

# Analysis of Path Matrix Based on Precedence Diagram Using Ranked Positional Weight Method

**Wiky Sabardi**

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh*

## INFORMASI ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Dikirim 10 April 2022  
Direvisi Dari 30 April 2022  
Diterima 10 Juni 2022

### Kata Kunci:

*Line Balancing, Ranked Positional Weight, Matrik Lintasan, PT.XYZ*

## ABSTRAK

Line balance problems are common in both the assembly and manufacturing industries. This is evidenced by some workstations having relatively high work congestion, less than Suboptimal line efficiency, and non-smooth process flow. This research determines the line balancing by making the best path matrix based on the division of workstations. This study uses the Helgeson-Bernie method. This research resulted in design results of line efficiency of 89.16%, idle time of 2683.64, a short delay of 10.84%, smoothness index of 843.88, and 15 workstations. Based on particular calculations for changes in the smoothness value, there is a decrease in the smoothness index value from 2041.72 to 843.88

© 2022 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

## 1. Introduction

Tantangan industri membutuhkan perbaikan dan efisiensi yang berkelanjutan untuk bersaing dan menang dalam bisnis [1]. Dengan perkembangan dunia industri yang semakin meningkat, perusahaan harus merespon permintaan dengan meningkatkan produktivitas manufaktur. Untuk meningkatkan produktivitas, track balance harus dikontrol [2] Saat barang menumpuk di aliran produksi (bottleneck), karyawan yang tidak berada di tempat kerja selama jam kerja otomatis kehilangan jam kerja di rencana produksi [3].

Efisiensi operasi ditentukan oleh jumlah karyawan dan keseimbangan kerja, yang ditentukan berdasarkan faktor efisiensi tenaga kerja dan faktor efisiensi waktu produksi [4]. Akibat inefisiensi operasional, keuntungan perusahaan tidak maksimal bahkan dapat mengakibatkan beban biaya bagi perusahaan. Pertumbuhan biaya tersebut akibat penggunaan tenaga kerja yang tidak cocok dapat

diminimalkan dengan strategi dan perencanaan produksi yang baik [3].

PT XYZ adalah nama samaran salah satu industri penghasil tiang listrik beton pratikan di daerah Besitang kabupaten Langkat. Pabrik ini didirikan 16 Maret 1987. Ketika menjalankan produksinya, cabang ini bersifat perintah kerja. Pasar industri tersebut adalah wilayah Propinsi Sumatera Utara dan propinsi-propinsi lain. Masalah industri ini adalah ingin meningkatkan kapasitas produksinya, kurang menghadapi masalah distribusi beban kerja yang tidak merata. Menurut [5], hal ini disebabkan karena wilayah kerja yang satu terjadi waktu ide. Efisiensi pekerjaan perakitan yang terlalu lama menyebabkan ketidakseimbangan antara produk perakitan dan jalur perakitan [6]. Waktu memainkan peran penting dalam mempromosikan keunggulan dalam industri, khususnya manufaktur [7]. Keunggulan kompetitif hanya dapat dicapai jika perusahaan memiliki manajemen operasional yang efektif [4].

## 2. Tinjauan Literatur

### 2.1. Keseimbangan lini produksi

Tujuan utama dari penyeimbangan lini produksi adalah untuk mencapai efisiensi tinggi di setiap departemen dan coba terapkan jadwal produksi yang ditentukan untuk membedakan jam kerja antar unit dan meminimalkan waktu tunggu.

[8]. Balance delay, efisiensi, idle time dan smoothing index digunakan sebagai parameter performa untuk track balancing [9]. Distribusi beban kerja yang tidak merata menyebabkan waktu menganggur yang lama, yang menyebabkan penyumbatan barang dalam aliran produksi, yang selanjutnya mengurangi efisiensi tenaga kerja dan menyebabkan hasil produksi yang tidak optimal [10].

### 2.2. Line Balancing

*Line Balancing* adalah sekumpulan pusat kerja yang digunakan dalam produksi produk. Jalur perakitan biasanya memiliki beberapa area kerja, yang disebut pusat kerja, yang dioperasikan oleh satu atau lebih operator dan dapat diproses dengan perangkat yang berbeda. Persiapan penyeimbangan lini bertujuan untuk merencanakan dan menyeimbangkan beban kerja untuk terdistribusi di setiap stasiun kerja. Kegagalan untuk mengambil tindakan pemerataan dapat mengakibatkan berkurangnya pekerjaan atau ketidakefisienan di antara banyak pekerjaan jika pekerjaan tidak seimbang di antara mereka sendiri [9].

Penyeimbangan lini dapat mengurangi penundaan, meningkatkan efisiensi lini, dan mengoptimalkan produksi. *Line balancing* menyamakan beban kerja untuk menghubungkan dua atau lebih stasiun kerja tempat material menumpuk [10]. Menjalankan line balancing di perusahaan harus mencegah faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya bottleneck, sehingga produk dari setiap area proses produksi dapat berjalan lancar dalam waktu tertentu. Menurut [2] ini adalah:

- 1) Penundaan Komoditi
- 2) Pemrosesan material tidak sempurna
- 3) Terjadinya kerusakan mesin
- 4) Akumulasi pekerjaan yang sedang berjalan pada tingkat proses tertentu
- 5) Kondisi mesin sudah tua
- 6) Cacat dalam perencanaan transisi
- 7) Tata letak yang buruk
- 8) Kualitas pekerjaan kurang baik
- 9) Kondisi kerja yang tidak baik

### 2.3 Model Ranked Positional Weight

Metode Peringkat Posisi Bobot diterbitkan oleh Helgeson dan Birnie. Menurut [5], melalui teori ini, workstation ditentukan dan pemberian tugas dilakukan dengan cara membobotkan lokasi masing-masing tugas hingga tugas tersebut terdistribusi ke semua stasiun. Menurut [4], langkah-langkah metode ini adalah:

1. Hitung nilai bobot dari setiap tugas, yaitu. H. bobot tugas ditambah bobot tugas berikut.
2. Urutkan tugas sesuai dengan pentingnya tempat, yaitu. dari terbesar ke terkecil.
3. Berikan stasiun tugas dengan prioritas tertinggi tanpa melanggar batas prioritas.
4. Jalankan tugas tugas di workstation.

### 2.4. Istilah Dalam Line Balancing

Menurut [3] dalam line balancing terdapat beberapa istilah yang harus diketahui untuk mencapai keadaan setimbang.

#### 1. Satuan pekerjaan

Satuan pekerjaan fungsional adalah bagian dari keseluruhan proses perakitan.

#### 2. Waktu Pemrosesan

Cycle time (CT) adalah waktu yang diperlukan untuk menghasilkan satu unit produk per stasiun  $T_i$

$$\max \leq CT \leq \frac{P}{Q}$$

P = Waktu kerja efektif per hari

Q = Output per hari

#### 3. Time aktif

Operating time (OT) adalah keadaan normal untuk melakukan suatu prosedur.

#### 4. Waktu stasiun

Adalah total waktu pekerjaan di satu stasiun

#### 5. Grafik preseden

Diagram preseden adalah deskripsi fisik urutan aktivitas kerja dan ketergantungannya untuk memfasilitasi pengendalian dan perencanaan aktivitas tertentu.

#### 6. Waktu Menunggu (Idle Time)

Idle Time (IT) adalah waktu yang dibutuhkan akibat selisih antara Cycle Time (CT) dan Station Time (ST).

$$IT = CT - ST$$

IT = Idle Time

CT = Cycle Time

ST = Station Time

#### 7. Efisiensi dalam bekerja

Efisiensi stasiun (SE) adalah rasio aktivitas setiap tempat kerja terhadap jam kerja tempat kerja

terbesar terbesar. Efisiensi stasiun dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SE = \frac{ST}{CT} \times 100\%$$

SE = *Station Efficiency*

CT = *Cycle Time*

ST = *Station Time*

#### 8. Pengurangan jalur

Efisiensi linier (LE) adalah rasio total waktu meja dibagi dengan masa kerja dikalikan dengan jumlah meja. Efisiensi linier :

$$LE = \frac{\sum ST}{K \times CT} \times 100\%$$

LE = *Line Efficiency*

CT = *Cycle Time*

K = Jumlah stasiun kerja

ST = *Station Time*

#### 9. Keadaan istirahat kompensasi (balancing delay)

Balance Delay (BD) adalah keadaan kurang berguna jalur karena waktu idle real-time yang disebabkan oleh pemetaan yang tidak lengkap antar workstation.

$$BP = 100\% - LE$$

BD = Penundaan Seimbang

LE = efisiensi linier

#### 10. Indeks Kerataan (SI)

Indeks Pemerataan adalah angka yang tertera karena pemerataan keseimbangan pada lini penyambungan. Indeks kerataan adalah:

$$SI = \sqrt{\frac{\sum (ST_{max} - ST_i)^2}{n}}$$

Stmax = *Maximum Station Time*

Sti = *Station Time*

#### 11. Tempat kerja

Work center (WS) adalah lokasi pada jalur penyambungan dimana penyambungan dilakukan. Tentukan terlebih dahulu range periode, besarnya pekerjaan efektif ditentukan menggunakan

$$K_{min} = \frac{\sum OT}{CT}$$

Kmin : Jumlah stasiun minimum

CT : *Cycle Time*

OT : *Operation Time*

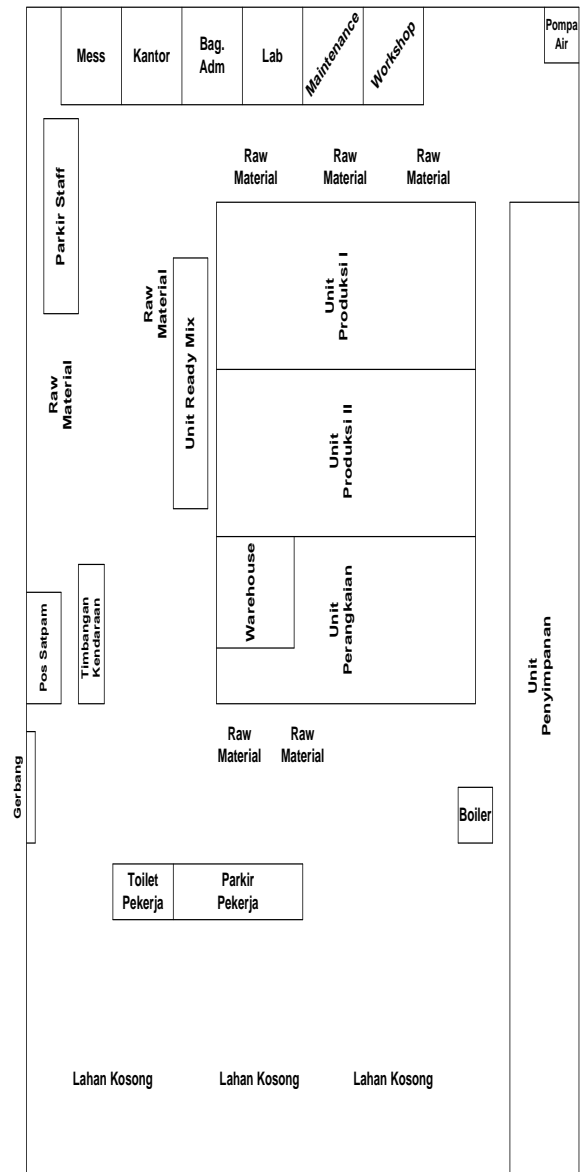
#### 12. Kapasitas

Kapasitas adalah besarnya ruang atau volume ruang pemrosesan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Kondisi Aktual PT. XYZ

Kondisi setelah dilakukan pengamatan



Gambar 1. Denah PT. XYZ

Tabel 1. Elemen-elemen Kerja PT XYZ

No	Elemen Kerja
1	Bersihkan kotoran pada cetakan yang
2	Pengiriman pelumasan cetakan
3	Pindahkan cetakan dari tempat cetakan yang terbuka ke tempat cetakan yang dimasukkan
4	Melewati cetakan dari lubang cetakan ke bingkai
5	Tempatkan cetakan truk pada bagian rakitan rangka
6	Bersihkan cetakan dari kotoran beton yang lengket
7	Lumasi cetakan dengan minyak
8	Pemasangan rangka beton pada bekisting
9	Pindahkan bentuk bagian kerangka yang disematkan ke isian beton
10	Menempatkan cetakan di pengisi beton
11	Pengecoran beton
12	Pergeseran bekisting yang sudah ada beton
13	Penjajaran beton di semua bagian
14	Pendudukan cetakan
15	Pergeseran cetakan ke alat presan
16	Proses pengepresan
17	Memindahkan cetakan ke alat bubut
18	Pekerjaan pembubutan
19	Pemindahan cetakan untuk di Evaporasi
20	Proses pemanasan
21	Pergeseran <i>mould</i> dari tempat penguapan
22	Proses pembukaan <i>mould</i>
23	Pemberian label tertentu
24	Pemindahan beton ke unit penyimpanan

Tabel 2. Hasil Perhitungan Penelitian

Terdapat 2						
Stasiun Kerja	Elemen Kerja	W <sub>i</sub>	ST	CT	CT - ST	Effisiensi
1	4	92.98	936.24	1680	743.76	55.73%
	5	77.96				
	6	280.50				
	7	167.98				
	8	317.25				
2	9	296.82	1397.91	1680	282.09	83.21%
	10	194.34				
	11	298.52				
	12	95.31				
	13	398.85				
3	1	283.32	1342.19	1680	337.81	79.89%
	2	142.72				
	3	131.49				
	14	790.65				
	15	132.07				
4	16	126.96	1156.06	1680	323.94	80.72%
	17	149.85				
	18	811.55				
	19	133.67				
	20	1613.17				
5	30a	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
6	30b	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
7	30c	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
8	30d	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
9	30e	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
10	30f	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
11	30g	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
12	30h	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
13	30i	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
14	30j	1613.17	1613.17	1680	88.84	98.02%
15	21	84.87	1352.30	1680	327.70	80.49%
	22	828.87				
	23	226.40				
	24	210.16				
Jumlah		22516.36	22516.36	15210	2685.64	
Line Efficiency		89.35%				
Idle Time		2683.64 detik				
Balance delay		10.65%				
Smoothness Index		843.88				

Hasil perhitungan line efficiency, idle time, balance delay dan parity index dengan menggunakan metode Helgeson-Birmie (Ranked Position Weight) dapat diperoleh :

Lintasan yang efisien:

$$LE = \frac{\sum ST}{K \times CT} \times 100\%$$

$$= \frac{22516.36}{15 \times 1680} \times 100\%$$

$$= 89.35\%$$

Waktu Mengganggu :

$$IT = CT - ST$$

$$= 25200 - 22516.36$$

$$= 2683.64 \text{ detik}$$

Kesetimbangan Waktu Senggang :

$$BD = 100\% - LE$$

$$= 100\% - 89.35\%$$

$$= 10.65\%$$

Indeks Kelancaran:

$$SI = \sqrt{\frac{\sum (ST_{max} - ST_i)^2}{n}}$$

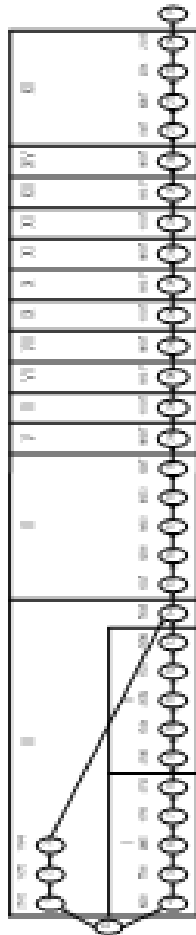
$$= \sqrt{\frac{(1613.17 - 936.24)^2 + (1613.17 - 1397.91)^2 + \dots + (1613.17 - 1352.3)^2}{15}}$$

$$= 843.88$$

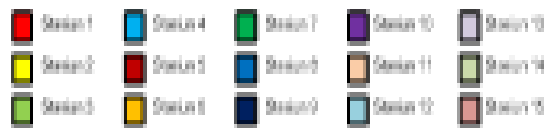
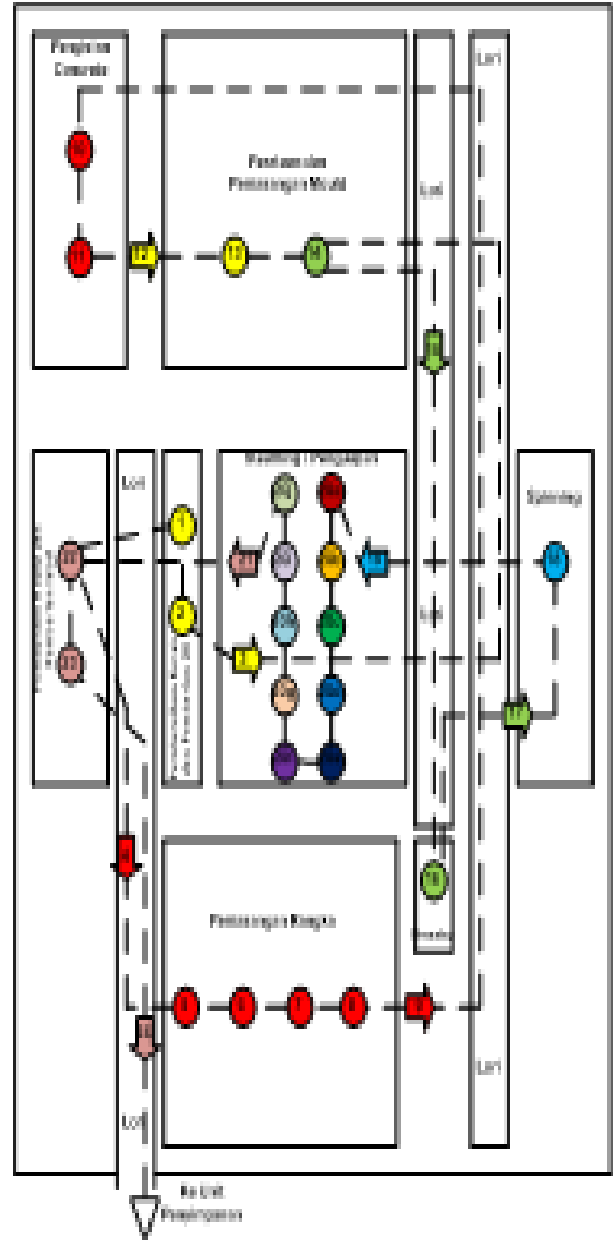
### Pembahasan Hasil Perancangan

Pada Tabel 2 nilai smoothness index turun menjadi 843,88. Hal ini terjadi karena hanya workstation 1 yang tidak seimbang, dengan efisiensi workstation sebesar 55,73%, sedangkan workstation 2, 3 dan 4 dapat dikatakan seimbang pada kisaran efisiensi workstation 79% hingga 84%.

Perincian pusat kerja dalam diagram prioritas membantu untuk melihat perincian fisik pusat kerja, membantu menyusun konfigurasi garis dan pusat kerja, memfasilitasi visualisasi fase tugas dan memfasilitasi kontrol dan perencanaan kegiatan. Terlihat distribusi pekerjaan dalam flowchart memberikan representasi visual yang nyata dan jelas tentang distribusi pekerjaan dalam tata letak pabrik tempat proses produksi berlangsung.



Gambar 2. Pembagian Stasiun Kerja pada menggunakan precedence diagram



Gambar 3. Pembagian Stasiun Kerja Pada Diagram Alir metode Helgeson-Birnie (Ranked Positional Weight)

---

#### 4. Kesimpulan

Terjadi peningkatan terhadap 4 performansi yaitu line efficiency sebesar 89,35%, idle time sebesar 2683,64 detik, balanced delay sebesar 10,65%, dan nilai dari smoothness index sebesar 843.88. Khusus untuk perubahan nilai smoothness terjadi penurunan nilai smoothness index dari 2041.72 menjadi sebesar 843.88.

---

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Yuselin and I. G. A. Angganatha, “MENINGKATKAN EFISIENSI LINE PAINTING PROPELLER SHAFT KATEGORI 2 DAN 3 DENGAN METODE LINE BALANCING DI PT INTI GANDA PERDANA,” vol. 10, 2019.
  - [2] H. Saptono and A. Wardani, “ANALISIS ASSEMBLY LINE BALANCING PRODUK HEAD LAMP TYPE K59A DENGAN PENDEKATAN METODE HELGESON-BIRNIE Studi Kasus PT. Indonesia Stanley electric”.
  - [3] H. H. Azwir and H. W. Pratomo, “Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X,” *JRSI*, vol. 6, no. 1, p. 57, Apr. 2017, doi: 10.26593/jrsi.v6i1.2428.57-64.
  - [4] I. Dharmayanti and H. Marliansyah, “PERHITUNGAN EFEKTIFITAS LINTASAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE LINE BALANCING,” *logistik, marketing, perdagangan international*, vol. 3, no. 1, pp. 45–56, May 2019, doi: 10.30988/jmil.v3i1.63.
  - [5] R. Fatmawati and M. L. Singgih, “Evaluasi dan Peningkatan Performansi Lini Perakitan Speaker dengan Menggunakan Ekonomi Gerakan dan Line Balancing,” *JTITS*, vol. 8, no. 1, pp. F35–F40, Jun. 2019, doi: 10.12962/j23373539.v8i1.37910.
  - [6] H. Hermanto, “PERENCANAAN KESEIMBANGAN LINI (LINE BALANCING) UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI LINTASAN KERJA PERKAITAN ELEVATOR PADA PT HYUNDAI ELEVATOR INDONESIA,” *JT*, vol. 8, no. 1, Mar. 2019, doi: 10.31000/jt.v8i1.1581.
  - [7] H. Srijayasari, “PERANCANGAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI AMMUNITION BOX MENGGUNAKAN METODE RANK POSITIONAL WEIGHT,” 2018.
  - [8] M. E. Annisa, M. Y. Lubis, and A. A. Yanuar, “PENERAPAN METODE HELGESON-BIRNIE UNTUK MEMINIMASI WASTE WAITING PADA PROSES PRDUKSI PINTU BAGIAN DEPAN KOMODO MBDA DI DEPARTEMEN FABRIKASI PT PINDAD (PERSERO)”.
  - [9] A. Nasution and C. Humaira, “Penyeimbangan Stasiun Kerja dalam Produksi Ragum Dengan Menggunakan Metode Helgeson-Birnie,” 2020.
  - [10] T. Regina, J. A. Luin, and G. D. Rembulan, “MENGURANGI KETERLAMBATAN WAKTU PRODUKSI MENGGUNAKAN LINE BALANCING PADA SEKTOR KONSTRUKSI JALAN TOL,” 2020.
-