



PAPER – OPEN ACCESS

Line Balancing Operasi Pembuatan Ragum Pada Stasiun Kerja Menggunakan Metode Moodie-Young

Author : Reinhard Hutabarat dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v3i2.975
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



Line Balancing Operasi Pembuatan Ragum Pada Stasiun Kerja Menggunakan Metode *Moodie-Young*

Reinhard Hutabarat¹, Gilbert Gultom², Deborah Simatupang³, Agnes Purba⁴, Fani Ade⁵

^{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

¹reinhardjh@gmail.com, ²gilbertgultom21@gmail.com, ³simatupangaudrey99@gmail.com, ⁴agnespurba29@gmail.com, ⁵faniade007@gmail.com

Abstrak

Line balancing adalah sejumlah stasiun kerja yang digunakan dalam pembuatan produk ragum. *Line balancing* terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani oleh operator dan kemungkinan ditangani dengan menggunakan berbagai macam alat. Tujuan utama *Line balancing* adalah untuk membentuk dan menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada setiap stasiun kerja. Jika tidak dilakukan keseimbangan, maka akan mengakibatkan ketidakefisienan kerja di beberapa stasiun kerja dan memiliki beban kerja yang tidak seimbang. Maka digunakan metode *Moodie-Young* dalam mengatasi ketidakefisienan di beberapa stasiun kerja. Pada operasi stasiun kerja ini, menggunakan penyesuaian lintasan dengan metode *Moodie-Young* yang terbagi atas dua fase yaitu fase I dan fase II. Fase I, pekerjaan ditempatkan pada stasiun kerja yang berurutan dalam lini perakitan. Apabila dua elemen pengerjaan cukup untuk ditempatkan di stasiun, salah satu yang mempunyai waktu yang lebih besar ditempatkan pertama. Fase II digunakan untuk mendistribusikan waktu menganggur (*idle*) secara merata untuk tiap stasiun melalui mekanisme jual dan transfer elemen antar stasiun. Pembentukan stasiun kerja dengan metode *Moodie-Young* yang terpilih adalah menggunakan metode pada fase II karena memiliki *smoothing index* dan *balance delay* terkecil. Hasil perhitungan efisiensi sebesar 95,50%. Metode ini juga menghasilkan *balance delay* sebesar 4,40%, waktu kosong sebesar 4,50%, dan *smoothing index* sebesar 723,24.

Kata Kunci: *Line balancing*, Metode *Helgeson* dan *Birnie*, *Moodie-Young Method*

Abstract

Line balancing is a number of workstations used in the manufacture of Ragum products. *Line balancing* consists of a number of working areas called workstations handled by the operator and possibly handled using a wide range of tools. The main purpose of *Line balancing* is to form and balance the workloads allocated on each workstation. If balance is not done, it will result in work inefficiencies at some workstation and have an unbalanced workload. The *Moodie-Young* method used to overcome inefficiencies in several workstations. In the operation of this workstation, using the path adjustment with the *Moodie-Young* method is divided into two phases i.e. phase I and Phase II. Phase I, the work is placed on successive workstations in the assembly line. When two working elements are enough to be placed in the station, one that has a greater time is placed first. Phase II is used to distribute idle time evenly for each station through the mechanism of selling and transferring elements between stations. The establishment of a working station with the selected *Moodie-Young* method is to use methods in phase II because it has a *smoothing index* and the smallest *balance delay*. The result of efficiency calculation is 95.50%. This method also generates a *balance delay* of 4.40%, a blank time of 4.50%, and a *smoothing index* of 723.24.

Keywords: *Line balancing*, *Helgeson* and *Birnie Method*, *Moodie-Young Method*

1. Pendahuluan

Persaingan di bidang industri saat ini semakin bersaing dengan ketat, menuntut perusahaan untuk meningkatkan performansi proses produksi yang dilakukan. Performansi proses produksi dilihat dari efisiensi yang dihasilkan. Proses produksi yang efisien memberikan keunggulan tersendiri pada perusahaan dibandingkan dengan pesaingnya. Perusahaan harus mampu untuk menyesuaikan tingkat kebutuhan konsumen terhadap kapasitas produksi yang tersedia untuk dapat menghasilkan tingkat produksi yang optimum [1].

Keseimbangan lintasan berkesinambungan dengan bagaimana operasi pada stasiun kerja dapat dioptimalkan melalui penyeimbangan kegiatan yang ditugaskan selama stasiun kerja berjalan. Waktu untuk menyelesaikan elemen pekerjaan itu ditentukan oleh kecepatan lintasan produksi [2].

Ragum adalah alat penjepit untuk menjepit benda kerja yang akan dikikir, dipahat, dan lain lain. Dengan adanya ragum, suatu benda yang akan dikikir, dipahat, dan lain-lain bisa dijepit, sehingga proses pengerjaan lebih mudah untuk dilakukan. *Line balancing* adalah sejumlah stasiun yang digunakan dalam pembuatan suatu produk. *Line balancing* terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani oleh operator yang ditangani dengan menggunakan berbagai macam alat [3]. Menurut Gaspersz, *Line balancing* merupakan penyeimbangan penugasan dari suatu assembly line ke *work station* untuk meminimumkan banyaknya *work station* dan meminimumkan idle time pada semua stasiun kerja untuk tingkat output tertentu [4]. Strategi penting dalam penyeimbangan lintasan adalah pertukaran elemen kerja sehingga operator yang memiliki waktu menganggur harus betukar dengan pekerja yang lainnya agar efisiensi lintasan bisa meningkat [5].

Tujuan utama *Line balancing* adalah untuk membentuk dan menyeimbangkan beban kerja yang ada pada setiap stasiun kerja dalam proses produksi. Jika tidak dilakukan keseimbangan, maka akan mengakibatkan ketidakefisienan kerja di beberapa stasiun kerja dan memiliki beban kerja yang tidak seimbang. *Line balancing* memiliki tujuan untuk menyeimbangkan beban kerja antara setiap stasiun kerja yang ada sehingga meningkatkan efisiensi serta efektifitas pada lintasan produksi [6]. Tujuan akhir *Line balancing* adalah memaksimalkan kecepatan di setiap stasiun kerja sehingga tercapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja [7].

Metode *Heuristic* dari *Moodie* dan *Young (MY)* dapat memberikan hasil yang bagus tetapi tidak menjamin untuk memberikan hasil yang optimum. Metode ini menetapkan test dalam pengambilan keputusan apakah hasil optimum telah diproduksi dan dalam hal ini jarang menghasilkan sebuah hasil yang kurang dari optimum [8].

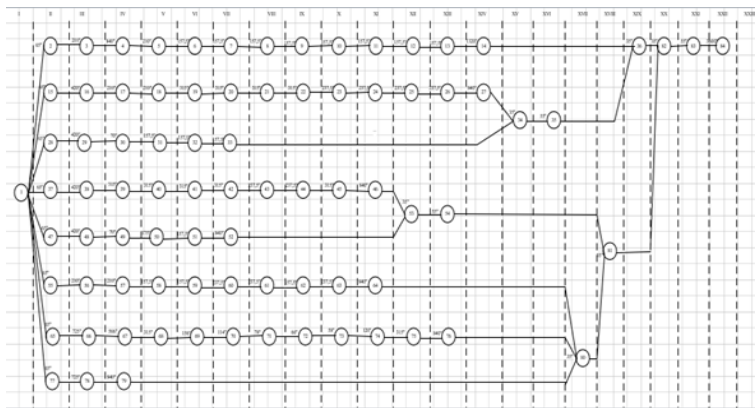
Masalah *Line balancing* telah memberikan perhatian yang besar melebihi assembly line seperti biasanya. Beberapa teknik menghasilkan solusi yang tepat untuk asumsi-asumsi yang telah diberikan. Teknik lain dirancang untuk menghasilkan perkiraan solusi berdasarkan pertimbangan yang praktis. Yang terutama adalah tidak harus memperoleh keseimbangan yang sempurna, tetapi untuk mendapatkan tata letak dan aliran yang optimal sehubungan dengan operasi produksi lainnya. Permasalahan yang penting dalam penyeimbangan lintasan yaitu menyeimbangkan stasiun kerja (*work station*) dan menjaga kelangsungan produksi dalam lini perakitan [9].

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil perhitungan *balance delay*, efisiensi, dan *smoothing index* yang terkecil dengan menggunakan metode *Heuristic Moodie-Young* atau menggunakan Software *WinQSB 2.0*.

3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini disusun untuk melihat hasil perbandingan dari data yang menggunakan metode *Moodie-Young* dengan data yang menggunakan *software WinQSB 2.0*. Data yang dikumpulkan adalah data hasil observasi, pengukuran waktu, perhitungan *forecasting* dan data dari Laboratorium Sistem Produksi. Data yang dibutuhkan dalam memecahkan permasalahan meliputi data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung mencakup data waktu siklus proses operasi, keadaan lintasan produksi, diagram aliran proses, peta proses operasi, dan kondisi lingkungan kerja. Data sekunder diperoleh dari data perusahaan, yaitu data dari Laboratorium Sistem Produksi [10]. Pengolahan data dimulai dengan identifikasi batasan yang ada pada *Line balancing*. Umumnya batasan pada *Line balancing* berupa waktu siklus dan aturan aktivitas pendahulu. Aktivitas pendahulu digambarkan dengan precedence diagram sesuai urutan operasi proses produksi pembuatan ragum. *Precedence Diagram* dari proses pembuatan ragum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Precedence Diagram* Pembuatan Ragum

Pada pengolahan data proses pembuatan ragum ini, ada beberapa tahap yang harus dilalui, yaitu : tahap perhitungan matriks P, tahap perhitungan matriks F, pengelompokan elemen kerja fase I, perhitungan *balance delay*, efisiensi, waktu kosong, dan *smoothing index* fase I, pengelompokan elemen kerja fase II, perhitungan *balance delay*, efisiensi, waktu kosong, dan *smoothing index* fase II, perhitungan menggunakan *software WinQSB 2.0*. Selesai tahap ini, barulah dibandingkan manakah hasil dari *balance delay*, efisiensi, waktu kosong, dan *smoothing index* yang terkecil, sehingga dalam proses pembuatan ragum digunakan perhitungan dengan hasil yang terkecil untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang tinggi.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Matriks F

Setelah masing-masing elemen ditempatkan, ketersediaan elemen dipertimbangkan untuk tujuan pengurangan nilai waktu untuk penugasan selanjutnya. Sebagai pemisalan, matriks P menunjukkan pengerjaan pendahulu masing-masing elemen dan matriks F pengerjaan pengikut untuk tiap elemen. Berikut ini adalah Matriks P:

Tabel 1. Matriks P (Lanjutan)

Elemen Kerja		Predecessor										
73	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	54	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	36	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2. Matriks F

Matriks F pengerjaan pengikut untuk tiap elemen. Berikut ini adalah Matriks P:

Tabel 2. Matriks F

Elemen Kerja	Successor	Elemen Kerja	Successor	Elemen Kerja	Successor
1	2,16,28,37,47,55,65	35	36	69	70
2	3	36	82	70	71
3	4	37	38	71	72
4	5	38	39	72	73
5	6	39	40	73	74
6	7	40	41	74	75
7	8	41	42	75	76
8	9	42	43	76	77
9	10	43	44	77	78
10	11	44	45	78	79
11	12	45	46	79	80
12	13	46	53	80	81
13	14	47	48	81	82
14	15	48	49	82	83
15	36	49	50	83	84
16	17	50	51	84	85
17	18	51	52	85	0
18	19	52	53		
19	20	53	54		
20	21	54	81		
21	22	55	56		
22	23	56	57		
23	24	57	58		
24	25	58	59		

Tabel 2. Matriks F (Lanjutan)

Elemen Kerja	Successor	Elemen Kerja	Successor	Elemen Kerja
25	26	59	60	
26	27	60	61	
27	34	61	62	
28	29	62	63	
29	30	63	64	
30	31	64	80	
31	32	65	66	
32	33	66	67	
33	34	67	68	
34	35	68	69	

4.3. Perhitungan Moodie-Young Fase I

Selanjutnya dilakukan pengelompokan elemen kerja fase I. Pengelompokan elemen kerja fase I dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Pengelompokan Elemen Kerja Fase I

Work Center	Elemen	Waktu	Pengurangan	Jumlah
	2	67	5647	
	3	217	5430	
	4	867	4563	
	5	217	4346	
	6	162	4184	
	7	162	4022	
	8	162	3860	
	9	162	3698	
	10	162	3536	
I	11	162	3374	5610
	12	162	3212	
	13	162	3050	
	14	1362	1688	
	15	67	1621	
	16	433	1188	
	17	217	971	
	18	217	754	
	19	325	429	
	20	325	104	
	21	325	-221	
	21	325	5389	
	22	325	5064	
	23	245	4819	
	24	245	4574	
	25	245	4329	
	26	245	4084	
	27	867	3217	

Tabel 3. Pengelompokan Elemen Kerja Fase I (Lanjutan)

<i>Work Center</i>	Elemen	Waktu	Pengurangan	Jumlah
II	37	67	3150	5679
	38	433	2717	
	39	325	2392	
	40	325	2067	
	41	325	1742	
	65	67	1675	
	66	748	927	
	42	325	602	
	47	67	535	
	28	67	468	
	48	433	35	
	29	433	-398	
	29	433	5281	
	43	245	5036	
	55	67	4969	
	77	67	4902	
	56	217	4685	
	78	748	3937	
	44	245	3692	
	67	584	3108	
57	217	2891		
III	49	72	2819	5150
	30	72	2747	
	50	181	2566	
	31	162	2404	
	45	325	2079	
	58	162	1917	
	32	162	1755	
	51	162	1593	
	59	162	1431	
	33	867	564	
	46	867	-303	
	46	867	4847	
	52	867	3980	
	68	325	3655	

Tabel 3. Pengelompokan Elemen Kerja Fase I (Lanjutan)

Work Center	Elemen	Waktu	Pengurangan	Jumlah
IV	79	867	2788	
	60	245	2543	
	61	245	2298	
	69	161	2137	
	70	118	2019	
	62	162	1857	
	71	80	1777	
	72	68	1709	
	63	245	1464	
	73	60	1404	5559
	74	124	1280	
	34	36	1244	
	53	36	1208	
	35	57	1151	
	54	57	1094	
	80	36	1058	
	36	36	1022	
64	867	155		
75	325	-170		
V	75	325	5389	
	81	36	5353	
	82	36	5317	5035
	83	57	5260	
	84	3714	1546	
	76	867	679	

Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode *Moodie-Young* Fase 1 adalah :

a. *Balance delay*

$$D = \frac{n \cdot \text{Sm} - \sum Si}{n \cdot \text{Sm}} \times 100\% = \frac{5 \times 5714 - (5610+5679+5150+5559+5035)}{5 \times 5714} = 0,053 \times 100\% = 5,30 \%$$

b. Efisiensi

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n \cdot C} \times 100\% = \frac{5610+5679+5150+5559+5035}{5 \times 5714} \times 100\% = 94,60 \%$$

c. *Smoothing index*

$$\text{Smoothing index} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - Si)^2} = \sqrt{10816+1225+318096+24025+461041} = 902,88$$

4.4. Perhitungan *Moodie-Young* Fase II

Fase 2 digunakan untuk mendistribusikan waktu menganggur (*idle*) secara merata (sama) untuk tiap-tiap stasiun melalui mekanisme jual dan transfer elemen antar stasiun.

Perpindahan elemen pada Tabel 4.
$$\text{Goal} = \frac{\text{Waktu WC terbesar} - \text{Waktu WC terkecil}}{2} = \frac{5714 - 36}{2} = 2839$$
 kerja dari fase 1 ke fase 2 dirincikan

Tabel 4. Perpindahan Elemen Kerja

Elemen Kerja	WC Sebelum	WC Sesudah	Waktu Elemen Kerja
75	V	IV	124
81	V	IV	36
82	V	IV	57
83	V	IV	36
84	V	IV	57
76	V	IV	325

Selanjutnya dilakukan pengelompokan elemen kerja fase II. Setelah dikelompokkan, maka dihitung parameter performansi keseimbangan lintasan :

a. *Balance delay*

$$D = \frac{n \cdot S_m - \sum Si}{n \cdot S_m} \times 100\% = \frac{5 \times 5714 - (5610+5679+5150+5559+5303)}{5 \times 5714} = 0,044 \times 100\% = 4,40 \%$$

b. Efisiensi

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n \cdot C} \times 100\% = \frac{5610+5679+5150+5559+5303}{5 \times 5714} \times 100\% = 95,50 \%$$

c. *Smoothing index (SI)*

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - Si)^2} = \sqrt{10816+1225+318096+24025+168921} = 723,24$$

4.5. Perhitungan dengan *Software WinQSB 2.0.*

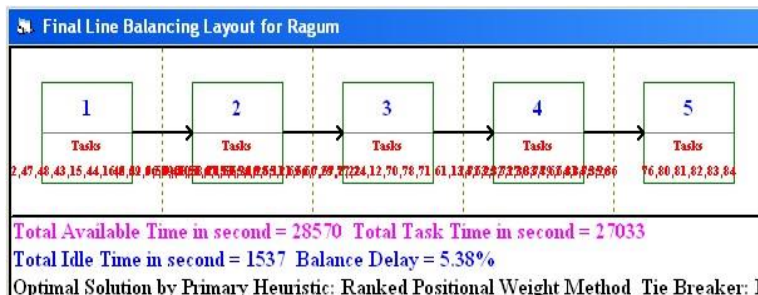
Dilakukan perhitungan dengan *software WinQSB 2.0.* untuk melihat hasil dari *balance delay*, efisiensi, dan *smoothing index* yang lebih baik. Berikut adalah hasil perhitungan dengan menggunakan *software WinQSB 2.0.*

12/07/2019 15:10:41	Line Station	Number of Operators Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Assigned
1	1	1	Task 1	0	5714	100.00%
2			Task 37	67	5647	98.83%
3			Task 38	433	5214	91.25%
4			Task 39	325	4989	85.58%
5			Task 40	325	4564	79.87%
6			Task 41	325	4239	74.19%
7			Task 42	325	3914	68.50%
8			Task 47	67	3847	67.33%
9			Task 48	433	3414	59.75%
10			Task 43	245	3169	55.46%
11			Task 15	67	3102	54.29%
12			Task 44	245	2857	50.00%
13			Task 16	433	2424	42.42%
14			Task 2	67	2357	41.25%
15			Task 43	72	2285	39.99%
16			Task 3	217	2068	36.19%
17			Task 50	181	1887	33.02%
18			Task 45	325	1562	27.34%
19			Task 51	162	1400	24.50%
20			Task 4	867	533	9.33%
21			Task 17	217	316	5.53%
22			Task 65	67	249	4.36%
23			Task 18	217	32	0.56%
24			Task 46	867	4947	84.93%
25	2	1	Task 52	867	3980	69.65%

12-07-2019	Item	Result
1	Desired Cycle Time in second	5714
2	Number of Line Stations	5
3	Number of Required Operators	5
4	Total Available Time in second	28570
5	Total Task Time in second	27033
6	Total Idle Time in second	1537
7	Balance Delay (%)	5.38%
Optimal Solution has been obtained by		
Primary Heuristic: Ranked Positional Weight Method		
Tie Breaker: Random		

(a) (b)
Gambar 2. Hasil *Line balancing*, (a) *Solution*, (b) *Summary*

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan *software WinQSB 2.0.*, dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3. *Line Layout in Graph*

4.6. Perbandingan Metode *Moodie-Young* dan *Software WinQSB 2.0.*

Berikut ini dapat dilihat hasil perbandingan menggunakan metode *Moodie-Young* dan *Software WinQSB 2.0.*

Tabel 5. Perpindahan Elemen Kerja

Metode	Balance delay	Efisiensi	Smoothing index
Helgeson Birnie	4,5%	94,0%	902,88
Moodie Young 1	5,3 %	94,6%	902,88
Moodie Young 2	4,4%	95,5%	723,24
Software WinQSB	53,8%	94,6%	1039,61

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa metode *Moodie-Young fase II* menang karena memiliki hasil yang lebih rendah untuk *balance delay*, tinggi dalam tingkat efisiensi, dan rendah nilai *smoothing indexnya* dibandingkan dengan menggunakan metode lainnya.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari *Line balancing* Operasi Pembuatan Ragum Pada Stasiun Kerja Menggunakan Metode *Moodie-Young* adalah :

1. Dalam perhitungan metode *Moodie-Young* menggunakan 5 stasiun kerja
2. Hasil dari perhitungan metode *Moodie-Young* fase I adalah *balance delay* = 5,30%, efisiensi = 94,60%, *smoothing index* = 902,88.s
3. Hasil dari perhitungan metode *Moodie-Young* fase II adalah *balance delay* = 4,40%, efisiensi = 95,50%, *smoothing index* = 723,34.
4. Hasil dari perhitungan metode *Moodie-Young* menggunakan *software WinQSB 2.0*. adalah *balance delay* = 53,80%, efisiensi = 94,60%, *smoothing index* = 1039,61.
5. Dari hasil pengolahan, yang terpilih adalah menggunakan metode *Moodie-Young* fase II yang memiliki hasil *balance delay* = 4,40%, efisiensi = 95,50%, *smoothing index* = 723,34.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Sistem Produksi dan Asisten Laboratorium Sistem Produksi yang telah membantu dan mendukung kami dalam penyelesaian penelitian ini. Dan ucapan terima kasih dan rasa hormat saya kepada ibu Ir. Rosnani Ginting, MT, P.hD yang telah membimbing peneliti hingga penelitian ini selesai.

Referensi

- [1] Fatmawati, R dan Singgih, M L (2019) "Evaluasi dan Peningkatan Performansi Lini Perakitan *Speaker* dengan Menggunakan Ekonomi Gerakan dan *Line balancing*." **8**(1) ISSN: 2337-3539
- [2] Panudju, A T, Panulisan, B S, 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." **5**(2) ISSN: 2355-2085
- [3] Carbone, G and Ceccarelli, M (2008) "Design of LARM Hand: Problems and Solutions." *Control Engineering and Applied Informatics* **10**(2): 39-46
- [4] Gasperz, V (2004) "*Production Planning And Inventory Control*." (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama)
- [5] Niebel, B W (1998) "Motion and Time Study." *eight edition* (USA : Richard D Irwin, Inc)
- [6] Dharmayanti, I dan Marliansyah, H (2019) "Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode *Line balancing*." **3**(1)
- [7] Kusuma, H (2001) "Perencanaan dan Pengendalian Produksi." (Yogyakarta : Andi)
- [8] Hick, P E (1994) "Industrial Engineering and Management : A New Perspective." *Second edition* (New York : Mc GrawHill, Inc)
- [9] Baroto, T (2002) "Perencanaan dan Pengendalian Produksi." (Jakarta: Ghalia Indonesia)
- [10] Casban., Kusumah L H (2017) " Analisis Keseimbangan Lintasan Untuk Menciptakan Proses Produksi *Pump Packaging Systems* yang Efisien di PT. Bumi Cahaya Unggul.", ISSN: 2407-1846