

# Analisis Penerapan Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi Studi Kasus: CV. Bumen Las Kontraktor

G. Nugrianto, M. Syambas, R. Diky, N. Demus

**Abstrak**— Keseimbangan lini adalah suatu penugasan sejumlah pekerjaan kedalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan dalam suatu lintasan atau lini produksi dengan tujuan meminimumkan waktu menganggur pada proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m ,terdapat 4 stasiun kerja dimana 1 stasiun kerja dikerjakan oleh 1 operator. Disaat pekerjaan berlangsung sering terjadi waktu menganggur yang cukup lama untuk setiap operator dalam melakukan pekerjaannya, serta menyebabkan terjadinya pemborosan tenaga kerja. Dengan adanya pemborosan waktu tersebut, perlu dilakukan perhitungan ulang penentuan jumlah tenaga kerja yang optimal agar tidak terjadi waktu menganggur yang berlebihan dan pekerjaan dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. Salah satu cara untuk mengatasi ketidakseimbangan lini adalah dengan melakukan keseimbangan pada lini perakitan menggunakan metode-metode keseimbangan lini. . Metode yang digunakan dalam pemecahan masalah tentang keseimbangan lintasan ini adalah dengan metode ranked positional weight dan killbridge-weston-heuristic , Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode ranked position weight lebih unggul dengan jumlah stasiun kerja 4, *efficiency line* 91%, balance delay 9%, smoothing index 34,1, dan mempunyai hasil yang lebih baik dari pada sebelum menggunakan metode tersebut. Maka sebaiknya pihak perusahaan menerapkan metode *Ranked Positional Weight* karena dapat memperkecil balance delay, meningkatkan efisiensi sistem serta keseimbangan lini yang optimal dan jumlah kebutuhan tenaga kerja yang optimal yang dapat digunakan untuk proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m CV. Bumen Las Kontraktor

**Kata Kunci**— kesimbangan lintasan, *Ranked Position Weight (RPW)*, *Killbridge-Weston-Heuristic*.

**Abstract** — *Line balance is an assignment of a number of jobs into interconnected work stations on a track or production line with the aim of minimizing idle time in the production process of making iron fences with a size of 5m x 2m, there are 4 work stations where 1 work station is done by 1 operator . When work takes place often there is a long period of idle time for each operator to do their work, and cause labor waste. With this time wastage, it is necessary to recalculate the determination of the optimal number of workers to avoid excessive unemployment time and work can be done effectively and efficiently. One way to overcome line imbalances is to balance the assembly lines using line balance methods. . The method used in solving the problem about the balance of this path is the ranked positional weight and killbridge-weston-heuristic methods. Based on the calculations that have been done, it can be concluded that using the ranked position weight method is superior to the number of work stations 4, efficiency line 91%, 9% balance delay, smoothing index 34.1, and have better results than before using the method. Then the company should apply the Ranking Positional Weight method because it can reduce the balance delay, increase system efficiency and optimal line balance and the optimal number of labor requirements that can be used for the production process of making iron fences with a size of 5m x 2m CV. Bumen Welding Contractor.*

**Keywords**— *Line Balancing, Ranked Position Weight (RPW), Killbridge-Weston-Heuristic.*

## I. PENDAHULUAN

Pada era modern sekarang ini situasi dunia industri manufaktur maupun jasa mengalami persaingan yang sangat ketat. Hal ini memicu para produsen baik manufaktur ataupun jasa berkompetisi untuk dapat beroperasi secara efisien. Pengaturan dan

perencanaan yang tidak tepat pada stasiun kerja dapat menimbulkan ketidakefisienan pada proses. Line balancing merupakan keputusan yang tepat untuk mengatasi hal tersebut.

Line balancing dapat meningkatkan efisiensi pada proses dengan meminimalisir stasiun kerja, meminimalisir waktu siklus kerja, memaksimalkan beban kerja, dan meningkatkan fleksibilitas antar stasiun kerja. Line balancing merupakan salah satu alat yang efektif untuk memperbaiki output dari suatu

Galuh Nugrianto, Mahasiswa Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI ([galuhnugrianto1@gmail.com](mailto:galuhnugrianto1@gmail.com)).  
M Syambas R, Mahasiswa Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI  
Rizman Diky, Mahasiswa Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI.  
Niko Demus, Mahasiswa Teknik Industri Universitas Indraprasta PGRI

line atau proses melalui penurunan aktivitas yang tidak bernilai tambah dan penurunan waktu siklus kerja.

Line balancing merupakan metode untuk menyeimbangkan penugasan beberapa elemen kerja dari suatu lintasan perakitan ke stasiun kerja untuk meminimumkan banyaknya stasiun kerja dan meminimumkan total waktu menunggu (*idle time*) pada keseluruhan stasiun kerja pada tingkat output tertentu (Boysen et al, 2007), pada kasus ini adalah untuk menentukan jumlah stasiun kerja yang seminimal mungkin dengan memperhatikan urutan antar-task dan waktu siklus sehingga batasan keterhubungan terpenuhi dan waktu stasiun tidak melebihi waktu siklus.

CV. Bumen Las Kontraktor adalah perusahaan yang memproduksi Pagar Besi dengan Ukuran 5m x 2m. Operator kerja yang tidak tepat dengan jumlah permintaan produksi dan stasiun kerjanya yang tidak tepat, secara otomatis terjadi lost time jam kerja pada schedule produksi. Hal ini berdampak negatif pada keuntungan yang dihasilkan perusahaan, yang dapat diketahui dari jumlah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk gaji karyawan, biaya makan karyawan, tunjangan transportasi dan lain-lain.

Pembengkakan biaya tersebut karena adanya penggunaan tenaga kerja yang tidak tepat, dapat diminimalkan dengan penerapan strategi dan perencanaan produksi yang tepat. Dalam Proses produksi tersebut dimana metode dan elemen-elemen kerja yang sama dilakukan berulang-ulang, *efficiency* line yang rendah dan *balance delay* yang tinggi memberi dampak *negative* secara langsung terhadap performa produksi suatu perusahaan secara keseluruhan. Data jumlah tenaga kerja yang digunakan sebanyak 4 operator per bulan memperlihatkan bahwa sumber daya yang ada belum dikelola secara maksimal. Salah satu cara untuk mengatasi ketidakseimbangan *line* adalah dengan melakukan keseimbangan pada lini perakitan (*line Balancing*).

Dari latar belakang permasalahan, data serta pengoalahan data yang didapatkan dari *line* produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m, dapat

diuraikan rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana mendapatkan model keseimbangan lintasan yang lebih efisien untuk produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m ?
2. Berapakah jumlah kebutuhan operator/tenaga kerja yang ideal untuk produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m?

Tujuan yang ingin dicapai atas dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan rancangan model keseimbangan lintasan (jumlah stasiun dan alokasi elemen kerja) yang efisien untuk produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m.
2. Menentukan jumlah operator (tenaga kerja) yang optimal untuk produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan rekomendasi untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya manusia (tenaga kerja) di Bumen Las Kontraktor
2. Sebagai pengembangan ilmu bidang industri dalam kajian penggunaan tenaga kerja yang optimal.

## II. METODE DAN PROSEDUR

### 1. Jenis dan Sumber Data

#### a. Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, Data yang diambil dari perusahaan berupa data waktu siklus Kerja Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi dengan Ukuran 5m x 2m CV. Bumen Las Kontraktor.

#### b. Sumber Data

Sumber Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari CV. Bumen Las Kontraktor yaitu pada Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi dengan Ukuran 5m x 2m.

## 2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Bumen Las Kontraktor yang bertempat di Jl Munjul Raya gg Buni Kel Munjul, Kec Cipayung, Kota Jakarta Timur, Dearah Khusus Ibukota Jakarta 13850. Adapun waktu penelitian yaitu :

Tabel 1. Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Penelitian	
		Minggu 1	Minggu 2
1	Tinjauan Lokasi Penelitian	■	■
2	Pengambilan Data Awal	■	■
3	Pengolahan Data	■	■
4	Hasil dan Pembahasan	■	■

Keseimbangan lintasan berhubungan erat dengan produksi masal. Sejumlah pekerjaan perakitan dikelompokkan ke dalam pusat-pusat kerja, untuk selanjutnya disebut stasiun kerja. Waktu yang diijinkan untuk menyelesaikan elemen pekerjaan tersebut ditentukan oleh kecepatan lintas perakitan. Semua stasiun kerja sedapat mungkin harus memiliki waktu siklus yang sama. Bila stasiun kerja memiliki waktu siklus dibawah waktu idealnya, maka stasiun kerja tersebut memiliki waktu menganggur. Tujuan akhir dari keseimbangan lintasan adalah untuk meminimasi waktu menganggur ditiap stasiun kerja, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi pada stasiun kerja.

Dalam penelitian ini, ada 2 metode yang digunakan dalam perancangan line balancing ini yaitu:

### 3. Metode *Ranked Positional Weight*

Metode *Ranked Positional Weight* suatu metode yang digunakan untuk menghitung waktu siklus, metric pendahulu berdasarkan jaringan kerja mengitung bobot posisi, efisien waktu rata-rata. Adapun langkan-langkah untuk menyelesaikan masalah sebagai berikut:

- Menggambarkan jaringan *precedence* diagram sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.
- Menentukan elemen pekerjaan berdasarkan *positional weight* (bobot posisi) untuk setiap elemen pekerjaan dari suatu operasi yang

memiliki waktu penyelesaian terpanjang mulai dari awal pekerjaan hingga akhir elemen pekerjaan yang memiliki waktu penyelesaian terendah.

- Mengurutkan elemen pekerjaan berdasarkan *positional weight* pada langkah kedua diatas. Elemen kerja yang memiliki *positional weight* tertinggi diurutkan pertama kali.
- Melanjutkan dengan menempatkan elemen pekerjaan yang memiliki *positional weight* tertinggi hingga ke yang terendah ke setiap stasiun kerja.
- Jika pada setiap stasiun kerja terdapat kelebihan waktu dalam hal ini waktu stasiun melebihi waktu siklus, tukar atau ganti elemen pekerjaan yang ada dalam stasiun kerja tersebut ke stasiun kerja berikutnya selama tidak menyalahi *precedence* diagram.
- Mengurangi langkah 4 dan 5 diatas sampai seluruh elemen pekerjaan sudah ditempatkan ke dalam stasiun kerja.

### 4. *Killbridge-Wester-Heuristics*

Penyeimbangan lintasan perakitan metode *Kilbridge-Wester Heuristics* dapat dilakukan dengan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- Membagi region atau daerah dari kiri ke kanan. Jika memungkinkan letakkan elemen kerja pada *region* paling kanan.
- Tentukan peringkat untuk setiap elemen kerja pada setiap *region* berdasarkan waktu maksimum ke waktu minimum.
- Berdasarkan ketentuan yang menyebutkan bahwa *region* atau daerah kiri terlebih dahulu dan peringkat operasi dalam *region* pada langkah 3 lakukan pembebanan elemen kerja ke dalam stasiun kerja dengan ketentuan tidak melanggar *precedence* diagram dan waktu siklus tidak melebihi waktu siklus aktual.

Untuk pengukuran performansi line ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengukur performansi *assembly line* antara lain :

- Menghitung efisiensi lintasan produksi (*Line Efficiency*)

*Line Efficiency* merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja terhadap waktu siklus

(cycle time) dikalikan dengan jumlah stasiun kerja (workstation).

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

Keterangan :

ST<sub>i</sub> = Waktu stasiun I

K = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu siklus atau cycle time

- b. Menghitung keseimbangan waktu sengan (Balance Delay)

Balance Delay adalah rasio antara waktu menunggu dalam lintasan perakitan dengan waktu yang tersedia pada lini perakitan

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

Keterangan :

BD = Balance delay (%)

K = Jumlah stasiun kerja

CT = waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja

$\sum t_i$  = Jumlah dari seluruh waktu operasi

- c. Menghitung Smoothness Index (SI)

Smoothness Index atau indeks penghalusan adalah cara untuk mengukur waktu tunggu relatif dari suatu lini perakitan. Nilai minimum dari smoothness indeks adalah 0 yang mengindikasikan keseimbangan sempurna. Semakin mendekari 0 nilai smoothness indeks suatu lini perakitan, maka seimbang lini perakitan tersebut yang artinya pembagian elemen kerjanya cukup merata pada lini perakitan tersebut

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

Keterangan :

SI = Smoothness indeks

ST max = Waktu maksimum stasiun kerja ke-i

ST = Waktu stasiun distasiun kerja ke-i

K = Jumlah stasiun kerja

5. Menghitung Takt Time

Takt time dapat dijelaskan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk

berdasarkan pada kecepatan permintaan pelanggan.

$$T = \frac{Ta}{D} \rightarrow (4)$$

Keterangan :

T = Takt time

Ta = Waktu kerja produktif

D = Demand (permintaan pelanggan)

6. Menghitung Jumlah Stasiun Kerja

Jumlah Stasiun Kerja Stasiun kerja adalah tempat pada lini perakitan dimana sebuah proses perakitan atau lebih dilakukan. Menentukan jumlah stasiun kerja dapat ditetapkan dengan rumus:

$$\text{Jumlah stasiun Kerja} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{W_{si}} \rightarrow (5)$$

Keterangan:

N = Jumlah Elemen Kerja

t<sub>i</sub> = Waktu Elemen Kerja Ke-i

W<sub>si</sub> = Waktu Siklus

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan dan pengaturan yang tidak tepat dapat mengakibatkan setiap stasiun kerja pada lintasan perakitan memiliki kecepatan produksi yang berbeda sehingga terjadi penumpukan material di antara stasiun kerja yang tidak berimbang kecepatan produksinya (bottleneck). Oleh karena itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk menyeimbangkan lintasan (line balancing).

#### 1. Analisis Data

Data Tabel I dibawah ini merupakan data waktu siklus baku yang telah ditetapkan pada CV. Bumen Las Kontraktor yang diambil perhitungannya oleh pihak CV. Bumen Las Kontraktor (dalam satuan menit).

Tabel 1. Waktu Siklus Elemen Kerja Produksi Pager Besi dengan Ukuran 5m x 2m

Elemen Kerja	Proses	Waktu Siklus (menit)
1	Pengukuran	10
2	Pemotongan	120
3	Pengelasan	700
4	Gerindra	30
5	Dempul	30
6	Amplas	720
7	Pengecatan	360

Selain data waktu baku, diperlukan juga data permintaan untuk perancangan line balancing. Data dibawah ini merupakan data permintaan produksi CV. Bumen Las Kontraktor.

Tabel 2. Jumlah Permintaan

**2. Analisa Kondisi Awal**

Terlampau lama waktu operator mengganggu antar stasiun dengan waktu terlama stasiun membuat line tersebut kurang dalam hal efisiensi. Untuk mengetahui efficiency line tersebut, kita perlu mengetahui cycle time produk saat ini. Waktu siklus (cycle time) harus lebih besar atau sama dengan waktu stasiun dimana  $T_i \leq ST_i \leq CT$  (Elsayed dan Boucher, 1994). Waktu siklus terbesar pada penelitian ini dimiliki oleh stasiun kerja 3 (dalam satuan menit) hal ini dapat dilihat dari tabel 3.

Tabel 3. *Idle time* berdasarkan waktu stasiun kerja terlama

Stasiun Kerja	Ws Stasiun Kerja	Idle Time
1	190	530
2	700	20
3	720	0
4	360	360
$\Sigma$	1970	

Maka, perhitungan *line efficiency*, *balance delay* dan *smoothness index* pada kondisi awal adalah sebagai berikut:

*Line Efficiency*

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

$$= \frac{190 + 700 + 720 + 360}{4 \times 720} \times 100\%$$

$$= 68\%$$

*Balance Delay*

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

$$= \frac{(4 \times 720) - 1970}{4 \times 720} \times 100\%$$

$$= 31\%$$

*Smoothness Index*

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

$$= \sqrt{530^2 + 20^2 + 0^2 + 360^2}$$

$$= 641$$

Bulan	Permintaan	Hari Kerja	Waktu Kerja Tersedia (menit)
Oktober	20	30	16200

Hasil analisis menunjukkan performansi lini perakitan yang kurang baik pada kondisi proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m saat ini.

Berdasarkan perhitungan analisis kondisi awal, terdapat permasalahan dari indikator performansi proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m yaitu belum optimalnya performansi proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m.

**3. Hasil Analisis Kondisi Awal**

Berdasarkan identifikasi penyebab masalah yang telah dijelaskan dapat disimpulkan bahwa untuk memperbaiki performansi proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m maka diperlukan metode line balancing yang dapat mengoptimalkan performansi proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m.

**4. Perancangan Metode Line Balancing**

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menyeimbangkan lintasan perakitan adalah dengan mengatur ulang susunan pengelompokan elemen kerja. Elsayed dan Boucher (1994) menjelaskan beberapa hal yang menjadi batasan dalam pengelompokan elemen kerja antara lain:

- a. Hubungan *precedence*
- b. Jumlah stasiun kerja tidak boleh lebih besar dari jumlah elemen kerja atau operasi ( $1 \leq K \leq N$ ).
- c. Waktu siklus lebih besar atau sama dengan waktu maksimum dari waktu stasiun dan waktu elemen kerja  $T_i$ . Waktu stasiun tidak boleh melebihi *cycle time* ( $T_i \leq ST_i \leq CT$ ).

**5. Perhitungan Takt Time**

Bulan Oktober terdapat waktu kerja efektif sebesar 16200 menit dengan target produksi sebesar 20 unit hal ini dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan data tersebut *takt time* dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tak time Oktober} &= \frac{\text{waktu produksi/hari}}{\text{Permintaan harian}} \\ &= \frac{16200}{20} \\ &= 810 \text{ menit/unit} \end{aligned}$$

## 6. Pehitungan Jumlah Stasiun Kerja

Jumlah stasiun kerja sangat dibutuhkan perhitungannya untuk menentukan perancangan keseimbangan lintasan agar hasilnya lebih maksimal. Adapun penentuan jumlah stasiun kerja dapat di dilihat dari tabel 1 Waktu Siklus Elemen Kerja Produksi Pager Besi dengan Ukuran 5m x 2m.

Berdasarkan tabel tersebut, penentuan jumlah stasiun kerja dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Stasiun Kerja} &= \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{wsi} \\ &= \frac{(10 + 120 + 700 + 30 + 30 + 720 + 360)}{810} \\ &= 2,43 = \text{dibulatkan menjadi 3 stasiun kerja.} \end{aligned}$$

## 7. Metode *Ranked Positional Weight*

Hasil perhitungan parameter performansi *line* dari metode *Helgeson-Birnie* adalah sebagai berikut:

*Line Efficiency*

$$LE = \frac{190 + 700 + 720 + 360}{(3 \times 720)} \times 100\% = 91\%$$

*Balance Delay*

$$BD = \frac{190}{(3 \times 720)} \times 100\% = 9\%$$

*Smoothness Index*

$$SI = \sqrt{1970 - 810} = 34,1$$

## 8. Metode *Kilbridge-Wester Heuristic*

Hasil perhitungan parameter performansi *line* dari metode Metode *Kilbridge-Wester Heuristic* adalah sebagai berikut:

*Line Efficiency*

$$LE = \frac{1970}{(3 \times 810)} \times 100\% = 81\%$$

*Balance Delay*

$$BD = \frac{190}{(3 \times 720)} \times 100\% = 9\%$$

*Smoothness Index*

$$SI = \sqrt{1970 - 810} = 34,1$$

## 9. Perbandingan Parameter Performansi Line

Peningkatan performansi proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m merupakan hasil dari penelitian ini yang menggunakan beberapa indikator performansi untuk melihat seberapa baik tingkat performansi dari kedua metode usulan. Tabel 4 merupakan hasil perbandingan indikator performansi awal dan performansi usulan pembentukan rancangan keseimbangan masing-masing metode.

**Tabel 4.** Perbandingan Indikator Performansi

Indikator Performansi	Kondisi Awal	RPW	Killbridgewss
Jumlah Stasiun Kerja (operator)	4	3	3
Efficiency Line	68%	91%	81%
Balance Delay	31%	9%	9%
Smoothing Index	641	34,1	34,1

Dilihat dari hasil tabel diatas, perbandingan seluruh indikator performansi pada kondisi awal lebih kecil dari pada kedua metode usulan dimana kedua metode usulan tersebut mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Kedua metode usulan mempunyai hasil yang sama besar pada indikator performansi *balance delay* dan *smoothing index*, akan tetapi mempunyai hasil yang berbeda jika dilihat dari hasil *efficiency line*. Hasil *efficiency line* pada metode *Ranked Position Weight* mempunyai hasil yang paling baik sehingga metode tersebut merupakan metode yang terbaik untuk penelitian ini.

## IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dari pembahasan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembentukan rancangan dengan metode *Ranked Position Weight* mampu memberikan solusi

terbaik pada proses produksi pembuatan pagar besi dengan ukuran 5m x 2m.

2. Berkurangnya jumlah operator dengan memperkecil jumlah stasiun kerja yang semula 4 menjadi 3 (satu stasiun kerja ditangani oleh satu operator).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ekoanindiyo, firman A dan Latif Helmy. (2017). Meningkatkan Efisiensi Lintasan Kerja Menggunakan Metode Rpw Dan Killbridge-Western. *Jurnal : Dinamika Teknik*, 1 (10) hlm 16-26.
- [2] Azwir, Hery Hamdi dan Wahyu Harry Pratomo. (2017). Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X. *Jurnal : Rekayasa Sistem Industri*, 1 (6) hlm 57-64.
- [3] Nadeak, Multi dan Ngalimun. (2018). Peningkatan Produktivitas pada Perakitan Lever Assy, Select dengan Metode Line Balancing. *Jurnal: Jurnal Trend Tech*, 1 (3) hlm 11-17.
- [4] Panudju, 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: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 2 (5) hlm 60-80
- [5] Perwitasari, Dyah Saptanti. Perbandingan Metode Ranked Positional Weight dan Kilbridge Wester Pada Permasalahan Keseimbangan Lini Lintasan Produksi Berbasis Single Model.
- [6] Widjaja, dkk. (2015). Kajian Alternatif Usulan Keseimbangan Lintasan Produksi CV Garuda Plastik Dengan Menggunakan Simulasi. *Jurnal: Gema Aktualita*, 2 (4) hlm 46-57
- [7] Hidayat, Alvin dan Sri Gunani Partiw. Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Yang Optimal Pada Cleaning Pabrik Personal Wash Pt. Unilever Indonesia.
- [8] Ferdiansyah Ismail dan Widodo Tri. (2018). Peningkatan Produktivitas Menggunakan Metode Line Balancing Pada Proses Pengemasan Di PT XYZ. *Jurnal : Journal Industri Manufacturing*, 1 (3) hlm 57-63.
- [9] Arifiana, Ghany S N dan I Wayan Suletra. (2017). Analisis Line Balancing dengan RPW pada Departemen Sewing Assembly Line Style F1625W404 di PT. Pan Brothers, Boyolali. *Jurnal : Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, hlm 442-450.
- [10] Prabowo Rony. (2016). Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja PT. HM. SAMPOERNA Tbk.
- [11] Afifudin. (2019). Penerapan Line Balancing Menggunakan Metode Ranged Postion Weight (RPW) Untuk Meningkatkan Output Produksi Pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola.
- [12] Herdiana Leni. (2018). Line Blancing untuk Tercapainya Efisiensi Kerja Optimal pada Stasiun Kerja Studi Kasus PT. Mandiri.
- [13] Siregar Doni dan Yasid Abdul. (2018). Analisis Peningkatan Kapasitas Produksi Pada Proses Pembuatan Frame Motor KLX Dengan Metode Line Balancing DI PT.KMI.
- [14] Sutralaksana, dkk. (2006) Teknik Perancangan Sistem Kerja. Bandung. ITB.
- [15] Sumayang, Lalu. (2003). Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Salemba Empat.
- [16] Henri Ponda, Joko Hardono, Sofi Khaerul Pikri. (2019). Analisa Keseimbangan Lintasan Produksi Pada Pembuatan Radiator Mitsubishi PS 220 Dengan Metode Ranked Position Weight (RPW).
- [17] Sumihami Batubara dan Fikri Nuradhi. (2017). Penyeimbangan Lini Perakitan Menggunakan Metode Genetic Algorithm Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi.
- [18] Puteri Mahaji Anugerah Renty dan Sudarwati Wiwik. (2016). Perancangan Line Balancing Dalam Upaya Perbaikan Lini Produksi Dengan Simulasi Promodel Di PT Carterpillar Indonesia.
- [19] Casban dan Kusumah Herlianan Lien. (2016). Analisis Keseimbangan Lintasan Untuk Menciptakan Proses produksi Pump Packaging System Yang Efisien Di PT. Bumi Cahaya Unggul.
- [20] Puteri Mahaji Anugerah Renty dan Sudarwati Wiwik. (2016). Perancangan Line Balancing Dalam Upaya Perbaikan Lini Produksi Dengan Simulasi Promodel Di PT Carterpillar Indonesia.
- [21] Siregar Doni dan Yasid Abdul. (2018). Analisis Peningkatan Kapasitas Produksi Pada Proses Pembuatan Frame Motor KLX Dengan Metode Line Balancing DI PT.KMI.
- [22] Dupi, Fudianto 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), Pasuruan, 4.
- [23] Merry, Siska dan Ruby Suryanata. (2012). Analisis Keseimbangan Lintasan pada Lantai Produksi CV. Bobo Bakery, Pekanbaru.
- [24] Putri, dkk. (2018). Perancangan Line Balancing Untuk Meminimasi Waste Waiting Pada Proses Produksi Modul Surya 260wp Pt Xyz Dengan Pendekatan Lean Manufacturing.
- [25] Setyawan, David, dkk. (2012). Perbaikan Sistem Produksi Dengan Metode Line Balancing Pada Perusahaan Pembuat Mesin Pertanian PT Agrindo Di Gresik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*.
- [26] Sukania, I Wayan dan Gunawan Teddy. (2014). Analisa Waktu Baku Elemen Kerja pada Pekerjaan Penempelan Cutting Stiker di CV Cahaya Thesani.
- [27] Puteri, Renty Anugerah Mahaji dan Wiwik Sudarwati. (2016). Perancangan Line Balancing Dalam Upaya Perbaikan Lini Produksi Dengan Simulasi ProModel Di PT. Caterpillar Indonesia.
- [28] Putri, Herlina W, dkk. (2017). Analisis Keseimbangan Lintasa Produksi dengan Menggunakan Metode Ranked Position Weight (RPW) (Studi Kasus : PT. Krakatau Steel, Tbk.

- [29] Purnamasari, Ita dan Atikha Sidhi Cahyana. (2015). Line Balancing dengan Metode Ranked Position Weight (RPW).
- [30] Roslinda, dkk. (2019). Efisiensi Tenaga Kerja Produksi Kayu Lapis Menggunakan Metode Line Balancing Di PT. HARJOHN TIMBER LTD.