



## ANALISA KESEIMBANGAN LINTASAN DAN PENATAAN ULANG ELEMEN KERJA PERAKITAN MOTOR UNIT DI PT. FMS

### LINE BALANCE ANALYSIS AND REARRANGEMENT OF MOTOR UNIT ASSEMBLY WORK ELEMENTS AT PT. FMS

Indra Lesmana dan Enty Nur Hayati

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Industri, Universitas STIKUBANK Semarang

Jl. Tri Lomba Juang 1 Semarang

email: [indraqq@gmail.com](mailto:indraqq@gmail.com)\*, [entynur74@gmail.com](mailto:entynur74@gmail.com)

**Received:**  
12 Okt 2023

**Accepted:**  
11 Nov 2023

**Published:**  
01 Des 2023

#### Abstrak

Salah satu aspek untuk meningkatkan keuntungan perusahaan manufaktur adalah memperluas produktivitas pada lini produksinya. Salah satu caranya adalah dengan menyeimbangkan lini untuk menghasilkan kinerja terbaik pada lini produksi. PT. FMS dalam memproduksi Motor Unit sejak Juni 2021 mengalami peningkatan produksi setiap bulannya namun kinerja lini masih belum optimal dengan efisiensi lini produksi sebesar 65,5% dan *balance delay* sebesar 31,5%. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keseimbangan lini produksi Unit Motor. Metode yang digunakan adalah metode *Moodie Young* (MY) dan *Largest Candidate Rules* (LCR). Hasil penelitian dengan menggunakan kedua metode didapatkan bahwa dengan menggunakan metode *Moodie Young* (MY) kinerja lini produksi lebih baik yaitu efisiensi lini meningkat dari 65,5% menjadi 91,3%, *balance delay* (BD) menurun dari 31,5% menjadi 8,7%, *smoothes index* (SI) menjadi lebih baik dari 19,6 menjadi 8,7 dengan jumlah operator produksi dari 8 menjadi 6 orang dengan jumlah produksi yang sama dalam sehari.

**Kata Kunci:** Efisiensi, Keseimbangan, Metode *Moodie Young*, Metode *Largest Candidate Rules*

#### Abstract

*One aspect of increasing the profits of a manufacturing company is expanding productivity on its production line. One way is to balance the line to produce the best performance on the production line. PT. FMS in producing Motor Units since June 2021 has experienced an increase in production every month but line performance is still not optimal with a production line efficiency of 65.5% and a balance delay of 31.5%. This study aims to improve the balance of the Motor Unit production line. The method used is the Moodie Young (MY) and Largest Candidate Rules (LCR) methods. The results of the study using both methods found that using the Moodie Young (MY) method the performance of the production line was better, namely, line efficiency increased from 65.5% to 91.3%, balance delay (BD) decreased from 31.5% to 8.7%, the smoothes index (SI) got better from 19.6 to 8.7 with the number of production operators from 8 to 6 people with the same amount of production in a day.*

**Keywords:** Efficiency, balance, Moodie Young Methode, Largest Candidate Rules Methode

**How to cite:** Lesmana, I., & Hayati, E.N. (2023). Analisa Keseimbangan Lintasan dan Penataan Ulang Elemen Kerja Perakitan Motor Unit di PT. FMS. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management (JIEOM)*, 6(2), 188-197.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31602/jieom.v6i2.12086>

## PENDAHULUAN

Di era persaingan industri, perusahaan harus mampu meningkatkan performa untuk dapat bersaing dengan perusahaan lain dengan memanfaatkan sumber daya yang efisien agar dapat meningkatkan produktifitas. Untuk itu, diperlukan pengaturan sistem produksi yang tepat karena pengaturan sistem produksi pada perusahaan berbasis manufaktur merupakan hal yang sangat penting. Berdasarkan karakteristik permintaan produk yang dihasilkan ada dua pendekatan yang bisa dilakukan yaitu untuk karakteristik permintaan produk yang beragam dan permintaan rendah, pendekatan yang dilakukan adalah dengan pengaturan jadwal produksi. Sedangkan untuk karakteristik permintaan produk yang seragam dan permintaan yang tinggi, maka pendekatan yang dilakukan adalah dengan keseimbangan lintasan produksi (Djunaidi & Angga, 2017).

Proses keseimbangan lintasan bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu tiap stasiun kerja dan meminimalkan balance delay untuk itu proses keseimbangan lintasan merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan produksi. Lintasan produksi yang tidak seimbang dapat dilihat dari gejala menganggurnya beberapa operator atau peralatan di satu stasiun kerja dan sibuknya operator atau peralatan di stasiun kerja lain (Ekoanindiyo & Helmy, 2017).

Hal yang dapat di capai dalam perencanaan keseimbangan lintasan adalah menekan waktu menganggur dari suatu lintasan produksi seminimal mungkin dengan mendistribusikan unit-unit kerja atau elemen-elemen kerja pada setiap stasiun kerja sehingga pemanfaatan peralatan dan operator dapat digunakan semaksimal mungkin (Baroto, 2001).

PT. FMS merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi *Vending Machine* dan juga memproduksi *Vending Mech* yang merupakan komponen/part untuk *Vending Machine*. Tingginya permintaan untuk memproduksi *Vending Mech*, menyebabkan import part Motor Unit yang diperlukan dalam memproduksi *Vending Mech* mengalami peningkatkan sehingga memerlukan waktu dan biaya untuk pengadaannya. Untuk menekan waktu dan biaya import, perusahaan memutuskan untuk memproduksi sendiri part Motor Unit.

Meskipun Motor Unit sudah diproduksi di internal sendiri, kenyataannya masih belum dapat bersaing dalam memenuhi permintaan yang meningkat. Kemampuan produksi masih belum optimal, operator yang menganggur dan penumpukan produk setengah jadi pada stasiun kerja tertentu menjadi penyebab yang paling mendominasi dalam lini perakitan Motor Unit.

Solusi yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan dalam perakitan Motor Unit adalah merancang lintasan produksi Motor Unit yang seimbang antara stasiun kerja yang satu dengan yang lainnya agar tidak terjadi waktu menunggu operator dan penumpukan produk setengah jadi pada stasiun kerja tertentu, dengan melakukan analisa keseimbangan lintasan dan pengaturan kembali elemen kerja perakitan Motor Unit di PT. FMS.

## METODE PENELITIAN

Yang menjadi objek pada penelitian adalah Keseimbangan Lintasan pada proses perakitan Motor Unit di PT. Fuji Metec Semarang dengan metode pengumpulan data

untuk penelitian ini antara lain melakukan observasi lapangan, melakukan wawancara terhadap pimpinan bagian kerja terkait, tinjauan pustaka dari berbagai literatur seperti jurnal penelitian, buku, maupun sumber lain yang dapat dipertanggungjawabkan untuk menggali informasi mengenai metode yang dapat digunakan untuk penelitian.

Metode perancangan keseimbangan lintasan pada penelitian ini adalah menggunakan 2 metode yaitu metode *Moodie Young* (MY) dan metode *Largest Candidate Rules* (LCR).

### Metode *Moodie Young* (MY)

Menurut (Elsayed & Boucher, 1994), terdapat dua fase dalam iterasi *Moodie Young* antara lain:

1. Fase pertama pada elemen kerja ditugaskan ke stasiun kerja secara berurutan pada assembly line dengan aturan kandidat terbesar (*largest-candidate*). Aturan *largest-candidate* terdiri atas penugasan elemen-elemen yang memungkinkan (tidak ada larangan *precedences*) dengan urutan menurun. Dengan kata lain jika dua elemen memungkinkan untuk penugasan pada satu stasiun, elemen yang memiliki waktu lebih besar ditugaskan terlebih dahulu. Setelah tiap elemen ditugaskan, elemen-elemen yang memungkinkan dipertimbangkan dalam urutan waktu yang menurun dalam penugasan selanjutnya. Menggunakan matriks P (untuk mengindikasikan elemen kerja pendahulu) dan matriks F (mengindikasikan elemen kerja yang mengikuti) sebagai prosedur penugasan.
2. Fase kedua dilakukan dengan cara mendistribusikan waktu mengganggu secara merata pada semua stasiun melalui mekanisme jual dan transfer dari elemen-elemen antar stasiun (mematuhi batasan-batasan *precedence*). Tahapan yang harus dilakukan pada fase kedua ini adalah:
  - a. Menentukan waktu stasiun kerja terbesar dan terkecil dari *balance* pada fase satu
  - b. Menentukan *GOAL* dengan rumus:
 
$$GOAL = \frac{ST_{max} - ST_{min}}{2}$$
  - c. Mengelompokkan semua elemen tunggal pada *STmax*, yang mempunyai waktu lebih kecil dari *GOAL* dan tidak melanggar *precedence* diagram jika ditransfer ke *STmin*.
  - d. Menentukan semua *trade* yang memungkinkan dari *STmax* untuk elemen tunggal dari *STmin* sehingga reduksi di *STmax* dan *subsequent gain* dalam *STmin* bernilai kurang dari 2 kali *GOAL*.
  - e. Memindahkan *trade* atau transfer terindikasi oleh kandidat dengan perbedaan absolut terkecil antar dirinya dengan *GOAL*.
  - f. Jika tidak ada *trade* atau transfer yang memungkinkan antara stasiun terbesar dan stasiun terkecil, coba *trade* dan transfer antara stasiun terperingkat dengan urutan berikut: dengan N (N ke- stasiun terperingkat yang memiliki waktu mengganggu terbesar), N-1, ..., 3, 2, 1.
  - g. Jika *trade* atau transfer masih tidak memungkinkan, letakkan larangan yang dibebankan oleh nilai *GOAL* dan coba, melalui langkah satu sampai enam, untuk mendapatkan *trade* atau transfer yang tidak akan meningkatkan nilai stasiun manapun melebihi *cycle time* aslinya.

**Metode Largest Candidate Rules (LCR)**

Nama yang lain dari metode *Largest Candidate Rules* (LCR) adalah teknik/metode waktu operasi terpanjang dan merupakan metode yang paling sederhana yaitu dengan melakukan pendekatan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatannya dalam stasiun kerja. Prinsip dasarnya adalah menggabungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar. Sebelum dilakukan penggabungan, harus ditentukan dahulu, berapa waktu siklus yang akan dipakai. Waktu siklus ini akan dijadikan pembatas dalam penggabungan operasi dalam satu stasiun kerja (Purna Yudha & Pambudi Tama, 2017).

Menurut (Poncotoyo et al., 2022), Langkah-langkah analisis dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) adalah sebagai berikut:

1. Urutkan ranking pada tiap elemen kerja berdasarkan waktu proses terlama/besar.
2. Alokasikan operasi yang mempunyai ranking paling awal kepada stasiun yang lebih awal dengan memperhatikan *precedence* diagram.
3. Alokasikan seluruh operasi kepada seluruh stasiun yang ada.
4. Pengalokasian operasi kepada stasiun, total waktu prosesnya tidak boleh melebihi CT (*cycle time*) yang telah ditentukan.

**Parameter Peforma Line**

Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengukur performansi *assembly line* antara lain (Elsayed & Boucher, 1994):

- a. *Line efficiency* (LE) merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja terhadap waktu siklus (*cycle time*) dikalikan dengan jumlah stasiun kerja (*workstation*).

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100 \quad (1)$$

Dimana:

ST<sub>i</sub> : Waktu stasiun i

K : Jumlah stasiun kerja

CT : Waktu siklus atau cycle time

- b. *Balance Delay* adalah rasio antara waktu menunggu dalam lintasan perakitan dengan waktu yang tersedia pada lini perakitan.

$$BD = \frac{(K \times CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{(K \times CT)} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

K : Jumlah stasiun kerja

CT : Waktu siklus

$\sum t_i$  : Jumlah dari seluruh waktu operasi

BD : *Balance delay* (%)

- c. *Smoothness index* atau indeks penghalusan yaitu cara untuk mengukur waktu tunggu relatif dari suatu lini perakitan. Nilai minimum dari *smoothness index* adalah 0 yang mengindikasikan keseimbangan sempurna. Semakin mendekati 0 nilai

*smoothness index* suatu lini perakitan, maka semakin seimbang lini perakitan tersebut, artinya pembagian elemen kerja cukup merata pada lini perakitan tersebut.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_{max} - ST_i)^2} \quad (3)$$

Dimana:

$ST_{max}$  : Waktu maks stasiun kerja ke-i

$ST_i$  : Waktu stasiun di stasiun kerja ke-i

$K$  : Jumlah stasiun kerja

### Menghitung Stasiun Kerja Minimum

Sebelum melakukan keseimbangan lintasan perlu dilakukan penghitungan jumlah stasiun kerja minimum terlebih dahulu untuk mengetahui jumlah stasiun kerja yang diperbolehkan dengan rumus sebagai berikut:

$$(K)_{min} = \frac{\sum_{j=1}^n t_j}{CT} \quad (4)$$

Dimana:

$(K)_{min}$  : Jumlah stasiun kerja minimum

$t_j$  : Waktu operasi/ elemen kerja ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$CT$  : Waktu Siklus (waktu operasi terbesar dalam stasiun kerja)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Waktu Siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku

Sebelum menghitung waktu Normal dan waktu Baku, terlebih dahulu berdasarkan waktu siklus, menambahkan faktor penyesuaian untuk mendapatkan waktu normal dan menambahkan faktor kelonggaran untuk menentukan waktu baku. Hasil perhitungan awal waktu siklus, waktu normal dan waktu baku dari masing-masing stasiun kerja dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Waktu Siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku

Work Station	Waktu Siklus (detik)	Waktu Normal (detik)	Waktu Baku (detik)
P1	8.9	9.1	10.7
P2	7.5	7.7	9.0
P3	10.6	10.8	12.7
P4	13.5	13.8	16.2
P5	10.2	10.4	12.2
P6	13.2	13.5	15.8
P7	8.2	8.4	9.8
P8	16.1	16.4	19.3

Berdasarkan waktu dari masing-masing stasiun kerja, maka performa *line* awal adalah sebagai berikut:

- a. *Line Efficiency* (LE)

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100$$

$$LE = \frac{105.7}{(8)(19.3)} \times 100$$

$$LE = 68.5\%$$

- b. *Balance Delay* (BD)

$$BD = \frac{(K \times CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{(K \times CT)} \times 100\%$$

$$BD = \frac{(8 \times 19.3) - 105.7}{(8 \times 19.3)} \times 100\%$$

$$BD = 31.5\%$$

- c. *Smoothness Index* (SI)

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_{max} - ST_i)^2}$$

$$SI = \sqrt{(19.3 - 10.7)^2 + (19.3 - 9.0)^2 + (19.3 - 12.7)^2 +$$

$$(19.3 - 16.2)^2 + (19.3 - 12.2)^2 + (19.3 - 15.8)^2 + (19.3 - 9.8)^2}$$

$$SI = \sqrt{(8.6)^2 + (10.3)^2 + (6.6)^2 + (3.1)^2 + (7.1)^2 + (3.5)^2 + (9.5)^2}$$

$$SI = \sqrt{74.5 + 106.2 + 43.5 + 9.7 + 50.0 + 12.1 + 89.6}$$

$$SI = \sqrt{385.7}$$

$$SI = 19.6$$

- d. Stasiun Kerja Minimum

Penetapan stasiun kerja minimum dilakukan berdasarkan waktu baku terbesar dari stasiun kerja pada tabel 1 dengan hasil sebagai berikut:

$$(K)_{min} = \frac{\sum_{j=1}^8 t_j}{CT}$$

$$(K)_{min} = \frac{105.7}{19.3}$$

$$(K)_{min} = 5.5$$

Jadi jumlah stasiun kerja yang dibutuhkan untuk produksi Motor Unit adalah minimal 6 stasiun kerja.

### Analisa Keseimbangan Lintasan

#### a. Penyeimbangan Lintasan dengan Metode *Moodie Young* (MY)

Dalam penyeimbangan lintasan dengan menggunakan metode *Moodie Young* (MY) adalah melalui 2 Fase yaitu pada Fase 1 membuat *precedence* diagram untuk menggambarkan hubungan antar elemen mulai dari elemen kerja 1 s/d elemen kerja 32, kemudian membuat tabel matrik P (elemen kerja pendahulu) dan tabel matrik F (elemen kerja F (elemen kerja mengikuti), mengelompokkan elemen kerja ke dalam stasiun kerja berdasarkan matrik P dan matrik F. Dari hasil pengelompokkan elemen kerja tersebut, terjadi pengurangan *work station* dari jumlah 8 *work station* menjadi 6 *work station*. Kemudian waktu *work station* tertinggi terdapat pada *work station* ke 6 yaitu 19.3 detik dan waktu terkecil adalah pada *work station* 1 yaitu 10.7 detik. Kemudian pada Fase 2 dilakukan pendistribusian waktu menganggur pada masing-masing *work station* yang dihasilkan pada fase 1 dengan langkah-langkah mengidentifikasi waktu *work station* terbesar dan terkecil dan menentukan nilai *GOAL* yaitu selisih dari nilai *work station maximum* dan minimum lalu dibagi 2 kemudian memindahkan atau mengelompokkan elemen ke elemen yang nilainya terkecil dari *GOAL* tanpa melanggar *precedence* diagram. Hasil pengelompokkan elemen kerja dan penghitungan waktu menganggur (*idle time*) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Waktu *Work Station* dan *Idle Time*

<i>Work Station</i>	Waktu <i>Work Station</i> (detik)	<i>Idle Time</i> (detik)
1	10.7	8.6
2	18.8	0.5
3	19.1	0.2
4	18.9	0.4
5	18.9	0.4
6	19.3	0
<b>Total</b>	105.7	10.1

#### b. Penyeimbangan Lintasan dengan Metode *Largest Candidate Rules* (LCR)

Penyeimbangan lintasan dengan metode *Largest Candidate Rules* (LCR) diawali dengan pembuatan *Precedence Constraint* untuk mengetahui urutan proses secara berurutan dan untuk mengetahui predecessor dari setiap elemen kerja. Kemudian dilanjutkan dengan mengurutkan elemen kerja mulai dari waktu elemen kerja terbesar hingga waktu elemen kerja terkecil seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Pengurutan Elemen Kerja metode LCR

Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)
29	6.2	10	2.4
8	5.9	25	2.4

22	5.6	9	2.3
7	5	12	2.3
11	4.3	19	2.2
4	4.2	26	2.2
18	3.9	21	1.9
30	3.8	2	1.7
24	3.6	27	1.5
13	3.3	14	1.1
31	3.3	17	1.1
16	3	1	1
23	2.9	3	1
20	2.8	5	1
6	2.5	32	0.7
15	2.5	28	0.6

Setelah pengurutan elemen kerja, dilanjutkan dengan pengelompokkan elemen kerja ke dalam stasiun kerja dengan memperhatikan precedence constraint dan tact time, yaitu tidak boleh ada pengelompokkan elemen kerja yang mendahului proses yang lebih awal dengan mengutamakan elemen kerja dengan waktu terbesar dan tidak boleh mendahului proses sebelumnya serta tidak melebihi tact time. Hasil pada tahapan ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Waktu Stasiun Kerja dan Idle Time dengan metode LCR

<i>Work Station</i>	<i>Total Waktu (detik)</i>	<i>Idle Time (detik)</i>	<i>Tact Time (detik)</i>
1	13.7	4.8	19.8
2	15.8	2.6	19.8
3	10.8	7.7	19.8
4	17.9	0.6	19.8
5	18.5	0.0	19.8
6	12.3	6.1	19.8
7	16.8	1.7	19.8
<b>Total</b>	105.7	23.5	

### Hasil Penelitian

Perbandingan hasil keseimbangan lintasan sebelum dan sesudah keseimbangan lintasan dengan metode *Moodie Young* (MY) dan metode *Largest Candidate Rules* (LCR) dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Peforma *Line* Sebelum dan Sesudah Keseimbangan Lintasan

<b>Metode</b>	<b>Objek Perbandingan</b>	<b>Hasil</b>
<b>Sebelum dilakukan Keseimbangan Lintasan</b>	<i>Line Efficiency</i> (LE)	65.5%
	<i>Balance Delay</i> (BD)	31.5%
	<i>Smoothes Index</i> (SI)	19.6

	Jumlah <i>Work Station</i>	8
	Jumlah Personil	8
	<i>Tact Time</i> Aktual	19.3 detik
<b>Metode Moodie Young (MY)</b>	<i>Line Efficiency</i> (LE)	91.3%
	<i>Balance Delay</i> (BD)	8.7%
	<i>Smoothes Index</i> (SI)	8.7
	Jumlah <i>Work Station</i>	6
	Jumlah Personil	6
	<i>Tact Time</i> Aktual	19.3 detik
<b>Metode Largest Candidate Rules (LCR) - Percobaan 2</b>	<i>Line Efficiency</i> (LE)	81.8%
	<i>Balance Delay</i> (BD)	18.2%
	<i>Smoothes Index</i> (SI)	11.4
	Jumlah <i>Work Station</i>	7
	Jumlah Personil	7
	<i>Tact Time</i> Aktual	23.5 detik

## KESIMPULAN

Keseimbangan lintasan pada perakitan Motor Unit dengan metode *Moodie Young* (MY) lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rules* (LCR) dan hasil performa *line* dibandingkan dengan sebelum keseimbangan lintasan menjadi lebih baik yaitu dengan nilai *Line Efficiency* (LE) dari 65.5% menjadi 91.3%, *Balance Delay* (BD) dari 31.5% menjadi 8.7%, *Smoothes Index* (SI) dari 19.6 menjadi 8.7. Di samping itu jumlah stasiun kerja dan personil perakitan bisa berkurang dari sebelumnya berjumlah 8 stasiun kerja dengan 8 personil perakitan, menjadi 6 stasiun kerja dengan 6 personil perakitan.

## REFERENSI

- Baroto, T. (2001). Perencanaan Line Balancing Guna Meningkatkan Output Produksi Optimum, Dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik, vol.2, No.1, hal 108-116.
- Djunaidi, M. & Angga (2017). Analisis Keseimbangan Lintasan (Line Balancing) Pada Proses Perakitan Body Bus Pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, vol. 5, No. 2, hal 77-84  
<https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v5i2.1788>
- Ekoanindiyo, F.A. & Helmy, L. (2017). Meningkatkan Efisiensi Lintasan Kerja Menggunakan Metode RPW Dan Killbridge-Western, Dinamika Teknik, vol X, hal 16-26. Universitas Stikubank Semarang.
- Elsayed, E. A. dan Boucher, T.O. (1994). Analysis and Control of Production Systems. 2<sup>nd</sup> Edition. Englewood Cliffs di dalam: Azwir, H.H. & Pratomo, H.W., (2017), Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X, Jurnal Rekayasa Sistem Industri, Volume 6, No.1.  
<https://doi.org/10.26593/jrsi.v6i1.2428.57-64>
- Poncotoyo, W., Puspita, S.M.R., Zain, M.F., Sholihah, S.A., Ferdiansyah, A., Ayutia, Y. (2022). Penerapan Metode Line Balancing dengan Pendekatan Ranked Position Weight, Regional Approach, dan Largest Candidate Rules, Jurnal Sistem Transportasi & Logistik Vol. 2, No. 1, April 2022.  
<http://dx.doi.org/10.54324/jstl.v2i1.1088>

Purna Yudha, S., P., & Pambudi Tama, I. (2017). MENINGKATKAN EFISIENSI LINTASAN PERAKITAN PLASTIC BOX 260 MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE HEURISTIK. Proceeding SENDI\_U. Retrieved from <https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/sendu/article/view/5043>