



PAPER – OPEN ACCESS

Assembly Line Production Planning Produk Ragum Menggunakan Metode Helgeson dan Birnie

Author : Adiba Aprilia Jasti dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v3i2.1005
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



Assembly Line Production Planning Produk Ragum Menggunakan Metode Helgeson dan Birnie

Adiba Aprilia Jasti^a, Musyafa Hawari Achmadi^b, Bigsanro Banjarnahor^c, Dedy Winter Andreas Sihotang^d, Ilmi Azzaroiny Adhawi^e

^{a,b,c,d,e,f}Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almamater, Indonesia

adibaapriajasti@gmail.com, musyaffahawari@gmail.com, bigsanro.marbun@gmail.com, dedyandreas12@gmail.com,

ilmiazzaroiny@gmail.com

Abstrak

Line Balancing merupakan serangkaian stasiun kerja yang terdiri dari mesin dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan produk. Lintasan perakitan atau *line balancing* terdiri atas sejumlah area kerja yang ditangani oleh seorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan menggunakan berbagai jenis alat. *Line balancing* memiliki tujuan untuk memperoleh kelancaran dalam arus produksi sehingga didapatkan tingginya utilitas pada tenaga kerja, peralatan, juga fasilitas yaitu dengan cara waktu kerja antar *work station* diseimbangkan, yang mana tiap elemen tugas pada kegiatan produk dilakukan pengelompokan ke dalam *work station* yang sudah ditentukan dan kemudian didapatkan keseimbangan. *Line balancing* bisa digunakan pada perakitan ragum. Proses perakitan ini berisi elemen-elemen kerja yang berbeda pada setiap stasiun kerjanya. Metode yang dalam penerapan *line balancing* ini yaitu *Itraight line*. Parameter performansi untuk mengukur metode tersebut ialah *idle time*, efisiensi, *balance delay* dan *smoothing index* yang dihasilkan.

Kata Kunci: *Line Balancing*, Stasiun Kerja, Helgeson dan Birnie, *WinQSB*

Abstract

Line Balancing is a series of work stations (machinery and equipment) used for manufacturing products. *Line Balancing* (assembly line) usually consists of a number of work areas that are handled by one or more operators and it is possible to be handled using a variety of tools. The purpose of *line balancing* is to obtain a smooth production flow in order to obtain high utility for facilities, labor, and equipment through work time balancing between work stations, where each task element in a product activity is grouped in such a way in several work stations that have been determined so that a balance is obtained. *Line balancing* can be used in Ragum assembly. This assembly process contains different work elements at each work station. The method used in the application of *line balancing* is the *Itraight line*. Performance parameters to measure the method are *Itra time*, efficiency, *balance delay* and *smoothing index* produced.

Keywords: *Line Balancing*, Work Station, Helgeson and Birnie, *WinQSB*

1. Pendahuluan

Production Line Balancing adalah rangkaian workstation yang terdiri dari mesin dan peralatan yang digunakan untuk membuat produk. Penyeimbangan lini produksi biasanya terdiri dari beberapa area kerja, yang ditangani oleh satu atau lebih operator, dan mungkin dengan peralatan. [1]

Tujuan keseimbangan lini produksi adalah untuk mendapatkan proses produksi yang stabil dengan menyeimbangkan waktu kerja antar workstation, sehingga diperoleh utilitas peralatan, tenaga kerja dan fasilitas yang lebih tinggi, dimana setiap elemen tugas dalam aktivitas produk dikelompokkan ke dalam *work station* yang telah ditentukan, lalu keseimbangan.

Menurut pendapat para ahli, terbagi menjadi dua bagian yaitu pendekatan analisis dan heuristic. Pendekatan analisis yang terdiri dari metode 0-1 dan metode Helgeson dan Birnie. Pendekatan heuristic terdiri dari metode Kilbridge dan Wester dan Metode Integer[2]

Line balancing bisa digunakan pada perakitan ragam. Proses perakitan ini berisi elemen-elemen kerja yang berbeda pada setiap stasiun kerjanya. Metode yang dipergunakan dalam penerapan *line balancing* ini yaitu *stright line*. Parameter performansi untuk mengukur metode tersebut ialah *idle time*, efisiensi, *balance delay* dan *smoothing index* yang dihasilkan.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Pengertian dan Tujuan Utama Line Balancing

Keseimbangan lini produksi adalah rangkaian stasiun kerja yang digunakan untuk memproduksi produk. Stasiun kerja terdiri dari beberapa area kerja yang ditangani oleh satu atau lebih operator, dan memungkinkan untuk menggunakan beberapa alat untuk pemrosesan. [1] Keseimbangan lini memiliki tujuan untuk:

- Menghindari terdapatnya *idle time* dari satu tingkat proses ke tingkat lainnya, yaitu mesin yang ada diefektikan.
- Menghindari terjadinya penumpukan material dalam beberapa proses yang tertentu, dan kemudian secara keseluruhan akan memperlancar proses produksi.[2]

2.2. Pengertian dan Istilah-Istilah Line Balancing

Ada beberapa istilah *line balancing* sebagai berikut:

- *Precedence Diagram* [3]
Precedence Diagram merupakan gambaran urutan operasi dan dependensi, atau diagram proses operasi dalam posisi horizontal, menghilangkan tanda centang dan melepaskan atribut lain kecuali atribut waktu dan tanda panah.
- *Idle Time* [4]
Idle time merupakan proses manufaktur yang tidak memenuhi jadwal yang telah ditentukan dan akan menyebabkan terjadinya *bottleneck* pada proses pembuatannya.
- *Balanced Delay* [5]
Balance delay menunjukkan persentase waktu idle pada lini, di mana semakin besar nilai *balance delay* menunjukkan lini yang semakin tidak efisien. Semakin besar nilai efisiensi lini keseimbangan, performansi lini semakin tinggi karena lini semakin seimbang.
- Efisiensi Stasiun Kerja [6]
Efisiensi stasiun kerja dapat dicapai dengan penentuan pembagian tugas pada tiap *work station* berdasarkan daftar elemen kerja dan besarnya *cycle time*/waktu siklus serta melakukan perbaikan pada pembagian tugas.
- *Line Efficiency* [7]
Line Efficiency ialah rasio total waktu *workstation* dengan *cycle time* dikalikan dengan jumlah *workstation*.
- *Work Station* [8]
Workstation adalah tempat stasiun kerja dalam melakukan proses perakitan.
- *Smoothness Index* [9]
Smoothness index adalah metode untuk mengukur tingkat waktu tunggu relatif dari jalur perakitan.

2.3. Pembagian Metode atau Teknik dalam Line Balancing

Metode dalam Teknik *Line Balancing* terbagi menjadi:

- Pendekatan analitis
 - Metode 0-1 (*zero-one*)
 - Metode Helgeson dan Birnie
- Pendekatan Heuristik
 - Metode *Kilbridge and Wester (Region Approach)*
 - Metode Integer ,berdasarkan formulasi problem *Line Balancing-U*. [1]

2.4. Zoning Constraint dalam Line Balancing [10]

Dua jenis kendala ini, yaitu zonasi positif dan zonasi negatif. Zonasi positif berarti beberapa tugas harus dilakukan ditugaskan ke stasiun yang sama sementara zonasi negatif menunjukkan bahwa beberapa tugas harus ditugaskan ke stasiun yang berbeda karena keselamatan, keterampilan dan peralatan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Menentukan Waktu Siklus

Waktu siklus dapat dihitung dari data perkiraan kausal volume penjualan ragam tahun 2020 yaitu 350.451 unit. Diasumsikan target jumlah produk yang diproduksi pada tahun 2020 adalah 0,75%, maka kapasitas produksi ragam pada tahun 2020 adalah 2629

Dengan hari kerja pada tahun 2020 adalah 255 hari dan diketahui dalam 1 hari terdapat 8 jam kerja sebanyak 2 shift kerja, maka kapasitas ragam per jam adalah 0,64 unit/jam dengan waktu siklus 5625 detik/unit.

3.2. Menentukan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Penentuan jumlah stasiun kerja minimum dapat dihitung dari waktu baku elemen kerja produksi ragam adalah 26173 detik, maka jumlah stasiun kerja minimum, sebanyak 5 buah

3.3. Menentukan 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.

3.4. Zoning Constraint

Pengelompokan didasarkan pada elemen kerja sejenis yang mempunyai sifat operasi yang sama.

Tabel 1. Zoning Constraint

Elemen Kerja	Keterangan
Elemen kerja 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,31,3 2,33,34,35,36,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,6 1,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,76,77,78	Karena merupakan elemen kerja pembuatan <i>part</i> ragam
Elemen kerja 29,30,37,38,49,50,62,63,64,75,79,80	Karena merupakan elemen kerja perakitan <i>part</i> ragam
Elemen kerja 81,82	Karena merupakan elemen kerja pengecatan ragam

3.5. Metode Line Balancing

3.5.1. Metode Helgeson dan Birnie

Dari data pembentukan stasiun dengan metode Helgeson dan Birnie dapat dihitung *Balance Delay*, dengan rumus:

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

Dimana: D = *Balance Delay*

S_m = Waktu maksimum pada lintasan

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

n = Jumlah stasiun kerja

$$D = \frac{(5 \times 5614) - (5614 + 5454 + 5457 + 5533 + 3128)}{5 \times 5614}$$

$$= 0,103 \times 100\%$$

$$= 10,3\%$$

Efisiensi dihitung dengan rumus:

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

Di mana: C = Waktu siklus

Maka

$$\text{Efisiensi} = \frac{25220}{5 \times 5625} = 89,67\%$$

Waktu kosong = 100 % - Efisiensi

$$= 100 \% - 89,67\%$$

$$= 10,33\%$$

Smoothing Index (SI) dihitung dengan rumus:

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

sehingga,

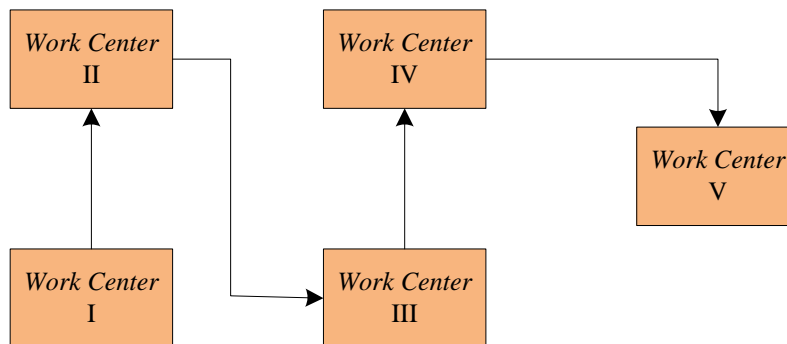
$$S_i = \sqrt{(5625-5614)^2 + (5625-5454)^2 + (5625-5457)^2 + (5625-5533)^2 + (5625-3128)^2}$$

$$S_i = \sqrt{(11)^2 + (171)^2 + (168)^2 + (92)^2 + (2497)^2}$$

$$S_i = \sqrt{6301059}$$

$$S_i = 2510,191$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Helgeson* dan *Birnie* dapat didapatkan gambaran dari lintasan yang terbentuk adalah:

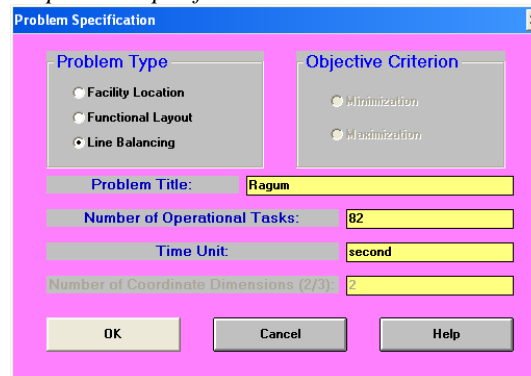


Gambar 1. Stasiun Kerja yang Terbentuk dengan Metode *Helgeson* dan *Birnie*

3.5.2. Menentukan Work Center dengan Software

Cara menentukan *work center* selain menggunakan metode *Helgeson* dan *Biernie*, *Moodie Young*, juga dilakukan dengan menggunakan *software WinQSB*. Langkah-langkah menentukan *work center* menggunakan *software WinQSB 2.0* adalah sebagai berikut:

1. Terlebih dahulu dilakukan penentuan *problem spesification*



Gambar 2. Penentuan *Problem Specification*

2. *Input* waktu tiap elemen kerja dan *immediate successor* tiap elemen kerja.

Task Number	Task Time in second	Task Isolated (Y/N)	Immediate Successor (task number separated by .)
1	240	No	3
2	900	No	4
3	285	No	5
4	285	No	6
5	240	No	7
6	240	No	8
7	240	No	9
8	240	No	10
9	300	No	11
10	300	No	12
11	300	No	13
12	300	No	14
13	900	No	15
14	900	No	29
15	60	No	17
16	240	No	18
17	120	No	19
18	120	No	20
19	300	No	21
20	300	No	22
21	300	No	23
22	300	No	24
23	180	No	25
24	180	No	26
25	180	No	27
26	180	No	28

Gambar 3. Input Data Waktu dan Immediate Successor

3. Lalu memilih *Solve and Analyze* lalu *Solve The Problem* untuk melakukan pemrosesan data, kemudian pilih metode yang digunakan lalu *input cycle time* dan *length* kemudian pilih OK.

Gambar 4. Input Metode, Cycle Time Serta Time Length

Kemudian didapatkan *Line Balancing Solution* sebagai berikut:

12-11-2019 02:16:21	Line Station	Number of Operators	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
	1	1	16	17	240	5395	95.73%
			18	19	120	5265	93.60%
			1	2	240	5025	89.33%
			20	21	300	4725	84.00%
			3	4	285	4440	78.93%
			22	23	300	4140	73.60%
			5	6	240	3900	69.33%
			24	25	180	3720	66.13%
			7	8	240	3480	61.87%
			26	27	180	3300	58.67%
			28	29	195	3105	55.20%
			9	10	300	2805	49.87%
			30	31	60	2745	48.80%
			2	3	900	1845	32.80%
			32	33	95	1750	31.11%
			11	12	300	1450	25.78%
			34	35	300	1150	20.44%
			13	14	900	250	4.44%
			36	37	171	79	1.40%
			38	39	60	19	0.34%
	2	1	40	41	120	5505	97.87%
			42	43	300	5205	92.53%
			4	5	285	4920	87.47%
			39	40	120	4800	85.33%

12-11-2019 02:16:21	Line Station	Number of Operators	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
			44	45	180	4620	82.13%
			41	42	300	4320	76.80%
			6	7	240	4080	72.53%
			46	47	426	3654	64.96%
			15	16	60	3594	63.89%
			17	18	120	3474	61.76%
			9	9	240	3234	57.49%
			43	44	1200	2034	36.16%
			19	20	300	1734	30.83%
			10	11	300	1434	25.49%
			48	49	183	1251	22.24%
			21	22	300	951	16.91%
			50	51	300	651	11.57%
			12	13	300	351	6.24%
			23	24	180	171	3.04%
			71	72	85	86	1.53%
	3	1	52	53	480	5145	91.47%
			25	26	180	4965	88.27%
			14	15	900	4065	72.27%
			31	32	214	3851	68.46%
			51	52	300	3551	63.13%
			27	28	720	2831	50.33%
			33	34	300	2531	45.00%
			45	46	180	2351	41.80%

12-11-2019 02:16:21	Line Station	Number of Operators	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
			54	55	180	2171	38.60%
			53	54	180	1991	35.40%
			47	48	720	1271	22.60%
			56	57	10	1261	22.42%
			58	59	300	961	17.08%
			95	96	720	241	4.28%
			29	30	195	46	0.82%
	4	1	35	36	470	5155	91.64%
			60	61	470	4685	83.29%
			37	38	171	4514	80.25%
			49	50	183	4331	77.00%
			62	63	122	4209	74.83%
			64	65	10	4199	74.65%
			66	67	894	3305	58.76%
			65	66	894	2411	42.86%
			68	69	85	2326	41.35%
			70	71	85	2241	39.84%
			72	73	1053	1188	21.12%
			67	68	85	1103	19.61%
			57	58	214	889	15.80%
			69	70	85	804	14.29%
			76	77	567	237	4.21%
			78	79	49	188	3.34%
	5	1	73	74	329	5296	94.15%
			59	60	300	4996	88.82%
			74	75	244	4752	84.48%
			75	76	10	4742	84.30%
			77	78	180	4562	81.10%
			61	62	122	4440	78.93%
			63	64	37	4403	78.28%
			79	80	37	4366	77.62%
			81	82	900	3466	61.62%
			80	81	900	2566	45.62%
			82	Task 82	0	2566	45.62%

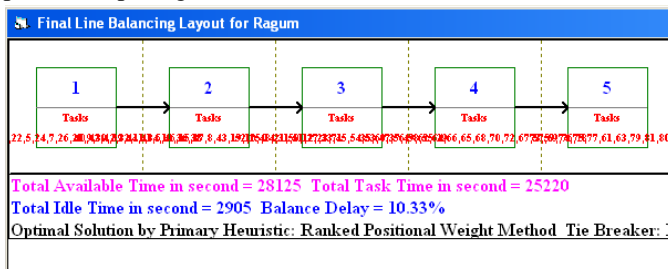
Gambar 5. Hasil Line Balancing Solution

Line Balancing Summary dapat dilihat pada gambar dibawah.

12-11-2019	Item	Result
1	Desired Cycle Time in second	5625
2	Number of Line Stations	5
3	Number of Required Operators	5
4	Total Available Time in second	28125
5	Total Task Time in second	25220
6	Total Idle Time in second	2905
7	Balance Delay (%)	10.33%
Optimal Solution has been obtained by		
Primary Heuristic: Ranked Positional Weight Method		
Tie Breaker: Random		

Gambar 6. Line Balancing Summary

Line Layout in Graph dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 7. Line Layout in Graph

Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan menggunakan *Software WinQSB* adalah sebagai berikut.

$$D = \frac{5 \times 5606 - (5606 + 5539 + 5579 + 5437 + 3059)}{5 \times 5606}$$

$$= 0,100 \times 100\%$$

$$= 1\%$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{(5606 + 5539 + 5579 + 5437 + 3059)}{5 \times 5625} \times 100\%$$

$$= 89,67\%$$

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

$$= 100\% - 89,67\%$$

$$= 10,33\%$$

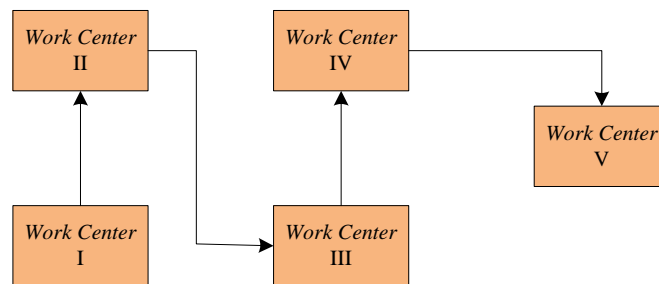
$$Si = \sqrt{(5625-5606)^2 + (5625-5539)^2 + (5625-5579)^2 + (5625-5437)^2 + (5625-3059)^2}$$

$$Si = \sqrt{(19)^2 + (86)^2 + (46)^2 + (188)^2 + (2566)^2}$$

$$Si = \sqrt{6629573}$$

$$Si = 2574,796$$

Melalui perhitungan dengan menggunakan *Moodie-Young* maka didapatkan gambaran lintasan yang terbentuk yaitu pada Gambar 8.

Gambar 8. Stasiun Kerja Menurut *Software WinQSB*

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari modul *Line Balancing* yaitu sebagai berikut:

- Metode *constrain* menyusun stasiun kerja yang mana jika gagal melewati elemen kerja sebelumnya, sesuai dengan workstation yang diperlukan yang ditunjukkan dalam *precedence diagram*.
- Waktu siklus yang didapatkan yaitu 5625 detik dengan jumlah stasiun minimum sebanyak 5 *work center*.
- Penentuan *work center* secara manual dilakukan dengan menggunakan metode *constraint*, metode *Helgeson and Birnie* dan menggunakan *software WinQSB*.
- Aturan *Helgeson* dan *Birnie* membagi elemen kerja ke dalam 5 *work center* dengan *balance delay* sebesar 10,3% dan *smoothing index* sebesar 2510,191. Penentuan *work center* dengan menggunakan *software WinQSB* menghasilkan *balance delay* sebesar 10,2% dan *smoothing index* sebesar 2574,796.

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Fudianto, Dupi dan Misbach Munir. (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)
- [3] Herdiani, Leni dan Rico Syafarudin Nurcahyo. (2018). "Line Balancing untuk Tercapainya Efisiensi Kerja Optimal pada Stasiun Kerja". *Jurnal Tiarsie*, 15 (2), 49-54
- [4] Widiatmoko, Wawan dkk. (2013). "Studi Implementasi Lean Six Sigma Dengan Pendekatan Value Stream Mapping Untuk Mereduksi Idle Time Material Pada Gudang Pelat Dan Profil". *Jurnal Teknik ITS*, 2 (1), G127-G132
- [5] Fatmawati, Renny, Moses Laksono Singgih. (2019). "Evaluasi dan Peningkatan Performansi Lini Perakitan Speaker dengan Menggunakan Ekonomi Gerakan dan Line Balancing. *Jurnal Teknik ITS*", 8 (1), F35-F40

- [6] 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), 9-20
- [7] Azwir, Hery dkk. (2017). "Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X". *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, **6** (1), 57-64
- [8] Putri, Laras Shinta Cahya, dkk. (2018). "Perancangan Line Balancing untuk Meminimasi Waste Waiting pada Proses Produksi Modul Surya 260WP PT XYZ dengan Pendekatan Lean Manufacturing". *eProceedings of Engineering*, **5** (2)
- [9] Rochman, Didit Damur, Wiring Respati Caparina. (2017). "Analisis Line Balancing pada Lini Perakitan Handle Switch di PT X". *Seminar Nasional Akuntansi dan Bisnis (SNAB)*
- [10] Li, Dashuang, dkk. (2014). "A Multi-Objective TLBO Algorithm for Balancing Two-Sided Assembly Line with Multiple Constraints". *Journal of Intelligent Manufacturing*, **27** (4), 725-739