



PAPER – OPEN ACCESS

Penggunaan Line Balancing Pada Pembuatan Ragum Untuk Menyeimbangkan Tiap Stasiun Kerja

Author : Jeremy Jason dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v3i2.978
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 3 Issue 2 – 2020 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Penggunaan *Line Balancing* Pada Pembuatan Ragum Untuk Menyeimbangkan Tiap Stasiun Kerja

Sibarani, Jeremy Jason¹, Marcelina Esterlita Barus², Muhammad Ramadhan³, Thalia Amanda⁴, Ricky Bagikinta Ginting⁵

^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Jl. Dr. T. Mansur No. 9, Padang Bulan, Medan, Sumatra Utara, Indonesia

Ptitikel5@gmail.com

Abstrak

Line balancing merupakan salah satu metode yang digunakan untuk membuat produk dengan menyelaraskan kesimbangan dari setiap stasiun kerja yang ada. *Line Balancing* terdiri dari beberapa area kerja yang didalamnya terdapat operator untuk mengendalikan stasiun tersebut dengan menggunakan sin atau peralatan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menyusun serta membentuk dan menyeimbangkan beban kerja dari setiap stasiun kerja dengan mengalokasikan beban tersebut pada stasiun kerja yang lain secara merata. Bila *line balancing* ini tidak dilakukan maka akan menyebabkan penumpukan beban kerja yang tidak seimbang. Metode keseimbangan lintasan diantaranya adalah helgeson dan birnie, moodie young, serta bisa dilakukan dengan menggunakan software QSB. Hal ini perlu diperhatikan untuk merencanakan dan mengendalikan suatu aliran proses produksi, karena dengan menggunakan metode tersebut perusahaan bias mengevaluasi dan memperbaiki lintasan produksi tersebut dengan maksud untuk memaksimalkan efisiensi kerja guna meningkatkan output produksi. Pada kegiatan produksi ragum didapatkan jumlah elemen kerja sebanyak 81 elemn kerja. Waktu siklus yang digunakan pada perakitan Ragum sebesar 4.229 detik dengan jumlah 8 work center. Pada metode Helgeson dan Birnie, nilai balance delay 19,41% dan smoothing index ialah 1459. Pada metode Moodie Young Fase 1, nilai balance delay 9,268%, dan smoothing index 2393,5582, serta pada Fase 2 balance delay 8,61%, dan smoothing index 1713,79. Sedangkan dengan menggunakan software WinQSB didapatkan balance delay 8,8%, dan smoothing index 2494,577.

Kata Kunci : Lintasan Perakitan, *Bill of Material*, Diagram Prioritas.

Abstract

Line balancing is one of the methods used to make products by aligning the balance of each existing work station. *Line Balancing* consists of several work areas in which there are operators to control the station by using sin or equipment. The purpose of this research is to compile and form and balance the workload of each work station by allocating the load to the other workstations equally. If this *line balancing* is not carried out it will cause a buildup of unbalanced workloads. The trajectory balance method between him is helgeson and birnie, moodie young, and can be done using QSB software. This needs to be considered to plan and control a production process flow, because by using this method the company can evaluate and improve the production trajectory with a view to maximizing work efficiency in order to increase production output. In the vise production activities, there are 81 elements of work. The cycle time used in Ragum assembly is 4,229 seconds with a total of 8 work centers. In the Helgeson and Birnie method, the value of the balance delay is 19.41% and the smoothing index is 1459. In the Moodie Young Phase 1 method, the balance delay value is 9.268%, and the smoothing index is 2393.5582, and in Phase 2 the balance delay is 8.61%, and the smoothing index 1713.79. Whereas by using WinQSB software, the balance delay is 8.8%, and the smoothing index is 2494,577.

Keyword : *Line Ballancing*, *Bill of Material*, *Precedence Diagram*.

1. Latar Belakang

Masalah lintasan produksi akan lebih terlihat pada proses perakitan daripada dengan proses pabrikasi. Dalam pabrikasi biasanya part part membutuhkan waktu siklus yang panjang dengan mesin berat [1]. Bila beberapa operasi dibutuhkan dalam seri-seri, maka akan sulit menyeimbangkan panjang dari waktu siklus mesin, dan pada akhirnya akan menghasilkan penggunaan kapasitas yang rendah. Gerakan kontinu lebih dapat dicapai dengan operasi perakitan yang dilakukan secara manual jika operasi-operasi tersebut dapat dibagi-bagi menjadi pekerjaan-pekerjaan kecil dengan waktu yang sangat pendek. Semakin besar fleksibilitas, maka semakin tinggi pula derajat keseimbangan yang dicapai [2].

Ketidakeimbangan lintasan dilihat dari masalah pada stasiun kerja. Hal ini karena waktu yang dibutuhkan oleh stasiun kerja lebih besar dari kecepatan lintasan. Kecepatan lintasan ditentukan dari tingkat kapasitas, permintaan, serta waktu operasi terpanjang. Oleh karena itu, proses penyeimbangan lintasan diperlukan untuk menghasilkan keseimbangan sehingga proses produksi akan berjalan lancar. [3]. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan performance lintasan produksi adalah *balance delay*, efisiensi stasiun kerja, dan *smoothing index*. *Balance delay* digunakan untuk mengukur ketidakefisienan lintasan dari waktu mengganggu. Efisiensi digunakan untuk mengetahui rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja (W_i) dan waktu operasi stasiun kerja terbesar (W_s). *Smoothing Index* digunakan untuk mengetahui indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu [4].

Kegiatan ini dilakukan pada penyeimbangan lintasan perakitan suatu produk Ragum dengan menggunakan beberapa metode *line balancing*. Penerapan *line balancing* terhadap proses perakitan ini melibatkan beberapa metode. Beberapa metode tersebut adalah *Constrain*, *Helgeson-Birnie* dan *Moodie Young*. Parameter performansi untuk mengukur metode tersebut adalah efisiensi, *balance delay*, *idle time*, *allowance*, *rating factor* dan *smoothing index* yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Langkah pertama yang harus kita lakukan saat menentukan *Line Balancing* adalah : [5]

1. Waktu siklus tiap *work center* dihitung dengan mengasumsikan target jumlah produk yang diproduksi pada tahun 2020 adalah 1% berdasarkan data kausal, maka Rumus Kapasitas produksi adalah:

$$\text{Kapasitas Produksi} = \text{Jumlah Penjualan Barang} \times \% \text{ Target Produksi} \quad (1)$$

Dengan hari kerja pada satu tahun adalah 296 hari dan dalam 1 hari ada 8 jam kerja sebanyak 1 shift kerja, maka:

Kapasitas produksiragum per jam :

$$\text{Kapasitas Produksi Ragum Per Jam} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{(\text{Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja} \times \text{Jumlah Shift})} \quad (2)$$

2. Menentukan Jumlah Stasiun Kerja Minimum. Penentuan jumlah stasiun kerja minimum dapat dihitung dari waktu baku elemen kerja produksi ragum adalah 30.573 detik, maka jumlah stasiun kerja minimum, yaitu :

$$N = \frac{\text{Waktu Baku}}{\text{Waktu Siklus}}$$

$$N = \frac{30573}{4229}$$

$$N = 8$$

3. Penentuan *Work Center* Secara Manual

Penentuan *work center* secara manual dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode-metode penyeimbangan lintasan pada modul ini dibatasi dengan metode *Helgeson* dan *Birnie* dan metode *Moodie-Young*.

2.1. Helgeson-Bernie

Terdapat beberapa metode untuk melakukan metode *Helgeson-Bernie*, diantaranya adalah : [6]

1. *Matrix Precedence*

Matriks precedence digunakan untuk mengetahui hubungan antar tiap elemen pekerjaan. Nilai +1 digunakan untuk elemen kerja yang memiliki hubungan kedepan/maju dengan elemen kerja yang lain. Nilai nol digunakan untuk elemen kerja yang tidak memiliki hubungan, dan nilai -1 digunakan untuk elemen kerja yang memiliki hubungan kebelakang/sebelumnya (lawan dari nilai +1).

2. Penentuan *Ranking* Setiap Elemen Kerja

Penentuan *ranking* setiap elemen kerja didasarkan pada bobot dari setiap elemen yang diperoleh dari penjumlahan waktu pengerjaan elemen kerja lainnya yang memiliki nilai +1 pada masing-masing baris sehingga diurutkan bobot terbesar untuk penentuan *ranking*nya.

3. Pembentukan Stasiun Kerja

Dari hasil penentuan *Work Centre* (WC) dengan waktu siklus 4229 detik, dapat ditentukan elemen kerja pada tiap *Work Center* (WC).

2.2. Moodie-Young

2.2.1. Fase 1 [7]

Pada bagian ini memuat matrik P dan matrik F, matrik P menunjukkan pengerjaan pendahulu dan matriks F menunjukkan pengerjaan pengikut. Parameter performansi dengan metode *Moodie Young* Fase 1 adalah :

1. *Balance Delay*

$$D = \frac{n \cdot S_m - \sum Si}{n \cdot S_m} \quad (3)$$

Dimana :

D = *balance delay*

n = Jumlah stasiun kerja

S_m = Waktu maksimum dalam lintasanS_i = Waktu masing-masing stasiun

2. Efisiensi

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n \cdot C} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan :

n = Jumlah stasiun kerja

C = Waktu siklus

S_i = Waktu masing-masing stasiun

3. Waktu Kosong

$$\text{Waktu Kosong} = 100\% - \text{Efisiensi} \quad (5)$$

4. *Smoothing Index (SI)*

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - Si)^2} \quad (6)$$

Dimana :

n = Jumlah stasiun kerja

C = Waktu siklus

S_i = Waktu masing-masing stasiun2.2.2. *Fase 2*

Fase 2 menunjukkan kegiatan untuk membagi waktu mengganggu secara merata pada tiap-tiap stasiun melalui mekanisme jual dan transfer elemen antar stasiun.

$$\text{Goal} = \frac{\text{Waktu WC terbesar} - \text{Waktu WC terkecil}}{2} \quad (7)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut hasil peramalan penjualan produk ragum pada tahun 2020 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Peramalan Jumlah Penjualan Ragum pada Tahun 2020

Periode	Indeks	Hasil Peramalan
1	0,085	17127,932
2	0,090	18135,457
3	0,082	16523,417
4	0,072	14508,366
5	0,074	14911,376
6	0,096	19344,488
7	0,078	15717,396
8	0,098	19747,498
9	0,088	17732,447
10	0,075	15112,881
11	0,090	18135,457
12	0,072	14508,366
Total Penjualan 2020		201.505,082

Sumber : Pengumpulan Data

Waktu siklus dihitung dari data peramalan causal penjualan ragum tahun 2020 yaitu 201.505,082 unit. Diasumsikan target jumlah produk yang diproduksi pada tahun 2020 adalah 1%, maka kapasitas produksi ragum pada tahun 2020 adalah:

Kapasitas Produksi=Jumlah Penjualan Barang x % Target Produksi

Kapasitas Produksi=201.505,082 x 1%

Kapasitas Produksi=2015,0580 unit \approx 2016

Dengan hari kerja pada tahun 2020 adalah 296 hari dan dalam 1 hari ada 8 jam kerja selama 1 *shift* kerja, maka:

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{60 \times 60 \times 8}{0,85}$$

Setelah kita menentukan waktu siklus, kita akan menentukan jumlah stasiun kerja minimum. Penentuan jumlah stasiun kerja minimum dapat dihitung dari waktu baku elemen kerja produksi ragum adalah 30.573 detik, maka jumlah stasiun kerja minimum, yaitu:

$$N = \frac{\text{Waktu Baku}}{\text{Waktu Siklus}}$$

$$N = \frac{30573}{4229}$$

$$N = 8$$

Untuk menentukan stasiun kerja secara manual dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode-metode penyeimbangan lintasan pada modul ini dibatasi dengan metode Helgeson dan Birnie dan metode Moodie-Young.

3.1. Precedence Constraint

Pada metode *precedence constraint*, stasiun kerja disusun sesuai dengan kegiatan sebelum dan kegiatan sesudah kegiatan [8]. Dengan mengacu pada diagram *precedence*, maka dapat disusun *precedence constraint* pada Tabel di bawah:

Tabel 2. *Precedence Constraint*

Elemen Kerja	Sebelum	Sesudah
1	-	2, 15, 21, 34, 40, 56, 67, 77
2	1	3
3	2	4
4	3	5
5	4	6
6	5	7
7	6	8
8	7	9
9	8	10
10	9	11
11	10	12
12	11	13
13	12	14
14	13	33
15	1	16
16	15	17
17	16	18
18	17	19
19	18	20
20	19	31
21	1	22

22	21	23
23	22	24
24	23	25
25	24	26
26	25	27
27	26	28
28	27	29
29	28	30
30	29	31
31	20, 30	32
32	31	33
33	32	55
34	1	35
35	34	36
36	35	37
37	36	38
38	37	39
39	38	53
40	1	41

Tabel 2. *Precedence Constraint (Lanjutan)*

Elemen Kerja	Sebelum	Sesudah
41	40	42
42	41	43
43	42	44
44	43	45
45	44	46
46	45	47
47	46	48
48	47	49
49	48	50
50	49	51
51	50	52
52	51	53
53	52	54
54	53	55
55	54	66
56	1	57
57	56	58
58	57	59
59	58	60
60	59	61
61	60	62
62	61	63
63	62	64
65	64	66

66	55, 65	81
67	1	68
68	67	69
69	68	70
70	69	71
71	70	72
72	71	73
73	72	74
74	73	75
75	74	76
76	75	80
77	1	78
78	77	79
79	78	80
80	76, 79	81
81	66, 80	-

Sumber: Pengolahan Data

3.2. Zoning Constraint

Zoning Constraint digunakan untuk mengelompokkan elemen kerja pada stasiun kerja tertentu [9]. Pengelompokan didasarkan pada elemen kerja sejenis yang mempunyai sifat operasi yang sama. Penentuan *work center* dengan metode *zoning constraint* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Zoning Constraint*

Elemen Kerja sebagai 1 Kelompok	Keterangan
Elemen kerja 2, 15, 21, 34, 40, 56, 67, 77	Karena merupakan elemen kerja pengukuran bahan baku untuk <i>part ragum</i>
Elemen kerja 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79	Karena merupakan elemen kerja pengurangan dimensi pada <i>part ragum</i>
Elemen kerja 31, 32, 33, 53, 54, 55, 66, 80, 81	Karena merupakan elemen kerja perakitan <i>part ragum</i>

Sumber: Pengolahan Data

3.3. Metode Helgeson dan Birnie

3.3.1. Penentuan Stasiun Kerja

Dari hasil penentuan *Work Centre* (WC) dengan waktu siklus 4229 detik, dapat ditentukan elemen kerja pada tiap *Work Center* (WC). Setelah mendapat datanya, maka dapat dihitung dengan rumus:[10]

$$D = \frac{n \cdot S_m - \sum_{i=1}^n S_i}{n \cdot S_m}$$

$$D = \frac{(9 \times 4172) - (4172 + 3970 + 3557 + 3980 + 1552 + 4216 + 3976 + 4133 + 1259)}{9 \times 4172}$$

$$D = \frac{41416 - 33377}{41416}$$

$$D = 19,41\%$$

Efisiensi dihitung dengan rumus:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n.C} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{30573}{8 \times 4229} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi} = 90,38\%$$

$$\text{Waktu Kosong} = 100\% - \text{Efisiensi}$$

$$\text{Waktu Kosong} = 100\% - 90,38\%$$

$$\text{Waktu Kosong} = 9,62\%$$

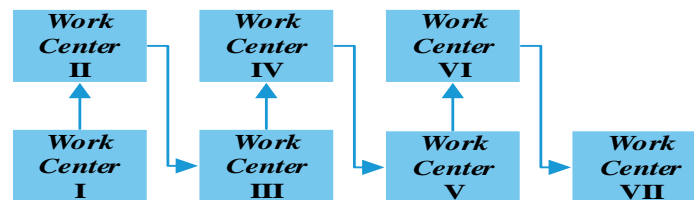
Smoothing Index (SI) dihitung dengan rumus:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - S_i)^2}$$

$$SI = \sqrt{(4229 - 4440)^2 + (4229 - 4429)^2 + \dots + (4229 - 2770)^2}$$

$$SI = 1459$$

Dari hasil diatas diperoleh dengan metode Helgeson dan Birnie gambar lintasan yang disusun berdasarkan dari hasil yang didapatkan adalah:



Gambar 1. Stasiun Kerja yang terbentuk dengan metode Helgeson-Birnie

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yaitu Precedence Diagram Ragum dibagi dalam 23 Region dengan jumlah elemen kerjanya sebanyak 81 elemen kerja. Waktu siklus yang digunakan pada perakitan Ragum dengan target pasar 1% adalah sebesar 4.229 detik dengan jumlah 8 work center. Pada metode Helgeson dan Birnie, Jumlah work center sebanyak 8. Pada metode Helgeson dan Birnie, nilai balance delay 19,41% dan smoothing index ialah 1459. Pada metode Moodie Young Fase 1, nilai balance delay 9,268%, dan smoothing index 2393,5582, serta pada Fase 2 balance delay 8,61%, dan smoothing index 1713,79. Sedangkan dengan menggunakan software WinQSB didapatkan balance delay 8,8%, dan smoothing index 2494,577.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak banyak terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, kasih dan karunia-Nya, kami dimampukan untuk menyelesaikan penulisan jurnal ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Orang Tua kami yang selalu mendukung penuh kami dalam menjalankan setiap proses pembelajaran, hingga sampai ke tingkat ini. Kami juga berterima kasih kepada ibu Ir. Rosnani Ginting, MT, PhD yang telah membimbing tim peneliti hingga penelitian ini dapat terselesaikan. Dan juga kami berterima kasih kepada rekan-rekan sesama peneliti yang selalu siap membantu dan menolong agar jurnal ini dapat terselesaikan

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani (2007) Sistem Produksi (Yogyakarta : Graha Ilmu)
- [2] Sinulingga, Sukaria (2013) Perencanaan dan Pengendalian Produksi Cet I (Yogyakarta : Graha Ilmu)
- [3] Sतालaksana, Iftikar Z Teknik Tata Cara Kerja (Bandung: Institut Teknologi Bandung)
- [4] Yayan, Indrawan Minimalisasi Bottleneck Proses Produksi Dengan Menggunakan Metode Line Balancing
- [5] Amran, Tiena Gustina (2018) Perbaikan Proses Produksi Sistem Pengereman Kendaraan Bermotor Dengan Metode ERCS-Base Line Balancing
- [6] Rauan, Celina Meissy Thi Cei Analisis Efisiensi Tata Letak (Layout) Fasilitas Produksi PT Tropica Cocoprime Lelema
- [7] Puteri, Renty Anugerah Mahaji (2016) Pengukuran Line Balancing Dan Simulasi Promodel Di PT Caterpillar Indonesia
- [8] Setyawan, David (2012) Perbaikan Sistem Produksi Dengan Metode Line Balancing Pada Perusahaan Pembuat Mesin Pertanian PT Agrindo Di Gresik
- [9] Ma'arif, Safi'i Analisis Efisiensi Dan Efektivitas Layout Fasilitas Produk Keripik dengan Menerapkan Metode Line Balancing Pada CV Saluna
- [10] Saptono, Heru (2016) Analisis Assembly Line Balancing Produce Head Lamp Type K59A dengan Pendekatan Metode Helgeson-Birnie, Studi Kasus PT Indonesia Stanley Electric