiring dengan peningkatan kapasitas produksi menjadi 250 *box* truk per bulan yang sudah memenuhi target. Perubahan tata letak dari *process layout* menjadi kombinasi antara *process layout* dan *product layout* mendukung

Daftar Pustaka

1. Barnes, Ralph M. (1990). *Motion And Time Study: Design and Measurement of Work Seventh Edition*. USA: John Wiley & Sons.
2. Bedworth, David D. & Bailey, James E. (1987). *Integrated Production Control Systems*. New York: John Wiley & Sons.
3. Freivalds, A. & Niebel, Benjamin W. (2014). *Niebel's Methods, Standards, and Work Design Thirteenth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.
4. Gaspersz, Vincent. (2001). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
5. Mundell, Marvin E. & Danner, David L. (1994). *Motion and Time Study: Improving Productivity Seventh Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
6. Purnomo, Hari. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
7. Wignjosoebroto, Sritomo. (1986). *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Waktu Kerja*. Jakarta: Guna Widya.
8. Russel, Roberta S. & Taylor, Bernard W. (2000). *Operations Management Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall International.