



PAPER – OPEN ACCESS

Pengaplikasian Konsep Line Balancing untuk Mencapai Efisiensi Kerja yang Optimal pada Setiap Stasiun Kerja pada Proses Perakitan Ragum

Author : Gifta Jewela dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v3i2.985
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



Pengaplikasian Konsep *Line Balancing* untuk Mencapai Efisiensi Kerja yang Optimal pada Setiap Stasiun Kerja pada Proses Perakitan Ragum

¹Gifta Jewela, ²Muhammad Rifandi, ³Putri Milenia, ⁴Rikardo E Parapat, ⁵Paskayani Siburian

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

¹giftajewela@gmail.com, ²muhammadrifandi331@gmail.com, ³milleniasinaga@gmail.com, ⁴kardoefendy@gmail.com
⁵paskabr17@gmail.com

Abstrak

Penyeimbangan lintasan merupakan metode penugasan pekerjaan pada stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan dalam suatu lintasan produksi sehingga setiap stasiun kerja tidak melebihi dari waktu siklus setiap stasiun kerja tersebut. Tujuan penyeimbangan lintasan adalah untuk membentuk dan menyeimbangkan beban kerja pada stasiun kerja yang dialokasikan pada tiap-tiap stasiun kerja lainnya. Jika tidak dilakukan keseimbangan seperti ini maka akan mengakibatkan ketidakefisienan kerja di beberapa stasiun kerja, dimana stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja yang lain memiliki beban kerja yang tidak seimbang. Selain itu juga memperlancar arus produksi sehingga diperoleh utilitas yang tinggi atas fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan melalui penyeimbangan waktu kerja antar stasiun kerja, dimana setiap elemen tugas dalam suatu kegiatan produk dikelompokkan sedemikian rupa dalam beberapa stasiun kerja yang telah ditentukan sehingga diperoleh keseimbangan kerja yang baik. Pada proses perakitan ragum terdapat 7 stasiun kerja. Saat proses perakitan berlangsung terlihat adanya ketidakseimbangan item pekerjaan dan waktu antar proses antar stasiun kerja sehingga proses perakitan menjadi kurang efisien. Salah satu cara untuk mengatasi ketidakseimbangan lini adalah permasalahan ini melalui perlakuan keseimbangan pada lini perakitan menggunakan metode *helgeson-birnie* dan metode *moodie-young* fase 1 dan fase 2. Hasil penelitian ini menghasilkan metode perbaikan *moodie-young* fase 2 menjadi metode yang terbaik dengan 7 stasiun kerja dimana *balance delay* sebesar 13,30%, efisiensi sebesar 86,52% dan *smoothing index* sebesar 1554,50.

Kata kunci : *Line Balancing*, *Balance Delay*, Efisien, *Smoothing Index*, *Helgeson-Birnie*, *Moodie-Young*

Abstract

Line balancing is a method of assigning a number of jobs into interrelated work stations in a production line, so that each work station has a time that is not exceed the cycle time work stations. The purpose of line balancing is to form and balance the workload allocated to each work station. If this line balancing is not carried out it will result in efficient work in some work stations, where one work station with another work station has an unbalanced workload. Whereas the pupose of line balancing is to obtain a smooth production flow in order to obtain high utilization of facilities, labor, and equipment through balancing work time between work stations, where each task element in a product activity is grouped in such a way that several work stations has been determined so that a good working time balance is obtained. In assembly of ragum there are 7 work stations. When assembly process takes place, it can be seen that there is an imbalance of work items and processing time between work stations so that the assembly process becomes less efficient. One way to overcome line imbalances is to balance the assembly line using helgeson and birnie methods and moodie-young method phase 1 and phase 2. The result of this study produce a method of improving moodie-young phase 2 to be the best method with 7 work stations where the balance delay is 13,30%, efficiency is 86,52% and smoothing index of 1554.50.

Keywords : *Line Balancing*, *Balance Delay*, Efficiency, *Smoothing Index*, *Helgeson-Birnie*, *Moodie-Young*

1. Pendahuluan

Keberhasilan suatu perusahaan untuk mencapai tujuan dapat dilihat beberapa factor diantaranya ialah mampu mendapatkan order dari pelanggan. Bila produk-produk yang dihasilkan menarik bagi pelanggan, maka perusahaan harus terus berusaha untuk meningkatkan kualitas produk dan pelayanan serta mampu memberikan harga yang rendah bagi produk. Kata mutu serta pelayanan dapat diberikan pengertian sebagai kemampuan dan kemauan perusahaan merespons permintaan dan mengirimkan produk sesuai jadwal, harga dan mutu yang dijanjikan. Faktor ini bisa dikatakan menjadi faktor penentu dalam persaingan, karena setiap pelanggan selalu mengevaluasi daya tarik pemasoknya setidaknya berdasarkan ketiga faktor di atas. Perusahaan yang sadar posisinya dalam persaingan pasti berupaya untuk mendapatkan *rate* (nilai) terbaik di mata pelanggan. Nilai yang terbaik diperoleh bila perusahaan mempunyai rencana yang akurat serta baik dan melaksanakannya di lantai pabrik secara efisien. [1] belakangan ini banyak dijumpai *bottleneck* pada aliran proses *finishing* dikarenakan terdapat pembagian kerja yang tidak sesuai ke operator kerja, Karena lintasan produksi perlu dilakukan penyeimbangan sehingga dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan *delay*[2]

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. [3] Peningkatan produktivitas dan daya saing bergantung pada efisiensi produksi, dan keseimbangan lini produksi merupakan faktor penentu. Untuk mencapai lini produksi yang seimbang maka waktu tunggu antar workstation harus paling singkat, agar tidak menimbulkan penumpukan beban kerja sehingga menghambat proses produksi [4] Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengaturan stasiun kerja berdasarkan pada waktu siklus dan *precedence constrain*, sehingga tingkat efisiensi lintasan produksinya meningkat dan *waste* atau kegiatan tidak produktif yang ada menurun. [5]

2. Metodologi Penelitian

2.1. Line Balancing

Line balancing adalah metode menyeimbangkan tugas di stasiun kerja untuk meminimalkan jumlah stasiun kerja dan total waktu tunggu semua stasiun kerja [6]. Adapun tujuan dari dilakukan *line balancing* adalah untuk didapatkan efisiensi yang tinggi dan mencapai target produksi,

2.2. Masalah Line Balancing

Jika jalur produksi tidak seimbang, terlihat dari adanya workstation yang sibuk, seperti waktu *idle*, produk setengah jadi pada beberapa stasiun kerja, waktu tunggu yang lama, dan operator menganggur karena beban kerja yang tidak seimbang [8] Ada sejumlah langkah-langkah pemecahan masalah keseimbangan lintasan antara lain, menentukan waktu yang dibutuhkan untuk setiap tugas, mengidentifikasi tugas-tugas yang akan dilakukan, menentukan *output* dari *assembly line* yang dibutuhkan, menetapkan *precedence constraints*, menghitung *cycle time* yang dibutuhkan, menentukan waktu total yang tersedia untuk memproduksi output. [9]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Menentukan Waktu Siklus Work Center

Waktu siklus bisa dihitung dengan menggunakan data peramalan kausal jumlah dari penjualan produk ragam tahun 2020 yaitu 200258,6832 unit. Diasumsikan target jumlah produk yang diproduksi pada tahun 2020 adalah 2% sehingga total produksi adalah $200.258,6832 \times 2\% = 4005,17 \text{ unit} \approx 4006 \text{ unit}$. Hari kerja pada tahun 2020 adalah 297 hari dengan 8 jam kerja/ hari dan 2 *shift*/hari.

$$\text{Total produksi produk ragam per jam adalah} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja} \times \text{Jumlah Shift Kerja}} \quad (1)$$

$$= \frac{4006}{297 \times 8 \times 2} = 0,8430 \text{ unit/jam}$$

dengan asumsi efisiensi produksi adalah 100% maka waktu siklus produksi produk ragam yang diinginkan adalah

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Kapasitas Produksi}} = \frac{60 \times 60 \times 16}{0,8430 \times 16} = 4270,46 \approx 4271 \text{ detik/unit}$$

3.2. Menentukan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Perhitungan dengan menggunakan metode perkiraan jumlah stasiun kerja minimum adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Waktu Produksi} &= 25807 \text{ detik} \\ \text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} &= \text{Jumlah Waktu Produksi} / \text{Waktu Siklus yang diinginkan} \\ &= 25807 / 4271 = 6,042 \approx 7 \text{ stasiun} \end{aligned}$$

Jumlah stasiun kerja minimum berdasarkan hasil perhitungan adalah 7 stasiun kerja.

3.3. Menentukan Work Center Secara Manual

Penentuan *work center* secara manual dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode *Helgeson Birnie* dan metode *Moodie-Young* merupakan metode penyeimbangan lintasan yang akan digunakan di penelitian.

• *Precedence Constraint*

Tabel 1. *Precedence Constraint*

Elemen Kerja	Sebelum	Sesudah	Elemen Kerja	Sebelum	Sesudah	Elemen Kerja	Sebelum	Sesudah
1	-	2,15,27,39,49,59,69,88	33	32	34	66	65	67
2	1	3	34	33	35	67	48,66	68
3	2	4	35	34	36	68	67	94
4	3	5	36	35	37	69	1	70
5	4	6	37	36	38	70	69	71
6	5	7	38	37	45	71	70	72
7	6	8	39	1	40	72	71	73
8	7	9	40	39	41	73	72	74
9	8	10	41	40	42	74	73	75
10	9	11	42	41	43	75	74	76
11	10	12	43	42	44	76	75	77
12	11	13	44	43	45	77	76	78
13	12	14	45	38,44	46	78	77	79
14	13	25	46	45	47	79	78	80
15	1	16	47	46	48	80	79	81
16	15	17	48	47	67	81	80	82
17	16	18	49	1	50	82	81	83
18	17	19	50	49	51	83	82	84
19	18	20	51	50	52	84	83	85
20	19	21	52	51	63	85	84	89
21	20	22	53	52	54	86	85	87
22	21	23	54	53	55	87	86	93
23	22	24	55	54	56	88	1	89
24	23	25	56	55	57	89	88	90
25	14,24	26	57	56	58	90	89	91
26	25	47	58	57	65	91	90	92
27	1	28	59	1	60	92	91	93
28	27	29	60	59	61	93	87,92	94
29	28	30	61	60	62	94	68,93	95
30	29	31	62	61	63	95	94	96
31	20	32	63	62	64	96	95	-
31	30	32	64	63	65	-	-	-
32	31	33	65	58,64	66	-	-	-

Sumber: Pengolahan Data

• *Zoning Constraint*

Zooning constraint digunakan untuk mengelompokkan elemen kerja pada stasiun tertentu. Pengelompokan didasarkan pada elemen kerja sejenis yang mempunyai sifat operasi yang sama. Contohnya elemen kerja pengukuran dikelompokkan pada stasiun kerja yang sama karena menggunakan peralatan yang sama. Penentuan *work center* dengan metode *zoning constraint* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Zoning Constraint

Elemen Kerja	Keterangan
1,14,26,38,48,58,68,87	Merupakan elemen kerja pengukuran <i>part</i> produk ragum
2,23,37,43,57,63	Merupakan elemen kerja menggunakan mesin gerinda <i>part</i> produk ragum
3,4,15,16,27,28,29,39,40,49,50,51,59,60	Merupakan elemen kerja menggunakan mesin sekrup <i>part</i> produk ragum
5,6,7,8,9,10,11,12,17,18,30,31,34,35,41,42,53,54,61,62	Merupakan elemen kerja menggunakan mesin <i>drilling part</i> produk ragum
13,21,52,81,85	Merupakan elemen kerja menggunakan mesin <i>milling part</i> produk ragum
19,20,22,32,33,36,55,56,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,83,84,88,89,90	Merupakan elemen kerja menggunakan mesin bubut <i>part</i> produk ragum
82,86,91	Merupakan elemen kerja penghalusan <i>part</i> produk ragum
24,25,44,45,47,64,65,66,67,92,93,94	Merupakan elemen kerja perakitan <i>part</i> produk ragum
46, 95	Merupakan elemen kerja inspeksi

Sumber: Pengolahan Data

3.4. Metode Line Balancing

3.4.1. Metode Helgeson dan Birnie

Hubungan antar elemen pekerjaan berbentuk matriks, dengan hubungan yang bernilai -1, 0, dan +1. Jika hubungan elemen pekerjaan yang ditautkan memiliki hubungan positif (hubungan masa depan) dengan elemen pekerjaan lainnya maka nilai hubungan *precedence* akan menjadi +1. Jika tidak ada hubungan antara elemen pekerjaan, nilainya nol; jika ada hubungan ke belakang, itu adalah -1 (hubungan berlawanan berasal dari interpretasi nilai +1).

Berdasarkan matriks *precedence*, bobot setiap elemen pekerjaan dapat diperoleh dari penjumlahan waktu kerja elemen pekerjaan dan elemen kerja lainnya dengan nilai +1 pada setiap baris. Dari hasil perhitungan didapatkan ranking nilai bobot elemen, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembobotan Elemen Kerja

Elemen	Bobot	Elemen	Bobot	Elemen	Bobot	Elemen	Bobot
2	4514	26	67	50	4610	74	3574
3	4214	27	4055	51	3530	75	3324
4	3554	28	3995	52	3050	76	3074
5	2954	29	3095	53	2570	77	3014
6	2354	30	2675	54	1970	78	2954
7	2114	31	2255	55	1610	79	2894
8	1874	32	1895	56	1250	80	2834
9	1634	33	1535	57	950	81	2774
10	1394	34	1385	58	650	82	2714
11	1154	35	1235	59	2018	83	1973
12	914	36	875	60	1988	84	1433
13	674	37	515	61	1088	85	1373
14	434	38	365	62	1028	86	1313
15	3299	39	2034	63	668	87	572
16	3254	40	1989	64	308	88	1337
17	2774	41	1089	65	68	89	1292
18	2294	42	1025	66	66	90	992
19	1934	43	665	67	48	91	692
20	1574	44	305	68	43	92	392
21	1424	45	65	69	4619	93	32
22	1274	46	62	70	4574	94	30
23	674	47	52	71	4324	95	3
24	374	48	50	72	4074	96	2
25	74	49	4640	73	3824	-	-

Sumber: Pengolahan Data

3.4.1.1. Penentuan Ranking Setiap Elemen Kerja

Berdasarkan pembobotan elemen kerja yang diperoleh dari penjumlahan setiap elemen yang memiliki nilai +1 maka diperoleh *ranking* atau urutan nilai bobot elemen pekerjaan yang diselesaikan. Tabel 4 menunjukkan pengurutan berdasarkan

bobot.

Tabel 4. Pengurutan Berdasarkan Bobot

Rank	Elemen	Bobot	Rank	Elemen	Bobot	Rank	Elemen	Bobot	Rank	Elemen	Bobot
1	49	4640	25	80	2834	49	21	1424	73	58	650
2	69	4619	26	17	2774	50	10	1394	74	87	572
3	50	4610	27	81	2774	51	34	1385	75	37	515
4	70	4574	28	82	2714	52	85	1373	76	14	434
5	2	4514	29	30	2675	53	88	1337	77	92	392
6	71	4324	30	53	2570	54	86	1313	78	24	374
7	3	4214	31	6	2354	55	89	1292	79	38	365
8	72	4074	32	18	2294	56	22	1274	80	64	308
9	27	4055	33	31	2255	57	56	1250	81	44	305
10	28	3995	34	7	2114	58	35	1235	82	25	74
11	73	3824	35	39	2034	59	11	1154	83	65	68
12	74	3574	36	59	2018	60	41	1089	84	26	67
13	4	3554	37	40	1989	61	61	1088	85	66	66
14	51	3530	38	60	1988	62	62	1028	86	45	65
15	75	3324	39	83	1973	63	42	1025	87	46	62
16	15	3299	40	54	1970	64	90	992	88	47	52
17	16	3254	41	19	1934	65	57	950	89	48	50
18	29	3095	42	32	1895	66	12	914	90	67	48
19	76	3074	43	8	1874	67	36	875	91	68	43
20	52	3050	44	9	1634	68	91	692	92	93	32
21	77	3014	45	55	1610	69	13	674	93	94	30
22	5	2954	46	20	1574	70	23	674	94	95	3
23	78	2954	47	33	1535	71	63	668	95	96	2
24	79	2894	48	84	1433	72	43	665			

Sumber: Pengolahan Data

3.4.1.2. Pembentukan Stasiun Kerja

Berikut merupakan parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode Helgeson dan Birnie:

1. Balance delay

$$D = \frac{n \cdot S_m - \sum_{i=1}^n S_i}{n \cdot S_m} \tag{2}$$

Dimana:

D = Balance Delay

n = Jumlah stasiun kerja

S_m = Waktu yang paling maksimum dalam Work Center

S_i = Waktu masing-masing stasiun (I=1,2,3,...,n)

$$D = \frac{n \cdot S_m - \sum S_i}{n \cdot S_m} \tag{3}$$

$$D = 0,1346 \times 100\% = 13,46$$

2. Efisiensi

$$Efisiensi = \frac{\sum S_i}{n \cdot C} \tag{4}$$

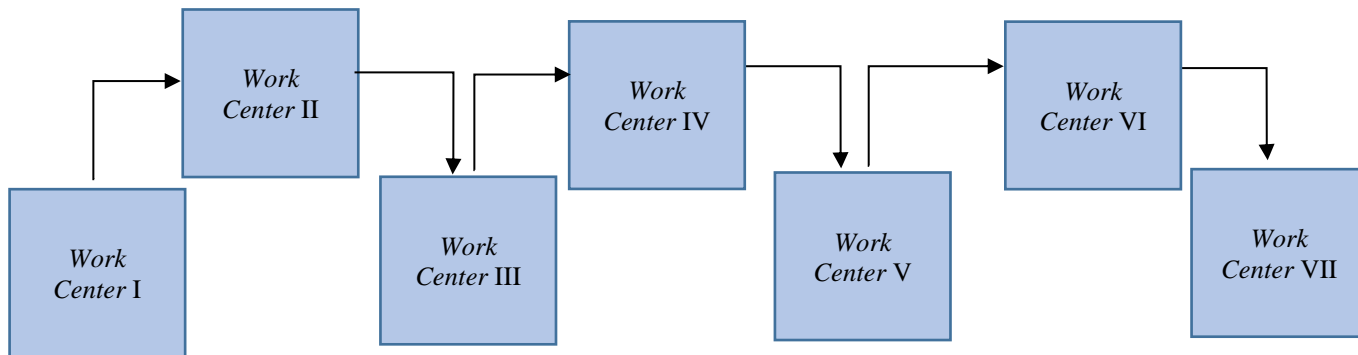
$$Efisiensi = \frac{(4075+3905+3576+4260+4030+4050+1909)}{7 \times 4271} \times 100\% = 86,31\%$$

3. Smoothing Index (SI)

$$Smoothing Index = \sqrt{\sum (C - S_i)^2} \tag{5}$$

$$= \sqrt{(4271-4075)^2+(4271-3905)^2+(4271-3576)^2+(4271-4260)^2+(4271-4030)^2+(4271-4050)^2+(4271-1909)^2} = 2518,23$$

Setelah hasil pengolahan data diperoleh dengan menggunakan metode Helgeson dan Birnie, jalur formasi yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat dijelaskan.



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 1. Stasiun Kerja Menurut Metode Helgeson dan Birnie

3.4.2. Metode Moodie-Young

3.4.2.1. Fase 1

Pada fase pertama ini, akan dijalankan secara berurutan di jalur perakitan. Jika dua komponen kerja cukup untuk ditempatkan di stasiun kerja, maka komponen yang lebih panjang ditempatkan lebih dulu. Setelah mengalokasikan setiap elemen, untuk mengurangi nilai waktu alokasi selanjutnya, ketersediaan elemen akan dipertimbangkan.

Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode Moodie Young Fase 1

- Balance delay

$$D = \frac{n \cdot Sm - \sum Si}{n \cdot Sm} = \frac{7 \times 4250 - 25805}{7 \times 4250} = 0,1326 \times 100\% = 13,26$$

- Efisiensi = $\frac{25805}{7 \times 4271} = 0,8631 \times 100\% = 86,31$

- Smoothing Index (SI)

$$SI = \sqrt{\frac{(4271-3540)^2 + (4271-4094)^2 + (4271-4220)^2 + (4271-4240)^2 + (4271-4250)^2 + (4271-4135)^2 + (4271-1326)^2}{7}} = 3043,22$$

3.4.2.2. Fase 2

Pada fase 2 ini digunakan untuk mengalokasikan waktu idle secara merata untuk setiap situs melalui mekanisme penjualan dan mentransfer elemen antar situs.

$$Goal = \frac{Waktu WC\text{terbesar} - Waktu WC\text{terkecil}}{2} = \frac{4094 - 3269}{2} = 412,5$$

Berdasarkan nilai goal, akan disusun work center dengan mendistribusikan idle secara merata. Elemen kerja pada work center dapat dipindah dengan tetap mengikuti matriks predecessor dan follower. Elemen kerja yang dipindah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perpindahan Elemen Kerja

Elemen Kerja	WC Sebelum	WC Sesudah	Waktu Elemen Kerja
92	III	IV	300
44	IV	V	240
54	IV	V	360
76	V	VI	60
10	V	VI	240
23	V	VI	300
35	V	VI	360
57	V	VI	300
77	V	VI	60

Sumber: Pengolahan Data

Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode Moodie-Young adalah:

- Balance delay

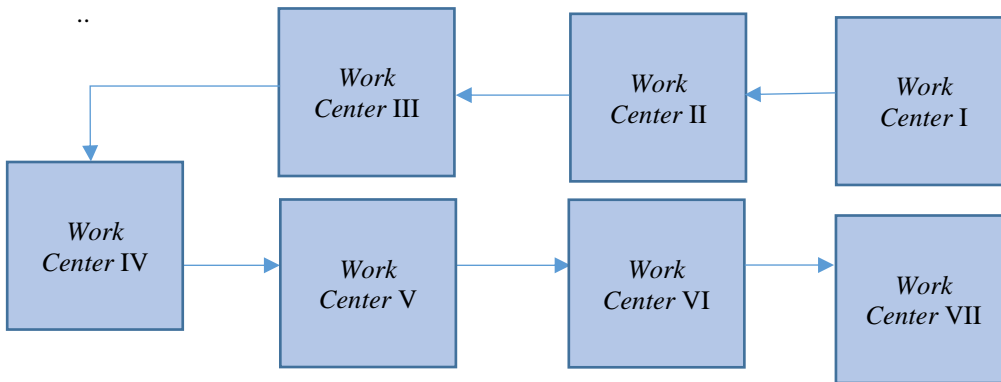
$$D = \frac{n.Sm - \sum Si}{n.Sm} = \frac{7 \times 4094 - 25805}{7 \times 4094} = 0,0996 \times 100\% = 9,96\%$$

- Efisiensi = $\frac{25805}{7 \times 4271} = 0,8631 \times 100\% = 86,31$

- Smoothing Index (SI)

$$SI = \sqrt{\frac{(4271-3540)^2 + (4271-4094)^2 + (4271-3920)^2 + (4271-3940)^2}{(4271-3530)^2 + (4271-3512)^2 + (4271-3269)^2}} = 1711,03$$

Dengan pengolahan data menggunakan Moodie-young diperoleh hasil yang kemudian dapat ditarik menjadi suatu lintasan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 2. Stasiun Kerja Menurut Metode Moodie Young

4. Pendekatan untuk Memperbaiki Line Balancing.

Metode yang sebelumnya telah digunakan untuk menentukan work center secara manual membentuk 7 work center, Parameter performansi keempat metode tersebut ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Metode

Metode	Balance Delay	Efisiensi	Smoothing Index
Helgeson Birnie	13,46%	86,31%	2518,23
Moodie Young 1	13,26%	86,31%	3043,22
Moodie Young 2	9,96%	86,31%	1711,03

Sumber: Pengolahan Data

$$Goal = \frac{Waktu WCterbesar - Waktu WCterkecil}{2} = \frac{4721-2122}{2} = 1299,5$$

Sesuai dengan target nilai, work center akan diatur dengan pembagian ruang idle secara merata, Elemen-elemen kerja pada work center dapat dipindahkan dengan mengikuti matriks predecessor dan follower, seperti terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Elemen Kerja yang Dipindahkan Berdasarkan Pendekatan untuk Memperbaiki Line Balancing

Elemen Kerja	WC Sebelum	WC Sesudah	Waktu Elemen Kerja
50	I	II	1080
40	II	I	900

Sumber : Pengolahan Data

Pembentukan stasiun kerja dengan metode Moodie Young fase II dipilih karena memiliki smoothing index dan balance delay terkecil, Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode pendekata untuk memperbaiki line balancing adalah:

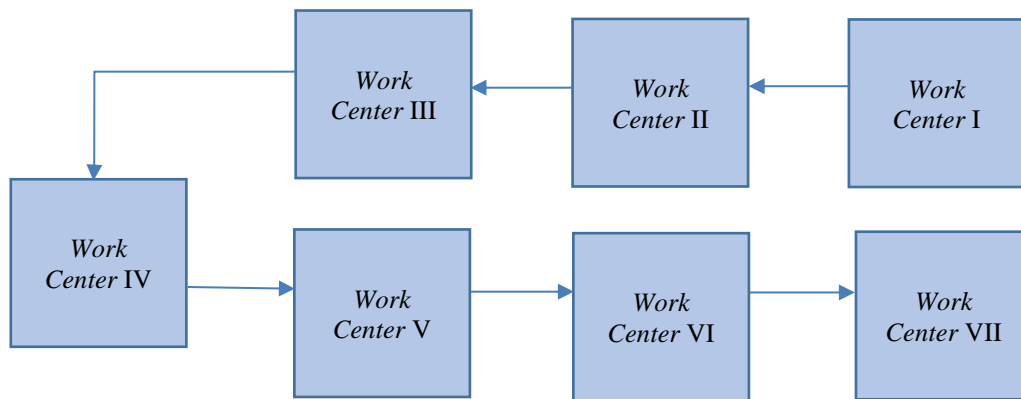
- Balance delay

$$D = \frac{n.Sm - \sum Si}{n.Sm} = \frac{(7)(3940) - (25805)}{(7)(3940)} \times 100\% = 0,0644 \times 100\% = 6,44\%$$

- Efisiensi = $\frac{(25805)}{(7)(3940)} \times 100\%$
 $= 0,8631 \times 100\% = 86,31\%$

$$\bullet \text{ Smoothing Index (SI)} = \sqrt{\frac{(3720-4271)^2+(3914-4271)^2+(3920-4271)^2+(3940-4271)^2+(3530-4271)^2+(3512-4271)^2+(3269-4271)^2}{7}} = 1671,22$$

Dari hasil pengolahan data yang diperoleh dari *Moodie-Young* maka dapat digambarkan lintasan yang terbentuk seperti Gambar 3.



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 3. Stasiun Kerja dengan Pendekatan untuk Memperbaiki *Line Balancing*

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan modul praktikum *line balancing* adalah berikut:

- *Precedence diagram* Ragum dibagi menjadi 23 *region*, menurut urutan pengerjaan komponen dengan jumlah elemen kerjanya sebanyak 96 elemen kerja.
- Waktu siklus yang digunakan pada perakitan Ragum dengan target pasar 1% adalah sebesar 4271 detik dengan minimal 7 *work center*.
- Jumlah *work center* pada perakitan dengan metode *Hegelson* dan *Bernie* adalah 7, dan metode *Moodie-Young* adalah 7.
- Parameter yang digunakan pada Metode *Hegelson* dan *Bernie*, *balance delay* 13,46%, efisiensi 86,31%, dan *smoothing index* 2518,23. Metode *Moodie Young* fase 1, *balance delay* sebesar 13,26%, efisiensi sebesar 86,31% dan *smoothing index* sebesar 3043,22, dan dengan metode *Moodie Young* fase 2, *balance delay* sebesar 9,96%, efisiensi sebesar 86,31% dan *smoothing index* sebesar 1711,03.
- Lintasan perbaikan menggunakan metode perbaikan *Moodie-Young* fase 2 lebih baik daripada menggunakan metode lain. Hasil yang didapat dari perbaikan lintasan adalah *balance delay* sebesar 6,44%, efisiensi sebesar 86,31% dan *smoothing index* sebesar 1554,50.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh asisten laboratorium Sistem Produksi Universitas Sumatera Utara. Ucapan terima kasih dan rasa hormat penulis kepada ibu Ir. Rosnani Ginting, MT, P.hD yang telah membimbing peneliti hingga penelitian ini selesai.

Referensi

- [1] Sinulingga, Sukaria (2017) *Perencanaan & Pengendalian Produksi* (Cet I; Medan : USU Press), p 1
- [2] Purnamasari, Ita dan Atikha Sidhi Cahyana (2015) *Line Balancing dengan Metode Ranked Position Weight (RPW)*. *Jurnal Spektrum Industri*. **13**(2) p 157
- [3] Sinaga, Tuti Sarma (2014) *Pengukuran Keseimbangan Lintasan Produksi Keramik Dengan Metode Helgeson Dan Birnie Di Pt.XYZ*. *Jurnal Teknologi* **7** p 70
- [4] Dharmayanti, Indrani dan Marlansyah, Hafif (2019) *Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing*. *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik* **3**(1) hal.44.
- [5] Herdiani, Leni dan Nurcahyo, Rico Syafarudin (2018) *Line Balancing untuk Tercapainya Efisiensi Kerja Optimal pada Stasiun Kerja*. *Tiarsie* **15**. p 1.
- [6] Hamdi Azwir, Hery dkk (2017) *Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X*. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* **6**(1). p 58
- [7] Prabowo, Rony (2016) *Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada Pt. Hm. Sampoerna Tbk*. *Jurnal IPTEK* **20**(2) p 13
- [8] Tri Panudju, Andreas dkk (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*. *Jurnal Integrasi Sistem Industri* **5**(2) p 70
- [9] Siregar, Denny dan Yasid Abdul (2018) *Analisis Peningkatan Kapasitas Produksi Pada Proses Pembuatan Frame Motor KLX dengan Metode Line Balancing di PT.KMI* *Jurnal Matrik*. **19**(1) p 39