



PAPER – OPEN ACCESS

Perbandingan Metode Kilbridge Wester dan Ranked Positional Weight pada Permasalahan Line Balancing Proses Produksi Batik

Author : Abdillah Thoha, dkk
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1787
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Perbandingan Metode *Kilbridge Wester* dan *Ranked Positional Weight* pada Permasalahan *Line Balancing* Proses Produksi Batik

Abdillah Thoha, Dhiya Salsabilla, Dimas Alexander, Diora Febe Gultom, Muhammad Rizky

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

abdillahthoha196@gmail.com, dhiyasalsabilla260804@gmail.com, manciditydimas02@gmail.com, diorafebegultom02@gmail.com, mhdrizky1510@gmail.com

Abstrak

Batik yaitu warisan budaya Indonesia sudah dikenal sejak lama. Dalam pembuatan produk, *line balancing* digunakan agar dapat melakukan penyeimbangan *job* kepada suatu *assembly line* menuju *work station* agar dapat meminimalisir jumlah *work station* dan total *idle time*. Langgan Batik & Souvenir mengalami masalah ketidakseimbangan lintasan produksi yang menyebabkan penumpukan barang pada aliran produksi. Oleh karena itu, diperlukan penyeimbangan lintasan produksi pada stasiun kerja dengan menggunakan metode *Line Balancing* seperti *Kilbridge Wester* dan *Ranked Positional Weight* (RPW). Tujuan dari penggunaan metode tersebut adalah untuk mendapatkan rancangan model keseimbangan lintasan yang efisien dan mengurangi waktu menunggu dengan cara melakukan pengaturan pada lintasan produksi agar dapat balance. Penerapan metode *Ranked Positional Weight* dapat meningkatkan efisiensi dari 50,62% menjadi 91,11% dan menurunkan *balance delay* dari 49,38% menjadi 8,89%.

Kata Kunci: Lintasan; Penumpukan; Waktu; Efisiensi

Abstract

Batik is a typical Indonesian culture that has been known since ancient times and has been passed down from generation to generation. Line balancing is a series of work stations (machines and equipment) used in product manufacturing. The line balancing method is used to balance the assignment of several work elements from an assembly line to work stations to minimize the number of work stations and minimize the total waiting time (idle time). The problem of production line imbalance is also found in Langgan Batik & Souvenir, namely the accumulation of goods in the production flow (bottleneck). It is necessary to balance the production line at work stations using the Line Balancing method, namely the Kilbridge Wester and Ranked Positional Weight (RPW) methods. The goal to be achieved is to obtain an efficient track balance model design (number of stations and work element allocation). The plan to reduce delay time is to arrange a balanced production line. To set up a balanced production track, it is necessary to group work stations. The best application of track balance is the Ranked Positional Weight method because it can increase efficiency from 50.62% to 91.11% and reduce balance delay from 49.38% to 8.89%.

Keywords: *Line; Bottleneck; Time; Efficiency*

1. Pendahuluan

Batik adalah seni kain yang dihiasi dengan gambar dan pola yang dibuat dengan cara titik-titik menggunakan lilin dan pewarna. Budaya batik sudah ada sejak lama di Indonesia dan diwariskan dari generasi ke generasi. UNESCO telah mengakui batik Indonesia sebagai warisan budaya dunia karena keunikan teknik, teknologi, motif dan budayanya. Pada tahun 2009, UNESCO menjadikan batik Indonesia sebagai bagian dari warisan manusia dalam bidang budaya lisan dan non-bendawi [1].

Line balancing merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa stasiun kerja, mesin, dan peralatan yang digunakan dalam proses produksi suatu produk. Setiap stasiun kerja tersebut dioperasikan oleh satu atau lebih operator, dan bisa menggunakan berbagai macam peralatan yang dibutuhkan. Tujuan penelitian metode keseimbangan lintasan yakni agar dapat diatur dan diseimbangkan *workload* pada setiap *work station* yang ada [2].

Keseimbangan lintasan produksi sangat penting dalam perencanaan hasil produksi karena dapat mempengaruhi nilai produksi yang optimal. Jika waktu yang tersedia di suatu *work center* lebih sedikit dari waktu yang dibutuhkan, maka akan terjadi ketidakseimbangan waktu pada stasiun kerja. Selain itu, penumpukan barang bahan baku atau barang setengah jadi dengan mesin-mesin lainnya juga dapat menyebabkan tingginya nilai *balance delay* dan rendahnya efisiensi lintasan. Oleh karena itu, metode *line balancing* digunakan untuk melakukan penyeimbangan *job* pada suatu *assembly line* menuju *work station* yang memiliki target untuk mengecilkan jumlah *work station* dan waktu menganggur pada *work station* agar dapat mendapatkan *output* sesuai target [3].

Langgan Batik & Souvenir mengalami permasalahan ketidakseimbangan lintasan produksi di mana terdapat penumpukan barang pada aliran produksi atau *bottleneck* di *Work Center III* (Pencantingan) menuju *Work Center IV* (Pewarnaan). Selain itu, terdapat masalah operator yang tidak hadir di stasiun kerjanya selama jam kerja, yang mengakibatkan waktu kerja hilang dan jadwal produksi terganggu.

Dibutuhkan pengaturan keseimbangan aliran produksi pada setiap stasiun kerja menggunakan metode *Line Balancing* seperti RPW Dalam mengatur keseimbangan tugas pada setiap stasiun kerja, perlu mempertimbangkan waktu yang diperlukan untuk setiap unit produk pada setiap tugas dan urutan yang diperlukan, sehingga dapat mencapai aliran produksi yang lancar untuk memaksimalkan penggunaan fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan [4]

Balance delay adalah ukuran yang mengindikasikan ketidakseimbangan pada suatu lintasan produksi dan didefinisikan sebagai selisih antara waktu yang dibutuhkan oleh stasiun kerja W_{si} dan waktu siklus CT yang ditetapkan. Hal ini dapat menghasilkan penumpukan produk pada stasiun kerja yang lambat dan menyebabkan penurunan efisiensi produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyeimbangan lintasan agar dapat meminimalisir *balance delay* dan dapat meningkatkan produktivitas dengan perumusan berikut [5]

$$BD = \frac{K.C - \sum_{i=1}^K ST_i}{K.C} \quad (1)$$

Keterangan:

ST_i : waktu *work station* ke- i

K : total *work station* yang dibentuk

C : *cycle time* terbesar *work station*

Efisiensi lintasan menunjukkan tingkatan efisiensi sebuah lintasan dengan persentase [6]. Rumus dari efisiensi lintasan (EL) adalah:

$$EL = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{K.C} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

ST_i : waktu *work station* ke- i

K : total *work station* yang dibentuk

C : *cycle time* terbesar *work station*

Indeks kelancaran (*smoothness index*) adalah indikator yang mengukur tingkat kehalusan atau kelancaran relatif dari suatu *line balancing* dalam hal waktu tunggu. Dinyatakan sempurna apabila nilai yang didapatkan sudah mendekati 0 [6]. Rumus dari *smoothness index* (SI) adalah:

$$SI = \sqrt{\sum (ST_{max} - ST_i)^2} \quad (3)$$

Keterangan:

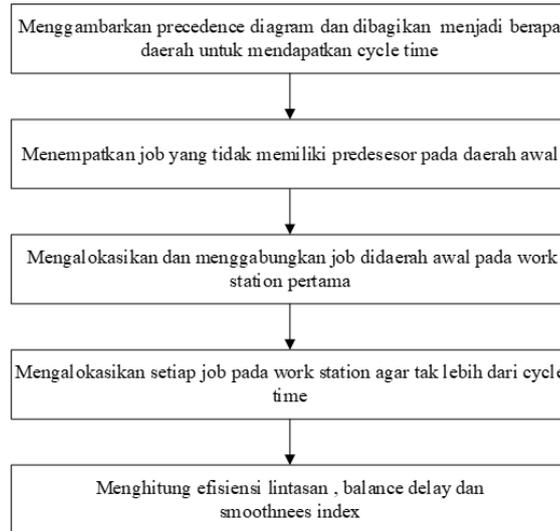
ST_{max} : waktu stasiun kerja maksimal

ST_i : waktu stasiun kerja ke- i

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah model keseimbangan lintasan yang efisien, dengan menentukan jumlah stasiun kerja dan alokasi tugas pada setiap stasiun kerja. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan antara model keseimbangan lintasan yang dihasilkan dengan kedua metode yang digunakan.

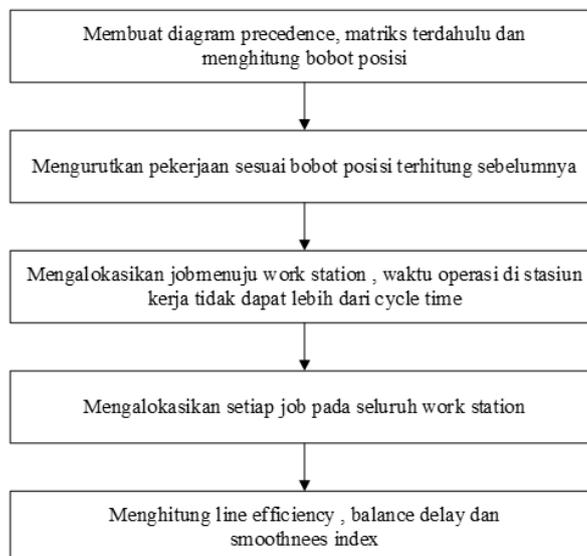
2. Metode Penelitian

Penelitian ini disebut penelitian tindakan (*action research*) yang dilakukan di Langgam Batik & Souvenir yang bergerak dalam memproduksi kain batik yang berlokasi di Medan. Objek penelitiannya yakni urutan lintasan Ketika memproduksi khususnya *Work Center III* (Pencantingan) ke *Work Center IV* (Pewarnaan). Metode *Kilbridge Wester* memecah diagram precedent menjadi beberapa wilayah secara vertikal dan menghindari keberadaan dua operasi berurutan dalam setiap wilayah. Prinsip dasar metode *Kilbridge Wester* adalah memberikan prioritas pada operasi yang bertanggung jawab pada tahap awal produksi [7]. Pada metode *Kilbridge Wester*, tugas-tugas dikategorikan pada kategori sama berdasarkan kaitan antara tugas. Kelompok pertama (kelompok ke-1) berisi *job* yang tidak memiliki tugas pendahulu, sedangkan kelompok kedua (kelompok ke-2) berisi tugas-tugas yang memiliki tugas pendahulu di kelompok ke-1, dan seterusnya. Dalam menempatkan tugas-tugas pada stasiun kerja, kelompok yang dipilih pertama kali adalah kelompok ke-1 [8].



Gambar 1. Tahapan Metode *Kilbridge Wester*

RPW merupakan teknik melakukan penyeimbangan lintasan produksi dengan menggunakan bobot posisi pada setiap tugas yang harus ditempatkan pada semua posisi. Metode ini bertujuan untuk mencapai efisiensi produksi yang optimal dengan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk setiap tugas dalam proses produksi [9]. Bobot pada metode RPW diberikan pada setiap elemen pekerjaan dengan memperhatikan keterkaitan atau urutan dalam *precedence diagram*. Bobot tersebut diberikan agar elemen kerja dengan keterkaitan lebih besar memiliki beban yang lebih besar pula, sehingga elemen pekerjaan tersebut diprioritaskan dalam proses penempatan pada posisi kerja [10]. Tahap teknik pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Metode *Ranked Positional Weight*

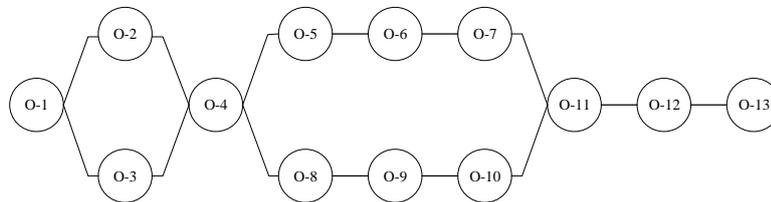
3. Hasil dan Pembahasan

Dalam menentukan keseimbangan lintasan produksi diperlukan data waktu elemen kerja. Data waktu elemen kerja produksi batik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Waktu Elemen Kerja.

Kode Operasi	Operasi	Waktu Kerja (menit)
O-1	Persiapan	15
O-2	Pemotongan Kain	10
O-3	Pembuatan Pola Batik	75
O-4	Pencantingan	60
O-5	Pewarnaan Pola	60
O-6	Pengeringan yang Pertama	45
O-7	Penguncian Warna Pola	10
O-8	Pewarnaan Dasar Kain	10
O-9	Pengeringan yang Kedua	45
O-10	Penguncian Warna Dasar Kain	10
O-11	Pencucian Akhir	15
O-12	Pengeringan Akhir	45
O-13	Pengecekan Akhir	10

Untuk melakukan analisis kondisi awal, dilakukan pengelompokan elemen kerja ke dalam *work station* dan ditentukan *cycle time* yang diperlukan. Kondisi awal produksi batik pada stasiun kerja dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Precedence Diagram Produksi Batik

Waktu operasional hasil pengkategorian elemen-elemen kerja fase pertama pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengelompokan Elemen Kerja Awal

Kolom	Operation Code	Operasi	Waktu Kerja (menit)	Waktu Menganggur (menit)	Waktu Siklus (menit)
I	O-1	Persiapan	15		15
II	O-2	Pemotongan Kain	10		85
	O-3	Pembuatan Pola Batik	75		
III	O-4	Pencantingan	60	15	75
IV	O-5	Pewarnaan Pola	60		70
	O-8	Pewarnaan Dasar Kain	10		
V	O-6	Pengeringan yang Pertama	45		90
	O-9	Pengeringan yang Kedua	45		
VI	O-7	Penguncian Warna Pola	10	5	32
	O-10	Penguncian Warna Dasar Kain	10	7	

VII	O-11	Pencucian Akhir	15	15
VIII	O-12	Pengeringan Akhir	45	45
IX	O-13	Pengecekan Akhir	10	10
Total			410	437

Dari hasil pengelompokan data, dinyatakan bahwa waktu siklus terbesar adalah 90 menit. Hal ini menyebabkan *balance delay* awal mencapai 49,38%, sedangkan efisiensi awal hanya mencapai 50,62%. *Smoothing index* awal juga tercatat sebesar 153,91.

3.1. Metode Kilbridge Wester

Metode *Kilbridge Wester* melakukan pengelompokan job pada beberapa kelompok memiliki kaitan sifat sama. Teknik ini sangat menspesifikkan kolom dengan waktu yang dapat dekat dengan waktu siklus dalam pengelompokan stasiun kerja. Proses pengelompokan operasi dengan metode *Kilbridge Wester* pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengelompokan Operasi Metode *Kilbridge Wester*

Stasiun Kerja	Kode Operasi	Waktu Kerja	Waktu Kumulatif
I	O-1	15	25
	O-2	10	
II	O-3	75	75
	O-4	60	
III	O-8	10	70
	O-5	60	
V	O-6	45	90
	O-9	45	
	O-7	10	
VI	O-10	10	90
	O-11	15	
	O-12	45	
	O-13	10	
Total		410	410

Dari pengelompokan data metode *Kilbridge Wester* didapatkan *cycle time* terbesar berdasarkan pengelompokan yakni 90 menit, dan mendapatkan nilai *balance delay* 24,07%, efisiensi 75,93%, dan *smoothing index* 75,83.

3.2. Metode Ranked Positional Weight

Ranking beban posisi pada teknik RPW didapatkan dengan menjumlahkan waktu operasi dan waktu operasi-operasi yang memiliki hubungan sebelumnya, dan kemudian melakukan perankingan berdasarkan besarnya nilai bobot posisi tersebut. Operasi dengan bobot posisi terbesar akan memiliki *ranking* teratas, sedangkan operasi dengan bobot posisi terkecil akan memiliki *ranking* terbawah. Informasi mengenai *ranking* bobot posisi untuk setiap operasi dapat ditemukan pada Tabel berikut.

Tabel 4. *Ranking* Bobot Posisi

Elemen	Bobot Posisi	<i>Ranking</i>
O-1	410	1
O-2	320	3
O-3	385	2
O-4	310	4
O-5	185	5
O-6	125	7
O-7	80	9
O-8	135	6
O-9	125	8
O-10	80	10

O-11	70	11
O-12	55	12
O-13	10	13

Metode RPW dilaksanakan dengan cara mengelompokkan *work operation* ke *work station* secara berurutan menurut *ranking* beban posisi dan *cycle time*. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa waktu total setiap *work station* seimbang, sehingga setiap stasiun kerja tidak melampaui *cycle time* ketentuan.

Tabel 5. Pengelompokan Operasi Metode *Ranked Positional Weight*

Work Station	Ranking	Operation Code	Time Process	Waktu Total
I	1	O-1	15	90
	2	O-3	75	
II	3	O-2	10	70
	4	O-4	60	
III	5	O-5	60	70
	6	O-8	10	
IV	7	O-6	45	90
	8	O-9	45	
V	9	O-7	10	90
	10	O-10	10	
	11	O-11	15	
	12	O-12	45	
	13	O-13	10	
Total			410	410

Setelah dilakukan analisis dengan metode *Ranked Positional Weight*, didapatkan hasil bahwa waktu siklus terbesar dari pengelompokan adalah 90 menit. Dengan hasil ini, *balance delay* berhasil dikurangi menjadi 8,89% dan efisiensi meningkat menjadi 91,11%, serta *smoothing index* sebesar 28,28. Selanjutnya, hasil analisis ini dibandingkan dengan kondisi awal dan analisis menggunakan metode *Kilbridge Wester*.

Tabel 6. Perbandingan Hasil *Line Balancing*

Teknik	Stasiun Kerja	Balance Delay (%)	Efisiensi (%)	Smoothing Index
Kondisi Awal	9	49,38	50,62	153,91
<i>Kilbridge Wester</i>	6	24,07	75,93	75,83
RPW	5	8,89	91,11	28,28

Dari hasil perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa metode *Ranked Positional Weight* (RPW) menghasilkan *balance delay* terkecil dan tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Kilbridge Wester*. Oleh karena itu, untuk memecahkan masalah pada kasus ini, penerapan keseimbangan lintasan produksi sebaiknya menggunakan metode RPW.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa cara meminimalisir *delay time* yakni menggunakan keseimbangan lintas produksi yang sempurna melalui pengelompokan stasiun kerja. Dalam pengolahan dan analisis kali ini, digunakan metode berikut dalam *line balancing*, yang mana keduanya dapat mengurangi *balance delay* dan meningkatkan efisiensi produksi. Namun, hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode RPW memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan efisiensi dari 50,62% menjadi 91,11% dan menurunkan *balance delay* dari 49,38% menjadi 8,89%.

Referensi

- [1] Agustin, Amanah. (2014) "Sejarah Batik dan Motif Batik di Indonesia." Seminar Nasional Riset Inovatif II : 539-541.
- [2] Febriani, W.P., M. A. Saputra, D. Setiawan, dan B. F. Lumbanraja. (2020) "Penerapan Konsep Line Balancing dalam Proses Produksi Pintu dengan Metode Ranked Position Weight di CV Indah Jati Permana." *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory* 1 (2): 55.
- [3] Nugrianto, G., M. Syambas, R. Diky, dan N. Demus. (2020) "Analisis Penerapan Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi Studi Kasus: CV. Bumen Las Kontraktor." *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory* 1 (2): 46-47.
- [4] Azwir, Hery Hamdi dan Harry Wahyu Pratomo. (2017) "Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X." *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 6 (1): 58.
- [5] Djunaidi, Much dan Angga. (2017) "Analisis Keseimbangan Lintasan (Line Balancing) pada Proses Perakitan Body Bus pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 5 (2): 79.
- [6] Dharmayanti, Indrani dan Hafif Marliansyah. (2019) "Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing." *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik* 3 (1): 50.
- [7] Gozali, Lina, Andres dan Feriyatis. (2015) "Penentuan Jumlah Tenaga Kerja dengan Metode Keseimbangan Lini pada Divisi Plastic Painting PT. XYZ." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 3 (1): 12.
- [8] Perwitasari, Dyah Saptanti. (2008) "Perbandingan Metode Ranked Positional Weight dan Kilbridge Wester Pada Permasalahan Keseimbangan Lini Lintasan Produksi Berbasis Single Model." *Teknik Informatika ITB* : 5.
- [9] Moonti, Riton, Hendra Uloli dan Abdul Rasyid. (2022) "Analisis Keseimbangan Lintasan Lini Produksi Tepung Kelapa dengan Metode Ranked Positional Weight dan Region Approach." *Jambura Industrial Review* 2 (1): 6.
- [10] 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): 13-14.