



PAPER – OPEN ACCESS

Pendekatan Lintasan Produksi Pada Produk Lampu Dengan Menggunakan Metode Helgeson Birnie

Author : Andri Nst dan Alfri Lumongga Nst
DOI : 10.32734/ee.v3i2.1034
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



Pendekatan Lintasan Produksi Pada Produk Lampu Dengan Menggunakan Metode Helgeson Birnie

Andri Nst¹, Alfri Lumongga Nst²

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

¹ihun_mama@yahoo.com ²alfrinasution08@gmail.com

Abstrak

PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam memproduksi lampu. Aktivitas produksi ini berdasarkan pemesanan. Masalah penyeimbangan lintasan produksi di lantai pabrik terkait dengan kemampuan perusahaan untuk memenuhi seluruh order yang datang sesuai dengan batas waktu penyerahan (due date) yang telah ditentukan sering terjadinya keterlambatan. Produk lampu merupakan produk unggulan perusahaan karena selalu dipesan pelanggan dalam jumlah yang besar. Produk-produk ini hanya dijual diseluruh wilayah di Indonesia, baik itu dari pulau Sumatera Jawa, Sulawesi, Kalimantan, dan Papua. Dalam penelitian ini, disajikan data peramalan penjualan lampu pada tahun 2020 serta waktu proses setiap elemen kerja untuk menyelesaikan 1 unit lampu berdasarkan stasiun kerja yang diukur dengan menggunakan metode stopwatch time study. Perhitungan waktu siklus aktual didasarkan atas precedence constraint. Setiap operator akan dihitung allowance dan rating factorynya. Kemudian, akan dibangun sebuah matriks precedence yang setiap workcenter yang dilalui akan bernilai 1 dan apabila elemen kerja yang tidak dilalui oleh elemen kerja sebelumnya bernilai 0. Matriks ini digunakan untuk menentukan bobot setiap elemen kerjanya. Setelah pembobotan setiap elemen kerja dilakukan perankingan sesuai bobot yang terbesar. Solusi pemecahan masalah diperoleh berdasarkan waktu elemen kerja yang memiliki efisiensi yang tinggi serta balance delay yang rendah. Dalam pendekatan untuk memperbaiki lintasan produksi pada pembuatan unit lampu metode helgeson birnie telah digunakan untuk menentukan work center secara manual dengan membentuk 6 work center. Dengan balance delay sebesar 12,97% serta efisiensi dalam merakit 1 unit lampu sebesar 86,28%. Dan dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa lintasan yang sudah dirancang lebih baik daripada lintasan actual pada perusahaan dikarenakan tingkat efisiensi yang rendah.

Kata Kunci : Lintasan Produksi, Metode Helgeson Birnie

Abstract

PT. X is a manufacturing company engaged in producing lamps. This production activity is based on ordering. The problem of balancing the production line on the factory floor is related to the company's ability to fulfill all incoming orders according to a predetermined due date. Lighting products are the company's flagship product because customers are always ordered in large quantities. These products are only sold in all regions in Indonesia, be it from the islands of Sumatra, Java, Sulawesi, Kalimantan and Papua. In this study, data for forecasting lamp sales in 2020 are presented as well as the processing time for each work element to complete 1 unit of light based on the work station as measured using the stopwatch time study method. The actual cycle time calculation is based on the precedence constraint. Each operator will calculate the allowance and rating factor. Then, a precedence matrix will be built where each work center that is passed will be worth 1 and if the work element that was not passed by the previous work element is 0. This matrix is used to determine the weight of each work element. After weighting each work element is ranked according to the largest weight. The problem solving solution is obtained based on the time of the work element which has high efficiency and low balance delay. In the approach to improving the production line in the manufacture of light units, the helgeson birnie method has been used to determine the work center manually by forming 6 work centers. With a balance delay of 12.97% and efficiency in assembling 1 lamp unit of 86.28%. And from the results of this study it is concluded that the path that has been designed is better than the actual path in the company due to the low level of efficiency.

Keyword : Production Line, Helgeson Birnie Method

1. Latar Belakang

Line balancing merupakan sekumpulan stasiun kerja meliputi mesin dan peralatan yang berguna sebagai fasilitas pembuatan produk. Line balancing memiliki beberapa area kerja yang biasa disebut stasiun kerja dan dikelola oleh satu atau lebih operator yang bertugas. Melakukan penyeimbangan beban kerja pada setiap stasiun merupakan tujuan utama dari line balancing. [1] Adanya kemungkinan terjadi ketidakefisienan kerja pada beberapa stasiun jika tidak dilakukan keseimbangan lintasan. Guna mencegah hal tersebut maka dilakukan pembagian pekerjaan ini yang biasa disebut production line balancing, assembly line balancing, atau hanya line balancing. [2]

Terdapat dua bagian dalam penyeimbangan lintasan yaitu :

1. Pendekatan Analitis
2. Pendekatan Heuristik

Pengukuran waktu memiliki fungsi untuk memperoleh waktu yang dibutuhkan oleh pekerja secara wajar dan normal dalam menyelesaikan suatu tugas yang diberikan dalam sistem kerja. Pengukuran waktu ini memiliki tujuan untuk mencari waktu penyelesaian yang wajar seperti tidak terlalu cepat atau terlalu lambat. [3]

Terdapat dua bagian dalam metode pengukuran waktu, yaitu:

1. Pengukuran secara langsung

Pengukuran yang dilakukan secara langsung yaitu berada di tempat pekerja yang sedang melakukan pekerjaan tertentu. Beberapa cara yang digunakan antara lain cara jam henti dan sampling kerja

2. Pengukuran secara tidak langsung

Pengukuran yang secara tidak langsung yaitu pengukuran waktu yang dilakukan tidak harus berada di tempat kerja seperti dengan membaca alur maupun laporan pekerjaan yang dilakukan melalui elemen pekerjaan ataupun elemen gerakan. Data waktu baku serta data waktu gerakan merupakan pengukuran tidak langsung. [4]

Sukaria (2013) *Routing file* adalah *file* yang berisikan informasi tentang kegiatan-kegiatan atau proses operasi yang harus dilakukan untuk membuat suatu sistem. [5] *File* ini pada umumnya disusun oleh departemen *industrial engineering*. Informasi yang dimuat dalam *file* ini antara lain ialah proses operasi yang akan dilakukan, tata urutan proses operasi, jenis stasiun kerja/ nama mesin dan alat yang digunakan serta informasi lain berkaitan dengan standar waktu masing-masing operasi. [6]

PT. X yang memproduksi produk lampu berdasarkan pesanan (*make to order*) sering mengalami keterlambatan penyelesaian *order*. Dapat dianalisis bahwa masih terjadi ketidak efisienan stasiun kerja dalam memenuhi orderan pelanggan. Untuk itu diperlukan analisis berlanjut dalam permasalahan rendahnya efisiensi kerja. Untuk itu dilakukan penyeimbangan lintasan dengan menggunakan metode Helgeson Birnie agar efisiensi kerja bisa mencapai 100%.

Tabel 1. Hasil Peramalan Jumlah Penjualan Lampu pada Tahun 2020

Periode	Indeks	Hasil Peramalan
1	0,085	226.709,3995
2	0,090	240.045,2466
3	0,082	218.707,8913
4	0,072	192.036,1972
5	0,074	197.370,5361
6	0,096	256.048,2630
7	0,078	208.039,2137
8	0,098	261.382,6018
9	0,088	234.710,9077
10	0,075	200.037,7055
11	0,065	173.366,0114
12	0,097	258.715,4324
Total Penjualan 2020		2.667.169,4062

2. Metode Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah dijabarkan sebelumnya penelitian ini termasuk penelitian terapan (*applied research*) dikarenakan penelitian ini memiliki tujuan untuk menyelesaikan permasalahan dalam perusahaan yang menjadi objek dari penelitian ini.

Berdasarkan metode yang akan digunakan, penelitian ini termasuk penelitian evaluasi. Hasil rancangan yang dari penelitian ini akan menjadi usulan untuk perusahaan agar dapat dilakukan perbandingan terhadap metode yang digunakan sebelumnya.

Berdasarkan tingkat eksplanasi yang diperoleh, penelitian ini termasuk penelitian deskriptif, Pemaparan tiap variabel yang mempengaruhi masalah berdasarkan data yang ada membuat penelitian ini mengacu pada penelitian deskriptif.

Metode pada diagram precedence mengelompokkan elemen-elemen dalam sejumlah kelompok lainnya. Elemen dapat permutasikan diantara mereka dalam berbagai cara tanpa melanggar kaidah precedence. Serta elemen dapat dipindahkan ke kolom lainnya tanpa mengubah precedence dengan catatan menjaga permutabilitas kolom baru. Metode tersebut dinamakan ranked positional weight system (RPW). [7]

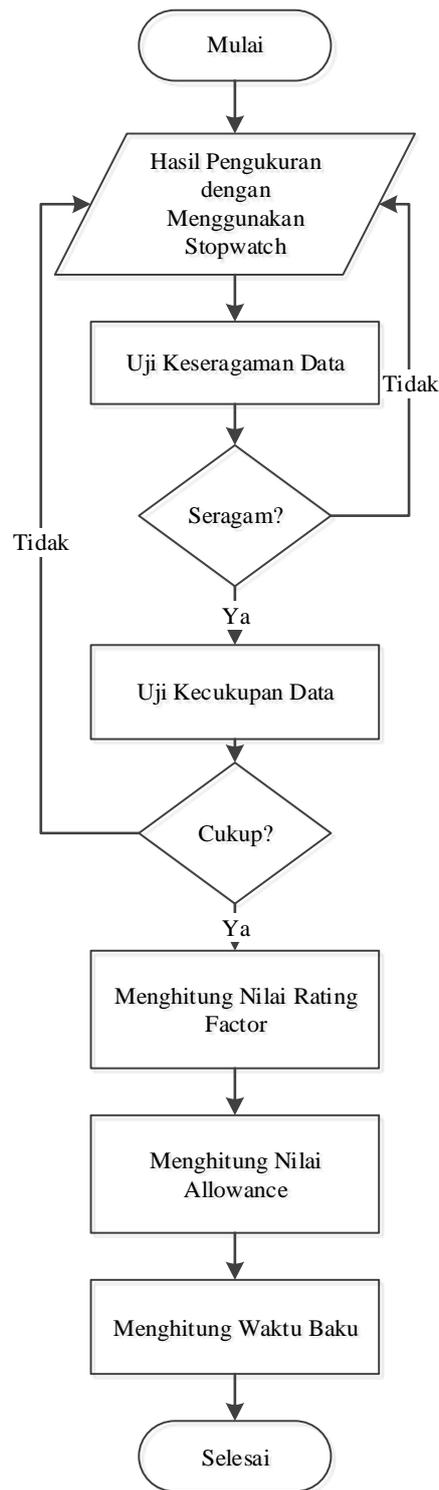
Tahap pertama yang dilakukan dengan membuat diagram precedence serta matriks precedence. Lalu dilakukan perhitungan untuk bobot pada tiap elemen yang diperoleh dari total waktu pengerjaan elemen yang menyertai. [8]

Hubungan precedence juga dapat dibuat dalam bentuk matriks dimana setiap hubungan bernilai -1,0,1. Hubungan precedence yang bernilai +1 jika elemen yang hendak dihubungkan tersebut dikerjakan sebelum elemen yang mau dihubungkan dengannya, bernilai -1 jika sebaliknya dan 0 jika tidak ada hubungan. [9]

Penyeimbangan dengan metode *Helgeson Birnie* memiliki langkah- langkah sebagai berikut:

- a. Elemen dengan bobot paling tinggi diletakkan pada stasiun pertama.
- b. Perhitungan antara waktu elemen (a) dan waktu siklus yang telah ditetapkan $T = C - a1$.
- c. Setelah itu pilihlah elemen yang memiliki bobot terbesar berikutnya dan melakukan pemeriksaan terhadap:
 - 1) Precedence, jika elemen pedahulu telah bergabung maka elemen tersebut dapat bergabung
 - 2) Waktu yang digunakana untuk pengerjaan elemen tersebut harus lebih kecil dari waktu yang tersedia
- 3) Dilakukan pengulangan untuk langkah kedua dan langkah ke tiga hingga di dapat $T = 0$ atau tidak ada kemungkinan untuk menugaskan elemen lagi pada stasiun kerja
- 4) Stasiun kerja yang kedua kemudian dimulai dari elemen yang belum ditugaskan yang bobotnya paling besar.
- 5) Langkah kedua, langkah ketiga, langkah keempat, dan terakhir langkah kelima dilanjutkan hingga keseluruhan elemen telah dikelompokkan pada suatu stasiun [10]

Adapun *Flow Chart Simulated Annealing* dalam Pengurutan *Job* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flow Chart Helgeson Birnie dalam Penyeimbangan Lintasan

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan matriks precedence, bobot dari setiap elemen kerja dapat diperoleh dari penjumlahan waktu pengerjaan elemen kerja lainnya yang memiliki nilai +1 pada masing-masing baris. Hasil perhitungan secara menyeluruh sehingga didapati ranking untuk nilai bobot tiap elemen kerja yang telah dilakukan. Data matriks disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Precedence

EK	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1

Dari hasil penelitian terhadap kondisi lintasan produksi di lantai pabrik terdapat elemen kerja yang saing tidak berhubungan dengan memberi nilai sesuai dengan metode Helgeson Birnie. Selama penelitian dilakukan, terjadi masalah waktu menunggu tidak sesuai dengan waktu actual yang ditetapkan oleh perusahaan. Banyaknya terjadi waktu menunggu menyebabkan penurunan efisiensi kerja. Hal ini menuntut tambahan waktu untuk pembuatan ulang produk-produk yang rusak, dan secara umum jika ini terjadi dalam kurun waktu yang berulang-ulang akan menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian unit produk lampu yang akan disalurkan ke pelanggan.

Berdasarkan data yang diperoleh pada tahun 2020 urutan elemen kerja akan diberi nilai sesuai dengan waktu pembulatan standar dimana waktu diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan stopwatch time studay dan menghitung allowance serta rating faktor. Perhitungan bobot yang memiliki nilai besar akan di ranking sesuai bobot yang paling besar ke bobot yang paling kecil, maka dilakukan perhitungan bobot setiap elemen kerja yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembobotan elemen kerja

Elemen Kerja	Waktu Baku	Bobot
2	17	1450
3	27	1433
4	22	1455
5	27	1433
6	29	1479
7	44	1450
8	27	1480
9	47	1453
10	31	1482
11	45	1451
12	36	1490
13	48	1454
14	31	1482
15	45	1451
16	42	1494
17	46	1452
18	40	1489
19	43	1449

Berdasarkan pembobotan elemen kerja yang diperoleh dari penjumlahan setiap elemen yang memiliki nilai +1 maka diperoleh *ranking* atau urutan dari nilai bobot elemen kerja yang telah dilakukan. Pengurutan berdasarkan bobot dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Ranking* untuk Setiap Elemen Kerja

Rank	Elemen	Waktu Baku	Bobot
1	16	42	1494
2	12	36	1490
3	18	40	1489
4	30	45	1489
5	32	30	1485
6	10	31	1482
7	14	31	1482
8	8	27	1480
9	6	29	1479
10	20	27	1468
11	24	22	1464
12	26	25	1462
13	22	20	1460
14	28	24	1460

Tabel 4. *Ranking* untuk Setiap Elemen Kerja (Lanjutan)

Rank	Elemen	Waktu Baku	Bobot
15	4	22	1455
16	33	49	1455
17	13	48	1454
18	9	47	1453
19	17	46	1452

Dari hasil penentuan *work centre* (WC), dapat ditentukan elemen kerja pada tiap *work centre* (WC) yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penentuan *Work Centre* (WC)

Elemen Kerja	Pengecekan Precedence	Waktu Elemen (T)	Kumulatif (C-T)	Keterangan	Jumlah
Work Center I					
18	√	42	1009	Masuk	118
12	√	36	973	Masuk	
16	√	40	933	Masuk	
Work Center II					
3	√	45	888	Masuk	106
1	√	30	858	Masuk	
10	√	31	827	Masuk	
Work Center III					
14	√	31	796	Masuk	124
8	√	27	769	Masuk	
6	√	29	740	Masuk	
19	√	27	713	Masuk	
Work Center IV					
15	√	22	691	Masuk	91
2	√	25	666	Masuk	
7	√	20	646	Masuk	
11	√	24	622	Masuk	
Work Center V					
13	√	22	600	Masuk	119
17	√	49	551	Masuk	
2	√	48	503	Masuk	
Work Center VI					
4	√	22	600	Masuk	159
5	√	49	551	Masuk	
18	√	48	503	Masuk	

Untuk elemen kerja pada WC I terdapat elemen kerja 18, 12, 16 dengan jumlah 118. WC II terdapat elemen kerja 3,1,10 dengan jumlah 106. WC III terdapat elemen kerja 14,8,6,19 dengan jumlah 124. WC IV terdapat elemen kerja 15,12,11 dengan jumlah 91. WC V terdapat elemen kerja 13,17,2 dengan jumlah 119. Dan WC VI terdapat elemen kerja 4,5,18 dengan jumlah 169.

Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode *Helgeson* dan *Birnie* adalah:

1. *Balance delay*

$$D = \frac{n.S_m - \sum S_i}{n.S_m} \quad (1)$$

Dimana, D = *Balance Delay*

S_m = Waktu paling maksimum dalam lintasan

n = Jumlah stasiun kerja

S_i = Waktu masing-masing stasiun

$$D = \frac{n.S_m - \sum S_i}{n.S_m}$$

$$= \frac{6 \times 1042 - (1039 + 1040 + 1028 + 1042 + 1035 + 257)}{6 \times 1042} = 0,1297 \times 100\% = 12,97\%$$

2. Efisiensi

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

Dimana, n = Jumlah stasiun kerja

S_i = Waktu masing-masing stasiun

C = Waktu Siklus

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

$$= \frac{(1039 + 1040 + 1028 + 1042 + 1035 + 257)}{6 \times 1051} \times 100\%$$

$$= 73,96\%$$

3. Waktu kosong = 100% - Efisiensi
= 100% - 73,96% = 26,04%

4. *Smoothing Index* (SI)

$$\text{Smoothing Index} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - S_i)^2} \quad (3)$$

Dimana, n = Jumlah stasiun kerja

S_i = Waktu masing-masing stasiun

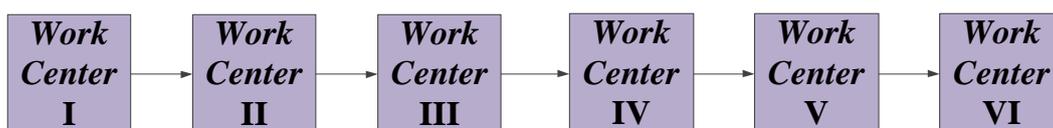
C = Waktu Siklus

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

$$= \sqrt{144 + 121 + 529 + 81 + 256 + 630436}$$

$$= 794,712$$

Dari hasil pengolahan data yang diperoleh dari metode *Helgeson* dan *Birnie* maka dapat digambarkan lintasan yang terbentuk seperti Gambar 1.



Gambar 1. Stasiun Kerja Menurut Metode *Helgeson* dan *Birnie* Dari keadaan diatas dapat dianalisis

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. X dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Precedence Diagram Lampu dibagi dalam 9 Region menurut urutan pengerjaan komponennya dengan jumlah elemen kerjanya adalah sebanyak 19 elemen kerja.
2. Waktu siklus yang digunakan pada perakitan Lampu dengan target pasar 1,5% adalah sebesar 1051 detik dengan jumlah 6 work center.
3. Jumlah work center pada perakitan Lampu dengan metode Hegelson dan Bernie adalah 6
4. Pada metode Hegelson dan Bernie, nilai Balance Delay dan Smoothing Index sebesar 12,89% dan 794,670.
5. Perbaikan lintasan menggunakan metode Moodie Helgeson Birnie dikarenakan metode tersebut lebih baik dari metode yang lain yaitu dengan 6 work center dan Smoothing Index yang paling kecil yaitu 794,670.

Referensi

- [1] Delice, Yılmaz. dkk. 2016. Stochastic Two-Sided U-Type Assembly Line Balancing: A Genetic Algorithm Approach. *International Journal of Production Research*.
- [2] Gaspersz, Vincent. 2005. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Sun.
- [3] Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- [4] Quyen, Nguyen Thi Phuong. dkk. 2016. Hybrid Genetic Algorithm to Solve Resource Constrained Assembly Line Balancing Problem in Footwear Manufacturing. *Springer Journal*.
- [5] Sitalaksana, Iftikar. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. ITB: Bandung
- [6] Wignjosebroto, Sritomo. 2000. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: Guna Widya.
- [7] 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), pp.57-64.
- [8] Prabowo, R., 2016. Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja yang Optimal pada Setiap Stasiun Kerja pada PT. HM. Sampoerna Tbk. *Jurnal IPTEK*, 20(2), pp.9-20.
- [9] Kumala, Y., 2017. *Perancangan Work center Plate Heat Exchanger Dengan Line Balancing Metode Helgeson Birnie dan Moodie Young* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [10] Ristumadin, L., 2016. Analisa Produktivitas dan Efisiensi Kerja Dengan Line Balancing Pada Area Lead Connection di PTA. *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 9(3), p.182916.