

PENGUKURAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI KERAMIK DENGAN METODE HELGESON DAN BIRNIE DI PT.XYZ

Tuti Sarma Sinaga¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Masuk: 3 Mei 2014, revisi masuk : 16 Juni 2014, diterima: 2 Juli 2014

ABSTRACT

This research addressed the issue of the PT. XYZ production line balancing which produces powder and ceramic. The completion time of the production line is important because there are differences in the capacity of the machines, especially on powder machine and press machines. This approach is done by using the Helgeson and Birnie method by considering the activities processing time on the production floor. This method increase Balance Delay of powder process at point 0.3333 and Balance Delay of ceramics process in Press A1 and A2 in the Press is 0.1968 and 0.2185. The level of powder process efficiency is 65.82%, while level of powder process efficiency is in Press A1 is 80.31%. The level of efficiency in the production of ceramics in Press A1 is 74.07%

Keywords: line balancing, efficiency, Ranked Positional Weight, presendence diagram

INTISARI

Penelitian ini mencoba menyelesaikan masalah keseimbangan lintasan produksi di PT. XYZ yang menghasilkan *powder* dan keramik. Penyelesaian keseimbangan lintasan produksi di perusahaan ini menjadi penting karena adanya perbedaan kapasitas mesin, khususnya pada mesin pembuat *powder* dan mesin *press*. Pendekatan dilakukan dengan menggunakan metode Helgeson and Birnie dengan mempertimbangkan waktu proses pada setiap aktifitas di lantai produksi. Metode ini ternyata dapat meningkatkan kesetimbangan lintas produksi dengan tingkat *Balance Delay* pada mesin *powder* sebesar 0,3333 dan *Balance Delay* pada produksi keramik di *Press A1* dan di *Press A2* ialah 0,1968 dan 0,2185. Tingkat efisiensi proses yang dicapai adalah pada produksi *powder* ialah 65,82% , sedangkan efisiensi di mesin *Press A1* ialah 80,31% . Tingkat efisiensi pada produksi keramik di mesin *Press A2* ialah 74,07% .

Kata Kunci : Kesetimbangan lintasan, efisiensi, pemboboan rangking posisi, diagram presenden

PENDAHULUAN

Menurut Bedworth (1982) lintasan produksi adalah urutan proses pengerjaan yang dipecahkan ke dalam elemen-elemen kerja yang ditetapkan pada stasiun kerja yang disusun dalam sebuah rangkaian fleksibel sehingga dapat dilakukan dengan mudah. Proses penyeimbangan lintasan produksi pada serangkaian stasiun kerja (mesin dan peralatan) perlu dilakukan dalam proses pembuatan produk dengan tujuan membentuk dan menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada tiap-tiap stasiun kerja. Jika tidak dilakukan keseimbangan lintasan maka dapat mengakibatkan ketidakefisienan dan menu-

runkan tingkat fleksibilitas lantai produksi.

Saat ini PT.XYZ yang memproduksi keramik juga menghadapi masalah keseimbangan lintasan produksi dikarenakan adanya perbedaan antara kapasitas mesin dan peralatan produksi yang dipergunakan dalam pabrik terutama pada proses proses *powder* dan *press*.

Menurut Gaspersz (1998), fokus penyeimbangan lintasan adalah pada upaya meminimumkan waktu menganggur (*idle time*) dan menyeimbangkan waktu senggang (*balance delay*) sehingga permasalahan ini dicoba diselesaikan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPWM). Menurut Tam (1999) model ini dikembangkan oleh

Helgesson-Birnie pada tahun 1961. Dyah (2008) menjelaskan pula bahwa metode ini dianggap mampu memecahkan permasalahan pada keseimbangan lini dan menemukan solusi dengan cepat.

Tujuan penerapan line balancing dengan metode Helgesson-Birnie di perusahaan XYZ adalah : Satu, menilai waktu siklus produksi. Dua, menilai *balance delay* sehingga diketahui sudah atau tidak seimbang lintasan produksi. Tiga, menilai tingkat efisiensi untuk mengetahui waktu menganggur mesin pada lintasan produksi.

Sumanth (1985) menyatakan bahwa efisiensi adalah perbandingan dari hasil aktual yang diperoleh terhadap hasil standar yang diharapkan. Efisiensi menggambarkan baik tidaknya penggunaan sumber daya dalam mencapai tujuan. Tingkat efisiensi yang ideal sangat sulit dicapai maka dikenal istilah efisiensi relatif. Suatu unit dikatakan efisien relatif bila unit tersebut memiliki efisiensi lebih baik dari unit lainnya.

Menurut Breginski dkk (2011) efisiensi lintasan produksi dan minimasi biaya operasi dapat dilakukan dengan line balancing. Sritomo (1996) menjelaskan Prosedur *line balancing* bertujuan untuk meminimalkan harga *balance delay* dari lintasan untuk nilai waktu siklus yang ditetapkan. Jumlah ini diharapkan akan bisa pula meminimalkan jumlah stasiun kerja. Prosedur dasar yang dilakukan adalah dengan menambahkan elemen-elemen aktivitas dengan setiap stasiun kerja sampai jumlahnya mendekati sama, tetapi tidak melebihi harga waktu siklus.

Biasanya akan dijumpai hambatan-hambatan dari elemen-elemen aktivitas yang ditempatkan dalam suatu stasiun kerja. Untuk itu yang terpenting ialah tetap memperhatikan "*the precedence constraint*". *Precedence constraint* (atau dapat diistilahkan dengan ketentuan hubungan suatu aktivitas untuk mendahului aktivitas lain) bisa digambarkan dalam bentuk "*precedence diagram*", dimana secara sederhana diagram ini akan dapat dimanfaatkan sebagai prosedur dasar untuk mengelompokkan elemen-elemen aktivitas. Langkah-langkah yang diambil dalam

metode ini adalah sebagai berikut.:

Pertama, buat *precedence diagram* untuk setiap proses.

Kedua, tentukan bobot posisi untuk masing-masing elemen kerja yang berkaitan dengan waktu operasi untuk waktu pengerjaan yang terpanjang dari mulai operasi permulaan hingga sisa operasi sesudahnya.

Ketiga, membuat rangking tiap elemen pengerjaan berdasarkan bobot posisi di langkah b. Pengerjaan yang mempunyai bobot terbesar diletakkan pada rangking pertama. Keempat, tentukan waktu siklus (CT).

Kelima, pilih elemen operasi dengan bobot tertinggi, alokasikan ke suatu stasiun kerja. Jika masih layak (waktu stasiun < CT), alokasikan operasi dengan bobot tertinggi berikutnya, namun lokasi ini tidak boleh membuat waktu stasiun > CT.

Keenam, bila alokasi suatu elemen operasi membuat waktu stasiun > CT, maka sisa waktu ini (CT - ST) dipenuhi dengan alokasi elemen operasi dengan bobot paling besar dan penambahannya tidak membuat ST < CT.

Dan yang ketujuh, jika elemen operasi yang jika di alokasikan untuk membuat ST < CT sudah tidak ada kembali ke langkah e.

METODE

Langkah-langkah pemecahan masalah line balancing dengan menggunakan metode Helgesson-Birnie di industri keramik ini adalah: Satu, melakukan survey pendahuluan dengan tujuan untuk mengenal kondisi lingkungan kerja perusahaan agar dapat dijadikan kerangka dasar pemikiran pada tahap selanjutnya. Data yang diambil antara lain adalah data elemen kerja, data waktu proses dan data hasil produksi. Dua, selanjutnya dilakukan perhitungan waktu siklus dengan menggunakan metode waktu baku. Tiga, menyusun diagram *precedence*. Empat, membuat matrik *precedence* untuk melihat hubungan antar elemen kerja Lima, penentuan ranking untuk setiap elemen kerja. Keenam, melakukan perhitungan *balance delay* dan efisiensi dengan

rumus sebagai berikut :

$$D = \frac{n.Sm - \sum_{i=1}^n Si}{n.Sm} \dots\dots\dots(1)$$

dan

$$Eff = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n.C} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- D = *Balance Delay*
- Sm= Wkt paling maksimum dlm WC
- N = Jumlah stasiun kerja
- Si = Waktu masing-masing WC
(*i=1,2,3,...,n*)
- C = waktu siklus

PEMBAHASAN

Perhitungan waktu siklus dapat dihitung dari data produksi ini jumlah *powder* dan keramik yang dihasilkan pershiftnya. Jumlah actual *powder* yang dihasilkan sebanyak 7,9 ton dengan 8 jam per shift maka diperoleh: Total produksi keramik/jam = $\frac{7,9 \text{ Ton}}{8 \text{ jam}} = 0,9875 \text{ Ton/jam}$

Waktu siklus untuk mesin *powder* = $\frac{60 \times 60}{0,9875}$
= 3645,569 detik/Ton = 3646 detik/Ton

Dengan cara yang sama ini diperoleh waktu siklus untuk mesin press A1 diperoleh waktu siklus 3840 detik/ palet dan untuk mesin press A2 sebesar 4115 detik/palet.

Tabel 1. Matriks *Precedence* mesin *Powder*

Elm	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1	1	1	1	1	1	1	1
3	-1	-1	1	1	1	1	1	1
4	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
5	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
6	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
7	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
8	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1

Matrik *precedence* produksi *powder* dan keramik di dihasilkan dengan

melihat hubungan pada gambar diagram *presendence*. Hasil untuk mesin *powder* dapat dilihat pada Tabel 1. Matrik *pre-sence* juga dibuat untuk mesin press A1 dan A2..

Ranking Setiap Elemen Kerja, setelah matriks *precedence* dibuat, bobot dari setiap elemen kerja dapat diperoleh dari penjumlahan waktu pengerjaan elemen kerja lainnya yang memiliki nilai +1 pada masing-masing baris, Hasil dari perhitungan secara keseluruhan, maka dapat diperoleh *ranking* dari nilai bobot elemen kerja yang telah dilakukan.

Contoh perhitungan bobot : Pada elemen kerja 1 di Matriks *Precedence* Produksi *Powder*, dapat terlihat bahwa nilai hubungan antar elemen 1 dan elemen lainnya mendapat nilai 1 maka bobot elemen 1 = jumlah waktu elemen kerja yang mendapat nilai 1. Untuk bobot elemen 1 = 1500 + 2400 + 3000 + 900 + 1500 + 1800 + 3600 = 15900

Dengan cara yang sama dapat dilakukan untuk perhitungan bobot elemen lainnya. Hasil rekapitulasi perhitungan bobot elemen produksi *powder* dan keramik dapat dilihat pada Tabel 2., Tabel 3. dan Tabel 4.

Penentuan *work center*

Penentuan *work center* dilakukan dari elemen yang mempunyai bobot paling tinggi di tempatkan pada stasiun 1, kemudian dipilih dengan bobot terbesar berikutnya dan dilakukan pemeriksaan terhadap *precedence*. Waktu pengerjaan di elemen tersebut harus lebih kecil atau sama dengan waktu siklus yang masih tersedia.

Tabel 2. Pembobotan Elemen Kerja Produksi *Powder*

Pering kat	Elemen Kerja	Waktu EK (det)	Bobot
1	1	1500	15900
2	2	2400	14400
3	3	3000	12000
4	4	1200	9000
5	5	900	7800
6	6	1500	6900
7	7	1800	5400
8	8	3600	3600

Tabel 4. Pembobotan Elemen Kerja Mesin Press A1

Peringkat	Elemen Kerja	Waktu EK (det)	Bobot
1	1	2400	14940
2	2	960	11700
3	4	300	11580
4	6	300	11280
5	8	300	10980
6	9	420	10680
7	11	420	10260
8	12	480	9840
9	13	720	9360
10	14	1200	8640
11	15	540	7440
12	16	900	6900
13	17	3300	6000
14	18	2700	2700
15	10	120	420
16	3	120	300
17	5	120	300
18	7	120	300

Tabel 3. Pembobotan Elemen Kerja Mesin Press A2

Peringkat	Elemen Kerja	Waktu EK (det)	Bobot
1	1	3000	14760
2	2	1500	10380
3	4	300	10260
4	6	300	9960
5	8	300	9660
6	9	360	9360
7	11	360	9000
8	12	300	8640
9	13	480	8340
10	14	900	7860
11	15	360	6960
12	16	900	6600
13	17	3600	5700
14	18	2100	2100
15	10	120	360
16	3	120	300
17	5	120	300
18	7	120	300

Contoh perhitungan waktu kumulatif dan waktu *work center* pada *work center* 1 adalah : Satu, waktu sisa elemen 1 = Waktu siklus – Waktu elemen 1 = 3646 – 1500 = 2146 detik.

Dua, waktu sisa elemen 2 =

Waktu kumulatif elemen 1 – Waktu elemen 2 = 2146 – 2400 = -254

Tiga, apabila Perhitungan waktu elemen kumulatif bernilai negatif maka waktu elemen tersebut dipindahkan ke *work center* selanjutnya.

Empat, waktu *work center* 1 = Jumlah Waktu kumulatif elemen yang bernilai Positif di *work center* 1 = 2146 detik

Dengan cara yang sama dapat dilakukan untuk perhitungan waktu sisa dan waktu *work center* pada *work center* selanjutnya. Rekapitulasi perhitungan waktu sisa dan waktu *work center* pada *work center* selanjutnya pada produksi powder dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pembentukan Stasiun Kerja Produksi Powder dengan Metode Helgeson dan Birnie

No. EK	Cek	Waktu Elemen (detik) (T)	Waktu Sisa (detik) (C-T)	Ket	Waktu WC (det)
<i>Work center I</i>					
1	√	1500	2146	Masuk	1500
2	√	2400	-254	Keluar	
<i>Work center II</i>					
2	√	2400	1246	Masuk	2400
3	√	3000	-1754	Keluar	
<i>Work center III</i>					
3	√	3000	646	Masuk	3000
4	√	1200	-554	Keluar	
<i>Work center IV</i>					
4	√	1200	2446	Masuk	2400
5	√	1200	1246	Masuk	
6	√	1500	-254	Keluar	
<i>Work center V</i>					
6	√	1500	2146	Masuk	1500
7	√	2400	-254	Keluar	
<i>Work center VI</i>					
7	√	2400	1246	Masuk	2400
8	√	3600	-2354	Keluar	
<i>Work center VII</i>					
8	√	3600	46	Masuk	3600

Hal yang sama dilakukan untuk pembentukan stasiun kerja untuk mesin press A1 dan A2. Perhitungan *Balance Delay* dan *Effisiensi*, *balance Delay* memberikan gambaran keseimbangan dari lintasan produksi sudah tercapai atau belum. Jika *balance delay* (D) > 1, maka lintasan produksi yang ditetapkan

belum seimbang. Tetapi apabila *balance delay* (D) < 1, maka lintasan produksi sudah mencapai keseimbangan. Sedangkan efisiensi merupakan peminimalan waktu kosong dari stasiun kerja.

Hasil perhitungan *balance delay* produksi powder adalah :

$$D = \frac{n.Sm - \sum_{i=1}^n Si}{n.Sm}$$

$$Si = 1500 + 2400 + 300 + 2400 + 1500 + 2400 + 3600$$

$$n.Sm = 7 \times 3600$$

sehingga $D = 0,3333$

Efisiensi dihitung dengan rumus:

$$Eff = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n.C} \times 100\%$$

$$= \frac{16800}{7 \times 3600} \times 100\% = 65,82\%$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kosong} &= 100\% - \text{Efisiensi} \\ &= 100\% - 65,82\% \\ &= 34,18\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama *balance delay* dan efisiensi mesin press A1 adalah :

$$D = 0,1968$$

$$Eff = 80,31\%$$

$$\text{Waktu kosong} = 19,69\%$$

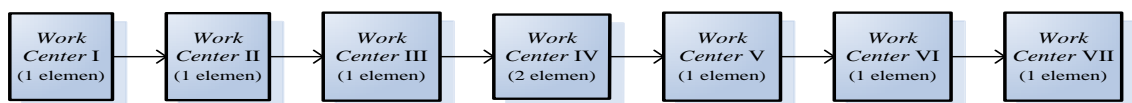
Sedangkan *Balance Delay* dan Efisiensi produksi keramik Press A2

$$D = 0,2185$$

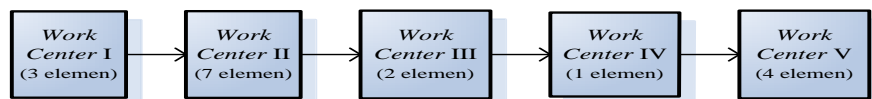
$$Eff = 74,07\%$$

$$\text{Waktu kosong} = 25,93\%$$

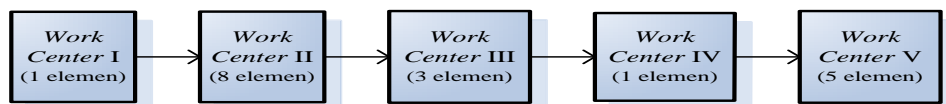
Hubungan Antar Stasiun Kerja, berdasarkan pembagian *work center* menurut Helgeson dan Birnie, maka dapat ditentukan hubungan tiap *work center* yang sesuai dengan keterkaitan setiap elemen kerja dalam *work center* tersebut. Gambar hubungan antar stasiun kerja produksi powder dan keramik dapat dilihat pada Gambar 1., Gambar 2. dan Gambar 3.



Gambar 1. Stasiun Kerja Produksi Powder yang Terbentuk dengan Metode Helgeson dan Birnie



Gambar 2. Stasiun Kerja Produksi Keramik Press A1 yang Terbentuk dengan Metode Helgeson dan Birnie



Gambar 2. Stasiun Kerja Produksi Keramik Press A2 yang Terbentuk dengan Metode Helgeson dan Birnie

Dari metode Helgeson dan Birnie dikerjakan dengan membagi-bagi semua elemen kerja ke dalam stasiun kerja dengan prinsip pembagian yang didasarkan atas hubungan kerja yang dilihat dari nilai bobot. Bobot elemen kerja diurutkan berdasarkan yang terbesar hingga terke-

cil, dilakukan rangking pada elemen kerja tersebut berdasarkan elemen kerja dengan bobot terbesar menjadi rangking pertama dan selanjutnya. Jumlah *work centers* pada produksi powder semula ada 2 dan setelah dilakukan pengolahan data dengan metode Helgeson dan

Birnie jumlah *work centers* terbentuk menjadi 7. Jumlah *work centers* pada mesin *Press A1* semula ada 4 menjadi 5 dan jumlah *work centers* pada *Press A2* berubah dari 4 menjadi 5. Terjadi penambahan jumlah *work centers* dari sebelum dan sesudah pengolahan data untuk menyeimbangkan jalur proses produksi.

Waktu siklus yang digunakan pada produksi *powder* ialah 3646 detik/Ton dan waktu siklus yang digunakan pada mesin *Press A1* dan di *Press A2* ialah 3840 detik/Palet dan 4115 detik/Palet. Jumlah *work center* yang diperoleh metode *Helgeson* dan *Birnie* pada produksi *powder* ialah 7 *work centers*, pada mesin *Press A1* dan *Press A2* masing-masing 5 *work centers*.

Balance Delay yang diperoleh dari metode *Helgeson* dan *Birnie* pada mesin *powder* ialah 0,3333, pada mesin *Press A1* sebesarnya 0,1968 di *Press A2* ialah 0,2185. Tingkat efisiensi dan waktu kosong yang diperoleh dari metode *Helgeson* dan *Birnie* pada mesin *powder* ialah 65,82% dan 34,18%. Tingkat efisiensi dan waktu kosong pada mesin *Press A1* ialah 80,31% dan 19,68%. Sedangkan tingkat efisiensi dan waktu kosong yang diperoleh dari metode *Helgeson* dan *Birnie* pada mesin *Press A2* ialah 74,07% dan 25,93%.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari pengolahan data keseimbangan lintasan produksi di PT. XYZ adalah adanya penambahan *work centre* di dalam proses di mesin *powder*, *Press1* dan *Press2* akibat pengelompokan elemen kerja untuk menyeimbangkan lintasan. Selain itu penelitian ini juga mampu menghitung efisiensi produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bedworth, D. Integrated Production Control System. New York: John Willey and Sons Inc. 1982.
- Breginski, RB, MG Clato and JL Sass Jr, Assembly Line Balancing Using Eight Heuristic, 22nd International Conference on Production Research, Iguazu Falls, Brazil 2013
- Vincent Gaspersz, Dr, D.Sc., CFPIM, CIQA, 1998. *Production Planning And Inventory Control: Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Dyah, Saptanti., 2008 "Perbandingan Metode Ranked Positional Weight dan Kilbridge Wester Pada Permasalahan Keseimbangan Lini Lintasan Produksi Berbasis Single Model". Bandung: ITB.
- Sumanth, D.J., 1985 *Productivity Engineering dan Management*, McGraw-Hill, Inc, USA
- Tam, Paul Wim Ming, 1999, The use of enhanced positional weight method for constrained resources project scheduling, Canadian Journal of Civil Engineering, 26.2, 42-247
- Sritomo, 2008, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya. 2008.