

Optimal Line Balancing with Region Approach and Ranked Positional Weight: Penyeimbangan Garis Optimal dengan Pendekatan Wilayah dan Bobot Posisi Berurutan

Salsabila Aulia Zahra

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Rusindiyanto Rusindiyanto

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

General Background: Micro, small, and medium enterprises (MSMEs) are vital to regional economic growth, yet many face production inefficiencies. **Specific Background:** UMKM Aneka Songkok Jombang, a producer of embroidered songkok, struggles with unbalanced production lines causing excessive work-in-progress, long waiting times, and unmet market demand. **Knowledge Gap:** Previous studies seldom compare line-balancing methods tailored to small-scale handicraft industries with complex station workflows. **Aims:** This research aims to enhance production line performance by applying the **Region Approach (RA)** and **Ranked Positional Weight (RPW)** methods to achieve optimal line balancing. **Results:** Stopwatch Time Study revealed initial efficiency of 47%, balance delay of 53%, and idle time of 45.24 minutes. Implementation of RA improved efficiency to 74%, reduced balance delay to 26%, and cut idle time to 14.41 minutes, while RPW achieved superior outcomes with 82% efficiency, 18% balance delay, and 8.87 minutes idle time. **Novelty:** This study provides a comparative evaluation of RA and RPW in a traditional MSME context, highlighting RPW's higher effectiveness for small-scale, high-variability production. **Implications:** Findings guide MSMEs in adopting RPW for strategic line balancing, enabling improved productivity, reduced waste, and enhanced competitiveness in local and international markets.

Highlights:

- RPW method achieved the highest efficiency (82%) with the lowest idle time (8.87 minutes).
- Comparative analysis shows RPW outperforms RA for small-scale production balancing.
- Implementation reduces work-in-progress and meets increasing market demand.

Keywords: Line Balancing, Region Approach, Ranked Positional Weight, Songkok Production, MSME Efficiency

Pendahuluan

Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) merupakan faktor utama dalam pertumbuhan ekonomi dan sosial. Berdasarkan data dari Kementerian Dinas Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah yang diolah badan Statistik Jawa Timur (2025), jumlah UMKM di wilayah Kabupaten Jombang sebanyak 106.656 UMKM. Berdasarkan jumlah UMKM menunjukkan bahwa sektor ini berpotensi meningkatkan perokonomian masyarakat. UMKM Aneka Songkok adalah UMKM yang terletak di Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Usaha ini memproduksi produk songkok dengan berbagai macam motif bordir. UMKM Aneka Songkok memasarkan produknya kepada agen songkok dari berbagai daerah di Indonesia dan Malaysia.

Dalam proses produksi terdapat urutan produksi dari bahan mentah hingga menjadi barang jadi. Proses produksi songkok meliputi proses pemotongan bahan, penjahitan I, pembordiran, penjahitan II, dan finishing. Produk songkok sangat digemari oleh masyarakat, sehingga permintaan pasar terhadap produk songkok cukup tinggi. Pada periode bulan Februari 2024 – Januari 2025 permintaan pasar terhadap produk songkok cukup meningkat, namun jumlah produksi tidak dapat memenuhi jumlah permintaan. Hal ini dikarenakan UMKM Aneka Songkok seringkali menghadapi kendala dalam melakukan proses produksi berupa penumpukan barang setengah jadi atau work in process (WIP) yang berlebih sehingga terjadi bottleneck dan terdapat stasiun kerja yang mengalami pemborosan waktu. Dalam produksi songkok bordir, pemborosan waktu disebabkan karena perbedaan waktu dalam menyelesaikan proses di tiap stasiun kerja sehingga terjadi ketidakseimbangan aliran produksi. Ketidakseimbangan produksi ini terjadi pada proses penjahitan II yaitu setelah dilakukan proses pembordiran. Menurut Fahrila, Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kepercayaan konsumen terhadap perusahaan serta melemahkan kemampuan perusahaan dalam bersaing di pasar [1].

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, peneliti akan melakukan pendekatan *line balancing* dengan menggunakan metode Region Approach (RA) dan Ranked Positional Weight (RPW). *Line balancing* adalah teknik pembagian sejumlah aktivitas kerja ke berbagai stasiun kerja yang saling terhubung dalam satu lini produksi, dengan memastikan setiap stasiun mempunyai waktu proses yang tidak melampaui waktu siklus yang telah ditetapkan untuk stasiun tersebut [15]. Penyeimbangan lini bertujuan untuk mengurangi seminimal mungkin waktu menganggur (*idle time*) pada suatu alur produksi, Dimana pada umumnya dipengaruhi oleh proses dengan kecepatan paling rendah [7]. Metode Region Approach adalah metode yang menugaskan elemen kerja ke stasiun kerja berdasarkan prioritas posisi elemen tersebut dalam *precedence diagram*. Metode Ranked Positional Weight (RPW) adalah metode yang memberikan bobot atau peringkat pada elemen kerja berdasarkan *precedence diagram* untuk kemudian dikelompokkan ke dalam stasiun kerja [6]. Menurut Prasetyo dan Aidil, metode RA dan RPW dapat membantu permasalahan keseimbangan lini produksi, dengan menggunakan kedua metode tersebut *line efficiency* produksi meningkat dan *balance delay* dalam proses produksi menurun [12]. Dengan penelitian ini diharap dapat menjadi bahan evaluasi bagi perusahaan dan dapat di implementasikan oleh pihak manajemen sebagai acuan untuk meningkatkan efisiensi lintasan produksi.

Metode

Penelitian dilaksanakan di UMKM Aneka Songkok berlokasi di Dsn. Jatirowo, Desa. Jatigedong, Kecamatan. Ploso, Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2025 hingga juli 2025. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi secara langsung pada UMKM Aneka Songkok Jombang dan wawancara dengan narasumber. Adapun variabel pada penelitian ini yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat berupa waktu baku dalam pembuatan songkok dan tingkat efisiensi lini dan balance delay pada keseimbangan lintasan yang baik pada proses produksi songkok. Variabel bebas berupa data kapasitas produksi, data elemen kerja yang tersedia, data waktu elemen kerja. Metode pengolahan data yang digunakan untuk mencapai keseimbangan lintasan produksi yang optimal yaitu dengan metode *region approach* (RA) dan metode *ranked positional weight* (RPW). Berikut merupakan gambar *flowchart* penelitian sebagai berikut (Gambar 1). Tahapanan penelitian meliputi:

1. Studi lapangan

Studi lapangan merupakan langkah pertama untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada di kondisi nyata sistem yang diteliti.

2. Studi literatur

Studi literatur merupakan kegiatan menelaah literatur yang relevan dengan permasalahan yang akan diangkat sebagai topik penelitian. Literatur yang digunakan peneliti berupa jurnal, dan buku.

3. Perumusan masalah

Berdasarkan hasil pengamatan, maka dilanjutkan dengan pembuatan rumusan masalah.

4. Tujuan penelitian

Dengan rumusan masalah, kemudian dibuat tujuan penelitian sebagai dasar dilakukannya penelitian

5. Identifikasi variabel

Identifikasi variabel dilakukan untuk menentukan variabel acuan yang akan digunakan dalam melakukan penelitian.

6. Pengumpulan data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode *stopwatch time study*. Metode *stopwatch time study* adalah pengukuran waktu kerja menggunakan jam henti (*stopwatch*) [13]. Proses operasi pada produksi songkok cukup singkat dan berulang-ulang, sehingga metode ini sesuai untuk diterapkan [14].

7. Uji keseragaman data

Pengujian keseragaman data dilakukan untuk memastikan tidak adanya data ekstrem yang berpotensi mengganggu atau merusak distribusi data [16]. Uji keseragaman data merupakan proses pemeriksaan terhadap data hasil pengukuran untuk memastikan bahwa data tersebut seragam dan berasal dari satu sistem yang sama. Nilai taksiran k ditentukan berdasarkan tingkat kepercayaan yang digunakan, yaitu $k = 1$ untuk tingkat kepercayaan 67%, $k = 2$ untuk 95%, dan $k = 3$ untuk 99% [8]. Data dapat dikatakan seragam, apabila data tidak melebihi batas kontrol awal (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Jika data keluar dari BKA dan BKB maka data penelitian belum seragam [5].

8. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data merupakan prosedur yang memastikan bahwa data yang dikumpulkan sudah memadai dan mampu mewakili keseluruhan populasi data [10]. Dalam uji kecukupan data, data dianggap sudah memadai apabila memenuhi ketentuan $N' < N$, yaitu nilai teoritis lebih kecil daripada jumlah data yang digunakan [2].

9. Pengolahan data

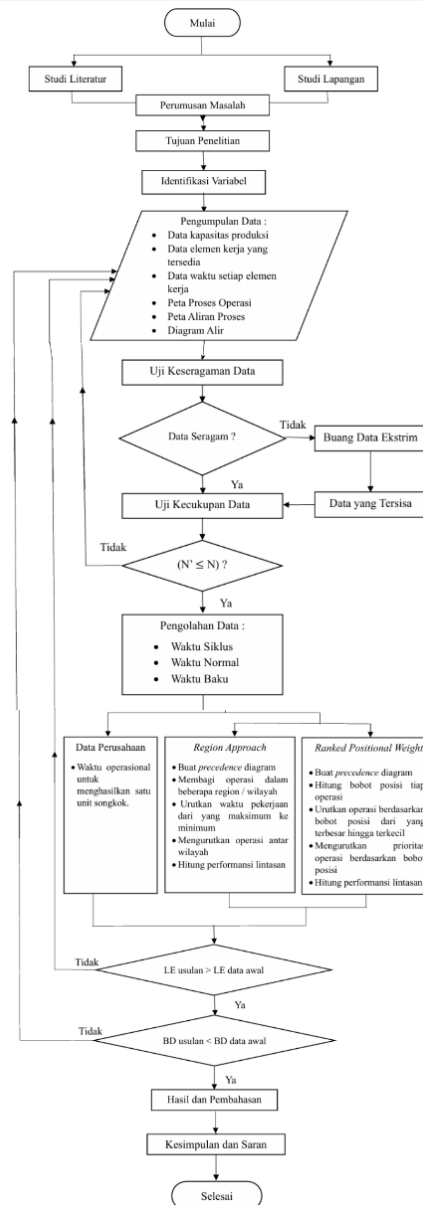
Dalam pengolahan data, langkah pertama yaitu mencari nilai waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku. Waktu siklus adalah durasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk pada sebuah stasiun kerja [9]. Waktu normal merupakan durasi yang dihitung berdasarkan kondisi dan kecepatan kerja standar, yang dibutuhkan oleh operator dengan keterampilan rata-rata dan pengalaman memadai untuk menyelesaikan suatu pekerjaan [11]. Waktu baku adalah total waktu pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya dengan mempertimbangkan waktu kelonggaran [3]. Sebelum menghitung waktu normal dan waktu baku dilakukan proses penentuan *performance rating* dan *allowance* dari tiap operator produksi. Setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan *line balancing* pada kondisi awal stasiun kerja, dilanjut dengan penggunaan metode *line balancing* berupa metode *region approach* (RA) dan metode *ranked positional weight* (RPW). Metode *region approach* membagi operasi kerja ke dalam beberapa wilayah, sedangkan metode *ranked positional weight* adalah metode yang menggunakan nilai bobot posisi dari tiap elemen kerja [4].

10. Hasil dan pembahasan

Tahap ini melakukan analisa terhadap hasil pengolahan data, hal ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari *line balancing* kondisi awal stasiun kerja dengan *line balancing* setelah penerapan metode *region approach* (RA) dan metode *ranked positional weight* (RPW).

11. Penarikan Kesimpulan dan saran

Tahap ini berisi penyusunan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. Data Waktu Operasi Produksi Songkok

UMKM Aneka Songkok Jombang merupakan UMKM yang memproduksi songkok bordir. Berikut data waktu proses produksi songkok. Data waktu operasi produksi songkok ditunjukkan pada tabel 1.

Stasiun Kerja	No	Elemen Kerja	Jumlah Pekerja	Waktu (Menit)					\bar{X}
				1	2	3	4	5	
Stasiun Kerja 1	1	Pemotongan Kain bludru (pola badan dan pola tutup songkok)	1	0,90	0,95	0,92	0,92	0,97	0,93
	2	Pemotongan Kain SAB (pola badan dan pola tutup songkok)	1	0,62	0,67	0,68	0,67	0,65	0,66
	3	pemotongan kain SAB (bleser songkok)	1	0,30	0,27	0,28	0,27	0,27	0,28

Stasiun Kerja 2	4	Penjahitan kertas duplex dengan kain SAB (pola tutup dalam songkok)	3	0,87	0,83	0,86	0,85	0,85	0,85
	5	Penjahitan kertas duplex dengan kain SAB (pola badan dalam songkok)	3	0,99	0,99	0,96	0,98	1,00	0,98
Stasiun Kerja 3	6	Bordir Bosbosan (pola tutup dalam songkok)	3	5,80	6,00	6,15	6,08	6,07	6,02
	7	Bordir Bosbosan (pola badan dalam songkok)	3	3,02	3,05	3,08	3,08	3,17	3,08
	8	Bordir kain bludru (Pola badan luar songkok)	3	3,80	3,67	3,83	3,92	3,62	3,77
Stasiun Kerja 4	9	Penjahitan songkok (perakitan songkok)	5	6,19	6,35	6,25	6,29	6,25	6,27
	10	Penjahitan tepi songkok	5	5,89	5,92	5,87	5,93	5,94	5,91
Stasiun Kerja 5	11	Inspeksi	1	0,67	0,73	0,70	0,75	0,67	0,70
	12	Pengemasan	1	0,77	0,78	0,75	0,77	0,77	0,77

Tabel 1. Data Waktu Operasi Produksi Songkok

B. Uji Keseragaman Data

Dalam pengukuran waktu kerja, sebuah data hasil sampling perlu melalui uji keseragaman untuk memastikan data tersebut seragam dan mewakili keseluruhan waktu pengamatan proses.

1. Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\bar{X} = \frac{0,90 + 0,95 + 0,92 + 0,92 + 0,97}{5}$$

$$\bar{X} = 0,93 \text{ Menit}$$

2. Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0,90-0,93)^2 + (0,95-0,93)^2 + (0,92-0,93)^2 + \dots + (0,97-0,93)^2}{5-1}}$$

$$= 0,03$$

3. Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

Dengan tingkat kepercayaan 95%, maka $k = 2\%$.

$$BKA = \bar{X} + k \cdot \sigma$$

$$= 0,93 + (2 \times 0,03)$$

$$= 0,98 \text{ menit}$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot \sigma$$

$$= 0,93 - (2 \times 0,03)$$

$$= 0,88 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Bk/CL} &= \bar{X} \\ &= 0,93 \end{aligned}$$

Berdasarkan uji keseragaman data, seluruh data yang diperoleh berada dalam batas kendali / batas kontrol, dengan demikian dapat dilanjutkan ke tahap uji kecukupan data.

C. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left| \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right|^2$$

$$N' = \left| \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{(5 \times 21,62) - (4,33)^2}}{4,65} \right|^2$$

$$N' = 1,11$$

Berdasarkan hasil uji kecukupan data, seluruh data memiliki nilai $N' < N$. Sehingga data yang dikumpulkan sudah cukup dan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

D. Performance Rating dan Allowance

Dalam menentukan nilai *performance rating*, peneliti menggunakan *westing house system's rating*. Nilai *performance rating* tiap operator produksi songkok ditunjukkan pada tabel 2.

PERFORMANCE RATING							
Stasiun Kerja	Elemen kerja	Operator	Keterampilan	Usaha	Kondisi Kerja	Konsistensi	Jumlah
1	1	1	0,08	0,05	0,02	0,03	0,18
	2	2	0,06	0,05	0,02	0,03	0,16
	3	3	0,03	0,05	0,02	0,03	0,13
2	4	4	0,06	0,05	0,02	0,03	0,16
		5	0,06	0,05	0,02	0,03	0,16
	5	6	0,06	0,05	0,02	0,03	0,16
		7	0,08	0,05	0,02	0,03	0,18
		8	0,08	0,05	0,02	0,03	0,18
3	6	9	0,08	0,02	0,02	0,03	0,15
		10	0,08	0,02	0,02	0,03	0,15
		11	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13
	7	12	0,11	0,02	0,02	0,03	0,18
		13	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13
		14	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13
	8	15	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13
		16	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13
		17	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13
4	9	18	0,11	0,08	0,02	0,03	0,24
		19	0,11	0,08	0,02	0,03	0,24
		20	0,11	0,08	0,02	0,03	0,24

	10	21	0,11	0,1	0,02	0,03	0,26
		22	0,11	0,1	0,02	0,03	0,26
		23	0,11	0,1	0,02	0,03	0,26
5	11	24	0,08	0,05	0,02	0,01	0,16
	12	25	0,08	0,05	0,02	0,01	0,16
Rata-rata							0,18
Bekerja dalam kondisi normal							1,00
Total							1,18

Tabel 2. Performance Rating

Berdasarkan tabel diatas, nilai *performance rating* rata-rata dari tiap operator sebesar 1,18. Setelah mendapatkan nilai *performance rating*, maka dilanjutkan pada tahap penentuan nilai *allowance* dari tiap operator. Nilai *allowance* dari tiap operator ditunjukkan pada tabel 3.

Operator	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Faktor								Jumlah
			Tenaga yang dikeluarkan	Sikap Kerja	Gerakan Kerja	Kelelahan Mata	Temperatur	Keadaan Atmosfer	Keadaan Lingkungan	Kebutuhan Pribadi	
1	1	1	3	2	0	0	0	0	1	1	7
2		2	3	2	0	0	0	0	1	1	7
3		3	3	2	0	0	0	0	1	1	7
4	2	4	3	1	0	1	0	0	1	3	9
5		4	4	1	0	1	0	0	1	4	11
6		5	3	1	0	1	0	0	1	3	9
7		5	3	1	0	1	0	0	1	3	9
8		5	4	1	0	1	0	0	1	3	10
9	3	6	4	4	0	0	0	0	1	2.5	11.5
10		6	4	4	0	0	0	0	1	2.5	11.5
11		6	4	4	0	0	0	0	1	2.5	11.5
12		7	4	4	0	0	0	0	1	2.5	11.5
13		7	4	4	0	0	0	0	1	2.5	11.5
14		7	4	4	0	0	0	0	1	2.5	11.5
15		8	3	4	0	0	0	0	1	2.5	10.5
16		8	3	4	0	0	0	0	1	2.5	10.5
17		8	4	4	0	0	0	0	1	2.5	11.5
18	4	9	5	1	0	2	0	0	1	5	14
19		9	5	1	0	3	0	0	1	5	15
20		9	5	1	0	3	0	0	1	5	15

21		10	5	1	0	3	0	0	1	5	15
22		10	5	1	0	3	0	0	1	5	15
23		10	5	1	0	3	0	0	1	5	15
24	5	11	2	1	0	2	0	0	1	3	9
25		12	2	1	0	0	0	0	1	2.5	6.5
Rata-rata											11

Tabel 3. Allowance

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan nilai *allowance* rata-rata operator sebesar 11%.

E. Perhitungan Waktu Siklus (Ws), Waktu Normal (Wn), dan Waktu Baku (Wb)

Sebelum data diolah melalui pendekatan keseimbangan lintasan produksi (*line balancing*), langkah pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku dari tiap proses operasi.

1. Waktu Siklus

$$\begin{aligned}
 WS &= \frac{\sum X_i}{N} \\
 &= \frac{0,90+0,95+0,92+0,92+0,97}{5} \\
 &= 0,93 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

2. Waktu Normal

$$\begin{aligned}
 WN &= WS \times \text{Performance Rating} \\
 &= 0,93 \times 1,18 \\
 &= 1,10 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3. Waktu Baku

$$\begin{aligned}
 WB &= WN + (WN \times \text{Allowance}) \\
 &= 1,10 + (1,10 \times 11\%) \\
 &= 1,23 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel hasil dari perhitungan waktu siklus (Ws), waktu normal (Wn), dan waktu baku (Wb) dari masing-masing elemen kerja. Dan hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 4.

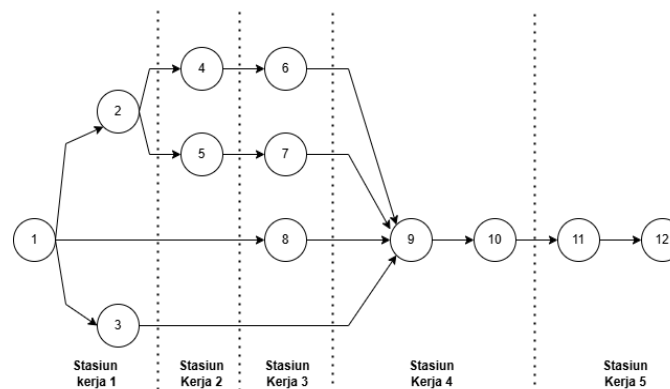
Stasiun Kerja	No	Elemen Kerja	Ws (Menit)	Wn (Menit)	Wb (Menit)	Total Wb (Menit)
Stasiun Kerja 1	1	Pemotongan Kain bludru (pola badan dan pola tutup songkok)	0,93	1,10	1,23	2,47
	2	Pemotongan Kain SAB (pola badan dan pola tutup songkok)	0,66	0,77	0,87	
	3	pemotongan kain SAB (bleser songkok)	0,28	0,33	0,37	
Stasiun Kerja 2	4	Penjahitan kertas duplex dengan kain SAB (pola tutup dalam songkok)	0,85	1,00	1,13	2,43
	5	Penjahitan kertas duplex dengan kain SAB (pola badan dalam songkok)	0,98	1,16	1,31	
	6	Bordir Bosbosan (pola tutup dalam songkok)	6,02	7,10	7,98	17,06

Stasiun Kerja 3	7	Bordir Bosbosan (pola badan dalam songkok)	3,08	3,63	4,08	
	8	Bordir kain bludru (Pola badan luar songkok)	3,77	4,44	4,99	
Stasiun Kerja 4	9	Penjahitan songkok (perakitan songkok)	6,27	7,40	8,31	16,15
	10	Penjahitan tepi songkok	5,91	6,98	7,84	
Stasiun Kerja 5	11	Inspeksi	0,70	0,83	0,93	1,95
	12	Pengemasan	0,77	0,90	1,02	

Tabel 4. Waktu Siklus, Waktu Normal, Waktu Baku Setiap Elemen Kerja

F. Analisis Kondisi Awal Stasiun Kerja

Kondisi awal stasiun kerja UMKM Aneka songkok jombang terdapat 5 stasiun kerja dengan 12 elemen kerja. Berikut merupakan *precedence diagram* proses pembuatan songkok, *precedence diagram* dapat ditinjau pada gambar 2.



Gambar 2. Precedence Diagram Awal

Langkah selanjutnya, analisa keseimbangan lintasan pada kondisi awal stasiun kerja. Berikut merupakan perhitungan waktu menganggur, *line efficiency*, dan *balance delay* berdasarkan tabel 3.

1. Waktu menganggur

$$IT = (n.Tc) - T_{wc}$$

$$IT = (5 \times 17,06) - 40,06$$

$$IT = 45,24 \text{ menit}$$

2. Line efficiency

$$LE = \frac{T_{wc}}{n.Tc} \times 100\%$$

- *Line efficiency* stasiun kerja 1 : $LE = \frac{2,47}{5 \times 1,23} \times 100\% = 40\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 2 : $LE = \frac{2,54}{5 \times 1,31} \times 100\% = 37\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 3 : $LE = \frac{17,06}{5 \times 7,98} \times 100\% = 43\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 4 : $LE = \frac{16,15}{5 \times 8,31} \times 100\% = 39\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 5 : $LE = \frac{1,95}{5 \times 1,02} \times 100\% = 38\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja keseluruhan : $LE = \frac{17,06}{5 \times 40,06} \times 100\% = 47\%$

3. Balance delay

$$BD = 100\% - LE$$

- Balance Delay stasiun kerja 1 : $BD = 100\% - 40\% = 60\%$
- Balance Delay stasiun kerja 2 : $BD = 100\% - 37\% = 63\%$
- Balance Delay stasiun kerja 3 : $BD = 100\% - 43\% = 57\%$
- Balance Delay stasiun kerja 4 : $BD = 100\% - 39\% = 61\%$
- Balance Delay stasiun kerja 5 : $BD = 100\% - 38\% = 62\%$
- Balance Delay stasiun kerja keseluruhan : $BD = 100\% - 47\% = 53\%$

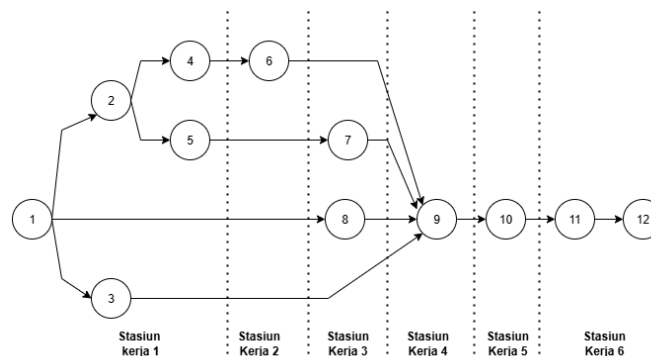
Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan nilai waktu menganggur selama 45,24 menit, *line efficiency* sebesar 47%, dan *balance delay* sebesar 53%. Pada kondisi awal stasiun kerja ini, dapat disimpulkan bahwa aliran produksi belum optimal. Hal ini dikarenakan nilai *line efficiency* yang rendah dan nilai *balance delay* yang cukup tinggi. Maka untuk menyeimbangkan lintasan produksi, akan dilakukan pengolahan data lanjutan menggunakan metode *region approach* (RA) dan *ranked positional weight* (RPW) untuk mengetahui susunan stasiun kerja yang optimal.

G. Metode Region Approach (RA)

Sebelum dilakukan pengolahan data menggunakan metode RA, langkah pertama yang dilakukan yaitu menghitung jumlah stasiun kerja minimum. Dalam perhitungan dibawah, didapatkan jumlah minimum stasiun kerja sebanyak 5 stasiun kerja.

$$\begin{aligned} N_{\min} &= \frac{T_{wc}}{T_c} \\ &= \frac{40,06}{8,31} \\ &= 4,8 \text{ dibulatkan menjadi } 5 \text{ Stasiun Kerja} \end{aligned}$$

Dalam metode RA, pengelompokan elemen kerja berdasarkan wilayah (*region*). Pengelompokan elemen kerja ini dilakukan dari kiri ke kanan. *Precedence diagram* menggunakan metode RA dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Precedence Diagram* Menggunakan Metode *Region Approach*

Dilanjutkan dengan penugasan setiap elemen pekerjaan ke stasiun kerja berdasarkan wilayah pembagian.

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku	Bobot	Total Waktu Baku
Stasiun Kerja 1	1	1,23	40,06	4,90
	2	0,87	38,46	
	3	0,37	18,46	
	4	1,13	27,20	
	5	1,31	23,49	

Stasiun Kerja 2	6	7,98	26,08	7,98
Stasiun Kerja 3	7	4,08	22,18	9,08
	8	4,99	23,09	
Stasiun Kerja 4	9	8,31	18,10	8,31
Stasiun Kerja 5	10	7,84	9,79	7,84
Stasiun Kerja 6	11	0,93	1,95	1,95
	12	1,02	1,02	

Tabel 5. Susunan Elemen Kerja untuk Stasiun Metode Region Approach

Langkah selanjutnya, analisa keseimbangan lintasan dengan metode *region approach*. Berikut merupakan perhitungan waktu menganggur, *line efficiency*, dan *balance delay*.

1. Waktu Menganggur

$$IT = (n.Tc) - T_{wc}$$

$$IT = (6 \times 9,08) - 40,06$$

$$IT = 14,41 \text{ menit}$$

2. Line efficiency

$$LE = \frac{T_{wc}}{n.Tc} \times 100\%$$

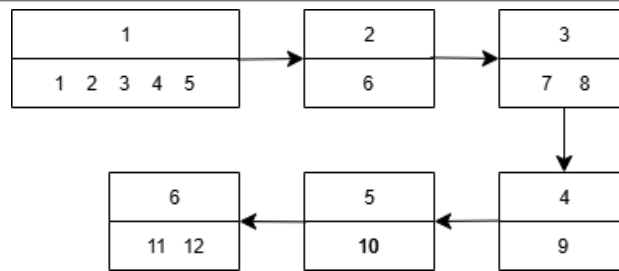
- *Line efficiency* stasiun kerja 1 : $LE = \frac{4,90}{6 \times 1,31} \times 100\% = 63\%$
- *Line efficiency* stasiun kerja 2 : $LE = \frac{7,98}{6 \times 7,98} \times 100\% = 17\%$
- *Line efficiency* stasiun kerja 3 : $LE = \frac{9,08}{6 \times 4,99} \times 100\% = 30\%$
- *Line efficiency* stasiun kerja 4 : $LE = \frac{8,31}{6 \times 8,31} \times 100\% = 17\%$
- *Line efficiency* stasiun kerja 5 : $LE = \frac{7,84}{6 \times 7,84} \times 100\% = 17\%$
- *Line efficiency* stasiun kerja 6 : $LE = \frac{1,95}{6 \times 1,02} \times 100\% = 38\%$

3. Balance Delay

$$BD = 100\% - LE$$

- *Balance Delay* stasiun kerja 1 : $BD = 100\% - 63\% = 37\%$
- *Balance Delay* stasiun kerja 2 : $BD = 100\% - 17\% = 83\%$
- *Balance Delay* stasiun kerja 3 : $BD = 100\% - 30\% = 70\%$
- *Balance Delay* stasiun kerja 4 : $BD = 100\% - 17\% = 83\%$
- *Balance Delay* stasiun kerja 5 : $BD = 100\% - 17\% = 83\%$
- *Balance Delay* stasiun kerja 6 : $BD = 100\% - 38\% = 62\%$
- *Balance Delay* stasiun kerja keseluruhan : $BD = 100\% - 74\% = 26\%$

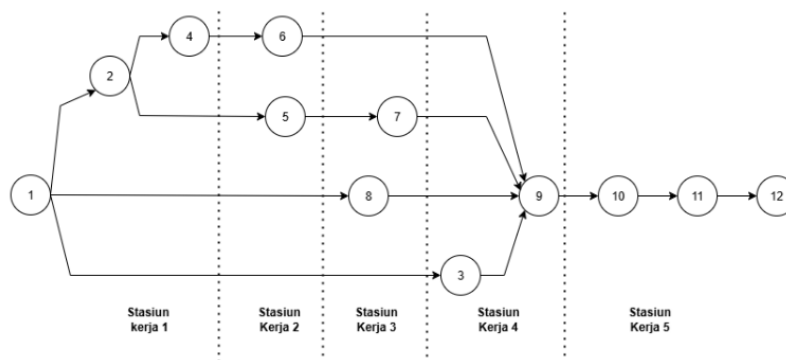
Berdasarkan penerapan metode *region approach* (RA), didapatkan 6 stasiun kerja dengan 12 elemen kerja. Dengan waktu menganggur selama 14,41 menit, *line efficiency* sebesar 74%, dan *balance delay* sebesar 26%. Dibawah ini merupakan gambar *workflow* dari metode *region approach*.



Gambar 4. *Work Flow Metode Region Approach*

H. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

Metode *ranked positional weight* (RPW) merupakan metode dengan penerapan prinsip bobot posisi. Pembobotan posisi dilakukan berdasarkan jumlah bobot posisi terbesar hingga bobot terkecil. Berikut merupakan gambar dari *precedence diagram* metode *ranked positional weight*.



Gambar 5. *Precedence Diagram Menggunakan Metode Ranked Positional Weight*

Berdasarkan Gambar 5, didapatkan susunan matriks pendahuluan sebagai berikut:

Operasi Pendahulu	Waktu Baku	Operasi Pengikut											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,23	-	0,87	1,13	7,98	1,31	4,99	4,08	0,37	8,31	7,84	0,93	1,02
2	0,87		-	0	7,98	1,31	4,99	4,08	0	8,31	7,84	0,93	1,02
3	1,13			-	0	0	0	0	0	8,31	7,84	0,93	1,02
4	7,98				-	0	4,99	0	0	8,31	7,84	0,93	1,02
5	1,31					-	0	4,08	0	8,31	7,84	0,93	1,02
6	4,99						-	0	0	8,31	7,84	0,93	1,02
7	4,08							-	0	8,31	7,84	0,93	1,02
8	0,37								-	8,31	7,84	0,93	1,02
9	8,31									-	7,84	0,93	1,02
10	7,84										-	0,93	1,02
11	0,93											-	1,02
12	1,02												-

Tabel 6. Matriks Pendahulu

Dari tabel matriks diatas, maka dapat diketahui bobot posisi dari tiap elemen kerja, sebagai berikut:

Elemen Kerja	Waktu Baku	Bobot Posisi
1	1,23	40,06
2	0,87	38,46
3	0,37	18,46
4	1,13	27,20
5	1,31	23,49
6	7,98	26,08
7	4,08	22,18
8	4,99	23,09
9	8,31	18,10
10	7,84	9,79
11	0,93	1,95
12	1,02	1,02

Tabel 7. Matriks Posisi Perhitungan Bobot Posisi Dengan Metode RPW

Langkah selanjutnya, dilakukan pengurutan prioritas bobot operasi berdasarkan bobot posisi. Pengurutan dilakukan dari bobot posisi terbesar hingga terkecil. Pengurutan bobot posisi ditunjukkan pada tabel 8.

Elemen Kerja	Waktu Baku	Bobot Posisi
1	1,23	40,06
2	0,87	38,46
4	1,13	27,20
6	7,98	26,08
5	1,31	23,49
8	4,99	23,09
7	4,08	22,18
3	0,37	18,46
9	8,31	18,10
10	7,84	9,79
11	0,93	1,95
12	1,02	1,02

Tabel 8. Prioritas Bobot Operasi

Setelah dilakukan pengurutan bobot posisi, maka dilanjutkan dengan menghitung jumlah stasiun kerja minimum dan pengelompokkan stasiun kerja menggunakan metode RPW.

$$\begin{aligned} N \min &= \frac{Twc}{Tc} \\ &= \frac{40,06}{8,31} \\ &= 4,8 \text{ dibulatkan menjadi 5 Stasiun Kerja} \end{aligned}$$

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Elemen	Bobot	Waktu Total (Menit)
Stasiun 1	1	1,23	40,06	3,23
	2	0,87	38,46	
	4	1,13	27,20	
Stasiun 2	6	7,98	26,08	9,29
	5	1,31	23,49	
Stasiun 3	8	4,99	23,09	9,08
	7	4,08	22,18	
Stasiun 4	3	0,37	18,46	8,68
	9	8,31	18,10	
Stasiun 5	10	7,84	9,79	9,79
	11	0,93	1,95	
	12	1,02	1,02	

Tabel 9. Pengelompokkan Elemen Kerja Metode *Ranked Positional Weight*

Setelah dilakukan pengelompokkan elemen kerja dengan menggunakan metode RPW, maka dilanjutkan dengan perhitung *line balancing* sebagai berikut:

1. Waktu Menganggur

$$IT = (n.Tc) - T_{wc}$$

$$IT = (5 \times 9,79) - 40,06$$

$$IT = 8,87 \text{ menit}$$

2. Line Efficiency

$$LE = \frac{T_{wc}}{n.Tc} \times 100\%$$

- *Line efficiency* stasiun kerja 1 : $LE = \frac{3,23}{5 \times 1,23} \times 100\% = 52\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 2 : $LE = \frac{9,29}{5 \times 7,98} \times 100\% = 23\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 3 : $LE = \frac{9,08}{5 \times 4,99} \times 100\% = 36\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 4 : $LE = \frac{8,68}{5 \times 8,31} \times 100\% = 21\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja 5 : $LE = \frac{9,79}{5 \times 7,84} \times 100\% = 25\%$

- *Line efficiency* stasiun kerja keseluruhan : $LE = \frac{9,79}{5 \times 40,06} \times 100\% = 82\%$

3. Balance Delay

$$BD = 100\% - LE$$

- *Balance Delay* stasiun kerja 1 : $BD = 100\% - 52\% = 48\%$

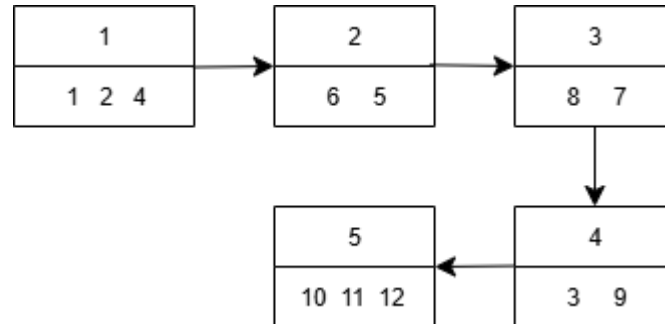
- *Balance Delay* stasiun kerja 2 : $BD = 100\% - 23\% = 77\%$

- *Balance Delay* stasiun kerja 3 : $BD = 100\% - 36\% = 64\%$

- *Balance Delay* stasiun kerja 4 : $BD = 100\% - 21\% = 79\%$

- *Balance Delay* stasiun kerja 5 : $BD = 100\% - 25\% = 75\%$
- *Balance Delay* stasiun kerja keseluruhan : $BD = 100\% - 82\% = 18\%$

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *ranked positional weight* didapatkan waktu menganggur selama 8,87 menit, *line efficiency* sebesar 82%, dan *balance delay* sebesar 18%. Dibawah ini merupakan gambar *workflow* dari metode *ranked positional weight*.



Gambar 6. *Work Flow Metode Ranked Positional Weight*

Simpulan

Berdasarkan hasil penerapan metode *Region Approach* dan metode *Ranked Positional Weight* pada proses pembuatan songkok, metode *Region Approach* menghasilkan *line efficiency* sebesar 74%, *balance delay* sebesar 26%, serta *idle time* sebesar 14,41 menit. Sementara itu, metode *Ranked Positional Weight* menghasilkan *line efficiency* sebesar 82%, *balance delay* sebesar 18%, dan *idle time* sebesar 8,87 menit. Dengan demikian, metode *Ranked Positional Weight* memberikan performa terbaik pada ketiga indikator tersebut, dimana nilai *line efficiency* lebih tinggi, dengan nilai *balance delay* lebih rendah, dan *idle time* semakin singkat dibandingkan metode *Region Approach*. Metode *Ranked Positional Weight* dipilih karena mampu mengoptimalkan pembagian elemen kerja berdasarkan urutan prioritas dan bobot posisi setiap tugas, sehingga diharapkan dapat meningkatkan *line efficiency* dan menurunkan *balance delay* pada lini produksi songkok. Berdasarkan hasil perhitungan, metode RPW menghasilkan 5 stasiun kerja dengan total 12 elemen kerja, *line efficiency* (LE) keseluruhan sebesar 74%, *balance delay* (BD) sebesar 26%, dan *idle time* sebesar 14,41 menit. Analisis per stasiun kerja menunjukkan bahwa hambatan utama terdapat pada stasiun kerja 2, 4, dan 5 yang memiliki LE rendah (<30%) dan BD tinggi (>70%), menandakan pembagian beban kerja yang belum seimbang. Perbaikan yang disarankan meliputi pemberian pelatihan kerja operator pada stasiun kerja yang memiliki *line efficiency* rendah untuk meningkatkan keterampilan operator, menerapkan *cross training* agar operator dapat saling menggantikan dengan kualitas kerja yang setara.

Referensi

- [1] N. Fahrila, N. Kiki, S. D. Masarjo, and F. T. Solihin, "Perencanaan dan Penjadwalan Produksi Mainan dengan Pendekatan Theory of Constraint pada PT. XYZ," *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, vol. 3, no. 1, 2022.
- [2] A. D. Handayani, N. E. Setijogiarto, and N. Yudisha, "Analisis Ergonomi pada Rancang Bangun Alat Uji Defleksi Beam dengan Perhitungan Persentil: Indonesia," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, no. 1, pp. 924–932, Dec. 2024.
- [3] M. Meri, H. Fandeli, and R. Z. Ramadhani, "Analisis Waktu Baku Proses Produksi Roti dengan Metode Stopwatch di UKM Fandra Bakery," *Journal of Science and Social Research*, vol. 5, no. 2, pp. 387–392, 2022.
- [4] R. Moonti, H. Uloli, and A. Rasyid, "Analisis Keseimbangan Lintasan Lini Produksi Tepung Kelapa dengan Metode Ranked Positional Weight dan Region Approach," *Jambura Industrial Review (JIREV)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [5] D. M. Muchtar and Y. F. Fajri, "Menentukan Waktu Standar pada Aktivitas Kerja Produksi Sablon Manual di CV. Dwiputra Ihwa," *Jurnal Teknologika*, vol. 14, no. 2, pp. 571–583, 2024.
- [6] A. Musthofa, "Analisis Line Balancing pada Produksi Produk F2AD06–002AS di PT XYZ," *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, vol. 4, no. 4, pp. 460–469, 2024.

- [7] A. A. Muti, N. H. Ahmad, T. N. Sari, and M. Muafiq, "Analisis Line Balancing dengan Metode Largest Candidate Rules dan Ranked Positional Weight (Studi Kasus UMKM Spare Part Motor Kota Pasuruan)," *Metris: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 24, no. 2, pp. 113–120, 2023.
- [8] A. A. Muti, T. N. Sari, and N. H. Ahmad, "Determination of Standard Time of Fabrication with Stopwatch Time Study (Case Study Cemilan SBR)," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 8, no. 1, pp. 36–40, 2022.
- [9] M. Neveda and L. M. C. Wulandari, "Analisis Perhitungan Waktu Standart untuk Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Optimal pada Proses Produksi PT. NRZ Prima Gasket," *SATUKATA: Jurnal Sains, Teknik, dan Studi Kemasyarakatan*, vol. 1, no. 5, pp. 211–222, 2023.
- [10] M. K. N. Panggabean, A. Isabed, Y. B. R. Saputra, and H. Setiawan, "Perancangan Design Study of Assembly Table with Anthropometric Approach in Wood Workshop 'X'," *JleTri: Journal of Industrial Engineering Tridinanti*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2024.
- [11] A. Y. Pradana and F. Pulansari, "Analisis Pengukuran Waktu Kerja dengan Stopwatch Time Study untuk Meningkatkan Target Produksi di PT. XYZ," *JUMINTEN*, vol. 2, no. 1, pp. 13–24, 2021.
- [12] H. D. Prasetyo and J. Aidil, "Comparative Analysis of Ranked Positional Weight and Region Approach for Bus Body Assembly at PT. ABC," *Advance Sustainable Science Engineering and Technology*, vol. 6, no. 4, pp. 0240401–0240401, 2024.
- [13] J. Saputra, E. Hafrida, and M. Musri, "Pengukuran Waktu Kerja Berbasis Stopwatch Time Study dan Analisis Keselamatan Kesehatan Kerja pada Pabrik Tahu Sukri Bukit Batrem Dumai," *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, vol. 16, no. 1, pp. 86–93, 2021.
- [14] M. Septian and D. Herwanto, "Penentuan Target Produksi Paint Roller Berdasarkan Perhitungan Waktu Baku Menggunakan Metode Stopwatch Time Study," *Journal Industrial Servicess*, vol. 7, no. 2, pp. 206–210, 2022.
- [15] M. R. F. Sidiq and R. A. Darajatun, "Analisis Line Balancing Menggunakan Ranked Positional Weight pada Proses Produksi X di PT XYZ," *JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, pp. 1579–1584, 2023.
- [16] R. Situmorang, C. Y. Alfredo, and H. Setiawan, "Work Chair Design with an Anthropometric Approach in Conventional Workshops," *JleTri: Journal of Industrial Engineering Tridinanti*, vol. 2, no. 1, pp. 14–20, 2024.