



PAPER – OPEN ACCESS

Penyeimbangan Stasiun Kerja dalam Produksi Ragum Dengan Menggunakan Metode Helgeson-Birnie

Author : Andri Nasution dan Chalisa Humaira
DOI : 10.32734/ee.v3i2.1026
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



Penyeimbangan Stasiun Kerja dalam Produksi Ragum Dengan Menggunakan Metode *Helgeson-Birnie*

Andri Nasution^a, Chalisa Humaira^b

^{a,b}Fakultas Teknik, Teknik Industri, Jl. Almamater Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

^achalisahumaira@gmail.com, ^bihun_mama@yahoo.co.id

Abstrak

Line balancing merupakan serangkaian workcenter digunakan untuk pembuatan product. Line balancing terdiri dari sejumlah work area yang disebut workcenter yang ditangani oleh seorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan menggunakan bermacam-macam alat. Adapun beberapa metode yang digunakan dalam line balancing yaitu Constrain, Helgeson-Birnie dan Moodie Young. Metode penyeimbangan lintasan yang akan digunakan untuk penelitian ini ialah Helgeson-Birnie. Langkah dalam metode Helgeson-Birnie adalah menyusun precedence diagram, menjumlahkan elemen kerja dari masing-masing operasi, mengurutkan/me-rangking setiap elemen kerja, dan melakukan penempatan elemen-elemen kerja pada stasiun kerja berdasarkan posisi peringkat. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari keseimbangan stasiun kerja yang paling optimal dengan menggunakan metode Helgeson-Birnie. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penundaan Keseimbangan, efisiensi, waktu kosong serta smoothing indeks. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode Helgeson-Birnie dengan waktu siklus 5.218 detik dan jumlah stasiun kerja yang terbuktuk sebanyak 9 yaitu nilai balance delay sebesar 12,98 %, efisiensi dengan nilai 91,27%, waktu kosong 8,73%, dan smoothing indeks adalah 2361,65.

Kata Kunci: *Line Balancing*, Helgeson-Birnie, Ragum

Abstract

Line balancing is a series of work stations (machinery and equipment) used for manufacturing products. Line balancing usually consists of a number of work areas called work stations that are handled by one or more operators and may be handled using a variety of tools. The several methods used in line balancing are Constrain, Helgeson-Birnie and Moodie Young. The line balancing method that will be used in this study is the Helgeson-Birnie method. The steps in the Helgeson-Birnie method are compiling precedence diagrams, adding up the work elements of each operation, ranking each work element, and placing work elements on work stations based on rank position. The purpose of this study is to find the most optimal work station balance using the Helgeson-Birnie method. The parameters used in this study are balance delay, time efficiency and smoothing index. The results obtained using the Helgeson-Birnie method with a cycle time of 5,218 seconds and the number of work stations that were established as many as 9, namely the value of the balance delay of 12.98%, efficiency of 91.27%, free time of 8.73%, and smoothing index amounted to 2361.65.

Keywords: *Line Balancing*, Helgeson and Birnie, Ragum

1. Pendahuluan

Line balancing merupakan rangkaian workcenter digunakan dalam produksi product. Lintasan perakitan umumnya memiliki sejumlah lingkup kerja yang disebut workcenter yang di-handle dengan satu atau lebih operator dan mungkin di-handle menggunakan berbagai peralatan. Tujuan dalam melakukan penyusunan Line balancing adalah membentuk serta menyeimbangkan workload didistribusikan pada setiap workcenter. Jika tindakan penyeimbangan tidak dilakukan, hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya pekerjaan atau inefisiensi di beberapa workstation, di mana beban kerja antara dua workstation tidak seimbang satu sama lain. Pembagian beban kerja ini disebut sebagai production-line balancing, assembly-line balancing atau hanya line balancing.[1]

Jika keseimbangan lintasan tidak dijaga akan menyebabkan ketidakefisienan kerja pada beberapa workcenter, di antara workcenter yang satu dengan workcenter yang lain akan memiliki workload tidak balance satu sama lain. Line balancing juga dapat meminimalisir waktu menganggur ketika kegiatan operasi pengerjaan pada work center sesuai dengan urutan prosesnya, sehingga keseimbangan yang sempurna dapat terjadi yang mampu menyebabkan penugasan pekerjaan tidak akan menimbulkan waktu menganggur.[2]

Perencanaan produksi yang salah akan mengakibatkan waktu pengoperasian work station tidak seimbang. Ketidakseimbangan waktu pengoperasian work station akan mengakibatkan ketidakseimbangan jalur produksi. Dampak lainnya adalah munculnya

bottleneck dan waktu serta jumlah pekerja yang menganggur di setiap *work station*. Proses keseimbangan lini produksi ini perlu dilakukan untuk menciptakan keseimbangan lini produksi agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Penerapan keseimbangan lini produksi dalam sistem produksi akan meningkatkan efisiensi produksi perusahaan.[3]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah workstation yang menghasilkan efisiensi terbaik. Untuk mendapatkan efisiensi terbaik, beban kerja yang kurang lebih sama perlu didistribusikan secara merata pada setiap workstation untuk mengurangi waktu *idle*.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Metode yang Digunakan

Penelitian ini dilakukan pada pembuatan suatu produk yaitu ragum. Method yang digunakan dalam penelitian ialah method Helgeson-Birnie. Urutan dalam method Helgeson-Birnie.

- Membuat *precedence diagram* process produksi.
- Menentukan *position weighth* dari setiap *work element* yang berkaitan dengan waktu operasi, waktu pengerjaan yang terpanjang dari mulai operasi permulaan hingga sisa operasi sesudahnya.
- Buat *ranking* setiap element pengerjaan berdasarkan bobot position di langkah 2. Pengerjaan yang mempunyai bobot terbesar ditempatkan pada ranking satu, dan begitu seterusnya.
- *Cycle time* (CT) dari kegiatan produksinya.
Pilih elemen operasi dengan bobot tertinggi, dilakukan penempatan ke suatu sistem kerja. Jika masih memadai (*station time* < CT), kemudian dilakukan penempatan operation dengan bobot tertinggi berikutnya, namun penempatan ini tidak boleh membuat *station time* (ST) > CT
- Jika penempatan element operasi membuat *station time* > CT, maka sisa waktu ini (CT-ST) dipenuhi dengan alokasi element operasi dengan bobot paling besar dan penambahannya tidak membuat ST < CT.
- Jika element operation yang ditempatkan untuk membuat ST < CT tidak ada, kembali langkah 5.[4]

2.2. Parameter Performansi Penyeimbangan Lintasan

Parameter yang digunakan guna penelitian ini adalah penundaan keseimbangan, efisiensi, waktu kosong serta *smoothing index*.

2.2.1. Balance Delay

Balance Delay merupakan persentase dari keseimbangan waktu *idle* antar setiap proses yang didapatkan dan perkalian dari jumlah stasiun kerja dengan waktu *workstation* terbesar, dikurangi dengan jumlah waktu dari seluruh stasiun kerja kemudian dibagikan dengan perkalian jumlah stasiun. Penundaan keseimbangan (*balance delay*) atau *idle time* menggambarkan besar waktu menganggur terjadi pada salah satu atau beberapa stasiun kerja. [5]

$$D = \frac{n \cdot S_m - \sum S_i}{n \cdot S_m} \times 100\% \quad (1)$$

D = Penundaan Keseimbangan
 S_m = Maximum Time dalam lintasan
 n = Total *workcenter*
 S_i = Time setiap *workcenter*

2.2.2. Line Efficiency

Line Efficiency (LE) merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja terhadap waktu siklus (*cycle time*) dari proses produksi yang kemudian dikalikan dengan jumlah stasiun kerja (*work station*). [6]

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n \cdot C} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana, n = Jumlah stasiun kerja
 S_i = Waktu masing-masing stasiun
 C = Waktu Siklus

2.2.3. Waktu Kosong

Waktu Kosong adalah waktu dimana tidak adanya perlakuan atau aktivitas yang terjadi.

$$\text{Waktu kosong} = 100\% - \text{Efisiensi} \quad (3)$$

2.2.4. Smoothness Index (SI)

Smoothing Index adalah ukuran waktu tunggu relatif dari jalur perakitan terkait. Nilai minimum *Smoothing Index* adalah 0,

yang menunjukkan keseimbangan sempurna. Semakin dekat nilai *Smoothing Index* jalur perakitan menuju 0, semakin seimbang jalur perakitan tersebut, yang artinya distribusi elemen kerja pada jalur perakitan tersebut cukup merata. [7]

$$\text{Smoothing Indeks} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C-S_i)^2} \quad (4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1. Input

Adapun masukan dari pengolahan data ini adalah:

- Data peramalan jumlah penjualan ragum pada tahun 2020
- Data waktu elemen kerja
- Data *rating factor*
- Data *allowance*
- Data waktu baku
- *Diagram precedence*

Diagram Precedence merupakan urutan operasi proses produksi serta peta proses operasi yang menunjukkan ketergantungan antar proses satu sama lain. Pada posisi horizontal, tanda inspeksi / pemeriksaan dihilangkan dan atributnya dilepaskan kecuali atribut waktu dan tanda panah pada diagram *precedence* ini [8]. Pada penelitian ini *diagram precedence* yang menggambarkan lintasan produksi dari perakitan Ragum mulai dari persiapan hingga akhir terdiri dari 75 elemen pekerjaan dengan waktu penyelesaian 47124 detik berdasarkan waktu baku dari simulasi.

3.1.2. Process

- Menentukan Cycle Time *Work center*

Cycle time dihitung dari data peramalan causal jumlah penjualan Ragum 2020 yaitu 162.992,6122 unit. Diasumsikan target jumlah produk yang diproduksi pada tahun 2020 adalah 2% sehingga total produksi adalah $162.992,6122 \times 2\% = 3259,8522$ unit ≈ 3.260 unit. Hari kerja pada tahun 2020 adalah 294 hari dengan 8 jam kerja/hari dan 2 shift/hari. Total produksi Ragum per jam adalah.

$$\frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja} \times \text{Jumlah Shift}} = \frac{3.260}{294 \times 8 \times 2} = 0.69 \text{ unit/jam}$$

Total produksi ragum adalah 0,69unit/ jam dengan asumsi efisiensi produksi adalah 100% maka waktu siklus produksi Ragum yang diinginkan adalah

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{60 \times 60 \times 16}{0,69 \times 16} = 5.217,3913 \approx 5.218 \text{ detik/unit}$$

- Penentuan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Perhitungan dengan menggunakan metode perkiraan jumlah stasiun kerja minimum adalah

Jumlah Waktu Produksi = 47.955 detik

Jumlah Stasiun Kerja Minimum = Jumlah Waktu Produksi / Waktu Siklus yang diinginkan
 $= 47.955 / 5.218 = 9,1920 \approx 9$ stasiun

Jumlah stasiun kerja minimum berdasarkan hasil perhitungan adalah 9 stasiun kerja.

- 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-Birnie.

- *Zoning Constraint*

Penempatan dari elemen kerja pada stasiun kerja juga dibatasi oleh *zoning constraint* yang berperan menghalangi atau mengharuskan pengelompokan elemen kerja pada stasiun tertentu. Pengelompokan ini didasarkan pada elemen kerjayang sama dan memiliki sifat operasi yang serupa. [9] Contohnya elemen kerja pengukuran dimensi baja dikelompokkan pada stasiun kerja yang sama karena menggunakan peralatan yang sama. Penentuan *work center* dengan metode *zoning constraint* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Zoning Constraint

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

3.1.3. Pembahasan

3.1.3.1. Matriks Precedence

Relasi antar elemen kerja pada proses produksi dalam bentuk matriks, relasi dengan nilai -1, 0, dan +1. relasi *precedence* bernilai +1 jika hubungan dari *work element* akan dihubungkan memiliki hubungan maju dengan *work element* terkait. Akan bernilai nol jika tidak ada hubungan antara *work element* terkiat, akan bernilai -1 bila terdapat hubungan ke belakang [10]. Berdasarkan *Precedence matrix*, bobot dari setiap element kerja diperoleh dari penjumlahan waktu pengerjaan elemen kerja lainnya yang memiliki nilai +1 pada masing-masing baris. Hasil dari perhitungan secara keseluruhan, diperoleh *ranking* dari nilai bobot *work element* yang dilakukan.

3.1.3.2. Penentuan Ranking untuk Setiap Element Kerja

Berdasarkan matriks *Precedence*, bobot dari setiap element kerja bisa diperoleh penjumlahan waktu pengerjaan element kerja lainnya yang memiliki nilai +1 pada masing-masing baris.

3.1.3.3. Pembentukan Stasiun Kerja

Penentuan elemen kerja pada tiap *work centre* (WC) dengan waktu siklus 332.708 detik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Stasiun Kerja dengan Metode Helgeson dan Birnie

Work Center	Element	Keterangan	Jumlah
I	2,31,32,33,53,34,54,35,36	Masuk	5515
II	36,55,37,20,21,38,56	Masuk	5945
III	56,22,23,3,39,57	Masuk	6331
IV	24,25	Keluar	6600
V	4,58,5,40,6	Masuk	5700
	25,59,7,41	Masuk	
VI	8	Keluar	5503
	43,65,10,12,66,44,13	Masuk	
VII	45	Keluar	5403
	45,61,27,70,14,46,11	Masuk	
VIII	43	Keluar	5403
	43,15,71,47,28,67,62	Masuk	
IX	43,15,71,47,28,67	Masuk	6192
	62	Keluar	
X	62,68,16,49,72,17,49,18,19,29,30,50,69,51,52,63,64,73,74,75	Masuk	4500

Dari data pembentukan stasiun dengan metode *Helgeson & Birnie*:

1. Penundaan keseimbangan

$$D = \frac{n \cdot \text{Sm} - \sum S_i}{n \cdot \text{Sm}}$$

$$= \frac{9 \times 6600 - (5515 + 5945 + 6331 + 5700 + 5503 + 5403 + 6192 + 4500)}{9 \times 6600}$$

$$= 0,1298 \times 100\% = 12,98\%$$

2. Efficiency

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

$$= \frac{(5515 + 5945 + 6331 + 6600 + 5700 + 5503 + 5403 + 6192 + 4500)}{9 \times 5218} \times 100\%$$

$$= 91,27\%$$

$$3. \text{ Waktu kosong} = 100\% - \text{Efisiensi}$$

$$= 100\% - 91,27\% = 8,73\%$$

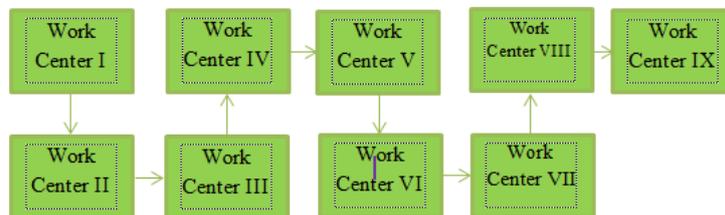
4. Smoothing Indeks (SI)

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

$$= \sqrt{(5577405)}$$

$$= 2.361,65$$

Hasil pengolahan data yang diperoleh dari method *Helgeson and Birnie* lintasan yang terbentuk seperti berikut.



Gambar 1. Workcenter Menurut Metode *Helgeson dan Birnie*

Berikut adalah tabel hasil metode *Helgeson dan Birnie* untuk setiap parameter yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Data Hasil Metode *Helgeson dan Birnie*

Method	Balance Delay	Efficiency	Waktu kosong	Smoothness Indeks
<i>Helgeson dan Birnie</i>	12,98%	91,27%	8,73%	2.361,65

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel dapat diketahui nilai *balance delay* 12,98%, efisiensi 91,27% , waktu kosong 8,73%, dan *smoothing index* 2.361,65.

4. Kesimpulan

Precedence diagram produk Ragum dibagi menjadi 20 *Region* sesuai urutan pengerjaan komponen dengan jumlah element kerjanya adalah sebanyak 75 element kerja. Waktu siklus yang digunakan pada perakitan Ragum dengan target pasar 2% adalah sebesar 5.218 detik dengan jumlah 10 *work center*. Pada metode *Helgeson-birnie*, nilai *Balance Delay*, efisiensi, waktu kosong, dan *Smoothness Index* berturut-turut ialah sebesar 12,98%, 91,27%, 8,73% dan 2.361,65.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat saya kepada laboratorium Sistem Produksi, Departemen Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara yang telah menyediakan data untuk peneliti hingga penelitian ini selesai.

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. (2007) "Sistem Produksi" Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Kalaycılar, Eda Göksoy, Meral Azizoglu, dan Sencer Yeralan. (2016) "A disassembly line balancing problem with fixed number of workstations." *European Journal of Operational Research* **249(2)**: 592-604.
- [3] Nasution, A. (2018) "September. Forecasting Produksi Karet Menggunakan Metode Weighted Moving Average." *In Seminar Nasional Royal (SENAR)* **1 (1)**: 133-138.
- [4] Scholl, A. and Becker, C. (2006) "State-of-the-art exact and heuristic solution procedures for simple assembly line balancing." *European Journal of Operational Research* **168 (3)**: 666-693.
- [5] Panudju, A.T., Panulisan, B.S. and Fajriati, E. (2018) "Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) Dengan Metode Ranked Position Weight (Rpw) Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di Pt. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten." *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri* **5(2)**: 69-80.
- [6] Azwir, H.H. and Pratomo, H.W. (2017) Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* **6(1)**: 57-64..
- [7] Rochman, D.D. dan Caparina, W.R. (2017) "Analisis Line Balancing Pada Lini Perakitan Handle Switch Di Pt. X." *Seminar Nasional Akuntansi dan Bisnis (SNAB)*.
- [8] Herdiani, L. and Syafarudin, R. (2018) "Line Balancing Demi Tercapainya Efisiensi Kerja Optimal Pada Stasiun Kerja." *Jurnal Tiarsie* **15(2)**: 49-54..
- [9] Li, D., Zhang, C., Shao, X. and Lin, W. (2016) "A multi-objective TLBO algorithm for balancing two-sided assembly line with multiple constraints. *Journal of Intelligent Manufacturing*" **27(4)**: 725-739.
- [10] Fudianto, D. and Munir, M. (2017) "Rancangan Keseimbangan Lintasan Stasiun Kerja Guna Meningkatkan Efisiensi Waktu Siklus Operasi Produk Es Balok (Studi Kasus: Perusahaan Es Balok, Pt. X Pandaan Pasuruan)." *JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering)* **4(3)**.