



PAPER – **OPEN ACCESS**

Optimalisasi Lini Produksi Ragum melalui Line Balancing dengan Metode Region Approach dan Software POM-QM

Author : James Marco Sagala, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2785
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 9 Issue 2 – 2026 TALENTA Conference Series: Energy & 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



Optimalisasi Lini Produksi Ragum melalui *Line Balancing* dengan Metode *Region Approach* dan *Software POM-QM*

James Marco Sagala*, Caroline Chandra, Hervey Endrian, Steven Thionanto, Syabil Al Faiz

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln Dr. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan, 2015, Indonesia

jameslemontea72@gmail.com, crlnechndra@gmail.com, herveyendrian05@gmail.com, steventhionanto123@gmail.com, syabil432@gmail.com

Abstrak

Efisiensi lini produksi merupakan faktor krusial dalam industri manufaktur untuk menjaga daya pemenuhan target produksi. Ketidakeimbangan lintasan (*line imbalance*) sering menyebabkan *bottleneck*, *idle time*, dan penurunan kapasitas produksi. Pada lini produksi ragum, ketidakeimbangan lintasan mengakibatkan tingginya waktu menganggur, sehingga diperlukan metode penyeimbangan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan lini produksi ragum melalui penerapan *line balancing* dengan metode *Region Approach* dan *software POM-QM*, serta membandingkan kinerja kedua pendekatan tersebut. Berdasarkan peramalan permintaan 18.739 unit selama 746 hari kerja, diperoleh waktu siklus 2.007 detik/unit dan total waktu produksi 11.382 detik dengan jumlah stasiun kerja minimum 6 stasiun. Metode *Region Approach* menghasilkan 7 *work center*, *balance delay* 16,14%, efisiensi lini 83,86%, *idle time* 2.191 detik, dan *smoothness index* 1.621,98. *Software POM-QM* menghasilkan 6 *work center* dengan *balance delay* 2,87%, efisiensi lini 97,13%, *idle time* 336 detik, dan *smoothness index* 158,49. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi industri manufaktur dalam memilih metode *line balancing* yang tepat untuk meningkatkan efisiensi lini produksi.

Kata Kunci: Efisiensi Lini Produksi; Keseimbangan Lintasan; POM-QM; *Region Approach*

Abstract

Production line efficiency is a crucial factor in the manufacturing industry to maintain production targets. Line imbalance often causes bottlenecks, idle time, and decreased production capacity. In the vise production line, line imbalance results in high idle time, necessitating an appropriate balancing method. This study aims to optimize the vise production line through the implementation of line balancing using the *Region Approach* method and *POM-QM* software, as well as to compare the performance of these two approaches. Based on demand forecasting of 18.739 units over 746 working days, a cycle time of 2.007 seconds per unit was obtained, with a total production time of 11.382 seconds and a minimum of 6 workstations. The *Region Approach* method resulted in 7 work centers, with a balance delay of 16,14%, line efficiency of 83,86%, idle time of 2.191 seconds, and a smoothness index of 1.621,98. The *POM-QM* software resulted in 6 work centers, with a balance delay of 2,87%, line efficiency of 97,13%, idle time of 336 seconds, and a smoothness index of 158,49. This research is expected to serve as a reference for manufacturing industries in selecting appropriate line balancing methods to improve and production line efficiency.

Keywords: Line Balancing; POM-QM; Production Line Efficiency; *Region Approach*

1. Pendahuluan

Dalam manufaktur, efisiensi lini produksi menjadi faktor krusial untuk menjaga daya saing dan memenuhi target produksi. Produktivitas yang tinggi mencerminkan bahwa perusahaan mampu mengelola kegiatan operasional secara efektif dan efisien, sehingga dapat mempertahankan daya saingnya di tengah persaingan bisnis yang semakin ketat. [1]. Penyeimbangan lintasan merupakan metode yang sering dipakai perusahaan untuk mengoptimalkan produktivitas dengan cara menyeimbangkan alokasi

pekerjaan di setiap stasiun kerja. Dengan keseimbangan tersebut, risiko terjadinya waktu tunggu akibat ketidaksinkronan proses antarstasiun dapat dikurangi [2].

Permasalahan yang sering timbul pada lini produksi adalah kondisi lintasan produksi yang tidak seimbang dapat menimbulkan *bottleneck* serta meningkatkan waktu menganggur pada beberapa stasiun kerja. Waktu menganggur (*idle time*) adalah periode ketika sumber daya produksi, seperti mesin dan tenaga kerja, tidak digunakan untuk menghasilkan output yang bernilai. Kondisi tersebut umumnya disebabkan oleh waktu tunggu material, pergantian pengaturan mesin, atau perencanaan produksi yang kurang optimal [3]. Sebagai contoh, pada studi kasus PT. Elektronik Indonesia ditemukan *idle time* sebesar 53,89 detik serta *bottleneck* pada stasiun kerja dengan waktu proses terpanjang, yaitu 35,25 detik, kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya penumpukan material dan meningkatnya waktu tunggu antar stasiun kerja [4]. Fenomena serupa juga terjadi pada berbagai industri, termasuk pada produksi ragam yang memiliki banyak elemen kerja dengan urutan proses yang panjang, di mana ketidakseimbangan ini dapat menurunkan kapasitas produksi dan meningkatkan *balance delay* [4].

Line balancing merupakan proses pengalokasian sejumlah tugas ke berbagai stasiun kerja yang terhubung dalam suatu lini produksi atau perakitan dengan tujuan mengurangi waktu menganggur (*idle time*) dan meningkatkan efisiensi kerja [5]. Tujuan utama *line balancing* adalah mengurangi waktu menganggur pada lintasan produksi dengan menyeimbangkan beban kerja sesuai kapasitas operasi yang memiliki waktu proses paling lama [5]. Keseimbangan lintasan memiliki peran penting dalam kelancaran proses produksi karena memengaruhi total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produksi serta pencapaian target yang telah ditetapkan [4].

Metode *Region Approach* (RA) atau yang dikenal juga dengan metode Kilbridge & Wester merupakan salah satu pendekatan heuristik yang memprioritaskan pengelompokan elemen kerja berdasarkan wilayah atau *region* pada *precedence diagram*, sehingga memudahkan alokasi elemen ke stasiun kerja tanpa melanggar urutan proses [6]. Metode ini terbukti efektif dalam mengurangi jumlah stasiun kerja, menurunkan *balance delay*, serta meningkatkan *line efficiency* pada berbagai industri manufaktur. Berdasarkan penelitian Tjioewinata & Saifuddin (2022) pada PT. XYZ, hasil penerapan metode *Region Approach* menunjukkan peningkatan kinerja lintasan produksi, yang ditandai dengan kenaikan efisiensi dari 76,03% menjadi 95,14%, penurunan *balance delay* hingga 4,86%, serta berkurangnya waktu menganggur menjadi 5,34 menit dari sebelumnya 38,03 menit [6].

Selain metode *Region Approach*, terdapat beberapa metode heuristik lain yang sering digunakan dalam penyeimbangan lintasan, seperti *Ranked Positional Weight* (RPW) dan *Largest Candidate Rule* (LCR). Penelitian oleh Poncotoyo et al. (2020) pada lini perakitan *hydraulic excavator* menunjukkan bahwa pendekatan RPW memiliki nilai paling baik dengan tingkat efisiensi lintasan (*line efficiency*) sebesar 95,70%, nilai *balance delay* sebesar 4,30%, dan waktu menganggur (*idle time*) sebesar 66,84 menit [5]. Sementara itu, metode RPW juga berhasil meningkatkan efisiensi lini produksi tekstil dari 47,85% menjadi 71,77% dan menurunkan *idle time* dari 252,31 menit menjadi 91,05 menit. Penggunaan perangkat lunak POM-QM dalam analisis *line balancing* dapat mempercepat perhitungan dan meningkatkan akurasi, terutama dalam menentukan bobot posisi elemen kerja dan pengelompokan stasiun kerja [7].

Keseimbangan lintasan produksi juga dapat diukur menggunakan beberapa parameter kinerja. *Balance delay* merupakan ukuran yang menggambarkan tingkat ketidakseimbangan dalam suatu lintasan produksi yang dapat menyebabkan penumpukan produk pada stasiun kerja dengan kecepatan proses yang lebih rendah serta menurunkan efisiensi produksi [8]. Efisiensi lintasan (*line efficiency*) menunjukkan tingkat pemanfaatan waktu kerja dalam suatu sistem produksi yang dinyatakan dalam persentase, sedangkan *smoothness index* digunakan untuk menilai tingkat keseimbangan dan kelancaran lintasan produksi berdasarkan variasi waktu antar stasiun kerja, dengan nilai yang semakin mendekati nol menunjukkan kondisi yang semakin optimal [8]. Penelitian oleh Sulistyio (2022) pada *shearing line plant* menunjukkan bahwa penerapan metode RPW berhasil meningkatkan *line efficiency* dari 66,44% menjadi 77,50%, menurunkan *idle time* dari 6,04 menjadi 2,65 menit, serta menurunkan *smoothness index* dari 2,66 menjadi 1,63 [9].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Region Approach* dan *software* POM-QM dalam upaya menyeimbangkan lini produksi ragam. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi ketidakseimbangan lintasan awal, perhitungan ulang distribusi elemen kerja berdasarkan metode RA, serta evaluasi peningkatan parameter seperti tingkat efisiensi lintasan, *balance delay*, *idle time*, dan *smoothness index*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan perbaikan lintasan produksi ragam yang lebih efisien bagi industri serta mendorong pemanfaatan *software* POM-QM untuk perhitungan yang lebih akurat dan efisien di lingkungan akademik dan industri.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Work Center

Work center merupakan elemen yang digunakan untuk mengidentifikasi tahapan proses serta kebutuhan sumber daya, baik berupa bahan baku maupun waktu, yang diperlukan dalam menghasilkan suatu produk [10]. *Work center* digunakan untuk mengklasifikasikan area produksi sesuai dengan fungsi operasionalnya. Dalam proses perakitan, *work center* atau *work station* berperan sebagai tempat dilaksanakannya aktivitas perakitan produk. Selanjutnya, penentuan jumlah stasiun kerja yang efisien dapat dilakukan berdasarkan nilai waktu siklus yang telah diperoleh. Penentuan jumlah stasiun kerja minimum merupakan salah satu tahapan dalam *line balancing* yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan dan pembagian elemen kerja pada setiap stasiun kerja, sebagaimana ditunjukkan pada rumus berikut [11].

$$\text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} = \frac{\text{Total Waktu Kerja}}{\text{Waktu Siklus}} \quad (1)$$

2.2. Precedence Constraint

Precedence constraint adalah batasan yang digunakan untuk menentukan keterkaitan antar aktivitas dalam suatu alur kerja, di mana suatu pekerjaan harus selesai terlebih dahulu sebelum pekerjaan berikutnya dapat *dimulai* [12].

2.3. Precedence Diagram

Precedence diagram digunakan untuk menggambarkan urutan pelaksanaan pekerjaan dan keterkaitan antar operasi dalam suatu proses, sehingga setiap elemen kerja harus mengikuti urutan yang telah ditentukan berdasarkan hubungan pendahulunya [13].

2.4. Penentuan Waktu Baku

- *Cycle Time*

Cycle time merupakan ukuran waktu yang menunjukkan durasi penyelesaian satu unit produk atau satu rangkaian aktivitas produksi dari awal proses hingga selesai.

$$\text{Waktu Siklus (WS)} = \frac{\text{Waktu pengamatan ke-n}}{\text{Jumlah Pengamatan}} \quad (2)$$

- Waktu Normal

Waktu normal dihitung untuk memperkirakan durasi penyelesaian pekerjaan oleh operator yang bekerja pada tingkat performa rata-rata dalam kondisi kerja standar. Perhitungannya dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Waktu Normal (WN)} = \text{WS} \times (1 \pm \text{Rating Factor}) \quad (3)$$

- Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang diperlukan oleh operator dengan tingkat kinerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan berdasarkan kondisi dan metode kerja yang telah distandardisasi. Nilainya dapat dihitung menggunakan rumus berikut [14].

$$\text{Waktu Baku (WB)} = \text{WN} \times (1 + \text{Allowance (All)}) \quad (4)$$

2.5. Metode Line Balancing

Penyesuaian elemen kerja pada setiap stasiun kerja dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Region Approach* (RA) dan perangkat lunak *POM-QM*. Metode *Region Approach* merupakan salah satu teknik yang banyak digunakan dalam penyelesaian permasalahan penyeimbangan lintasan produksi. Dalam metode heuristik ini, posisi elemen pada *precedence diagram* menentukan posisi elemen di stasiun kerja. Elemen-elemen yang merupakan solusi pertama ditampilkan di depan diagram [15]. Implementasi metode *Ranked Positional Weight* (RPW) menggunakan aplikasi *POM QM* dilakukan dengan memasukkan data elemen kerja yang meliputi waktu proses pada setiap elemen serta hubungan *precedence* antar elemen. Data tersebut di-input ke dalam modul *line balancing* pada *POM-QM*. Selanjutnya, *software* akan mengolah data dan secara otomatis menghitung nilai *positional weight*, menentukan prioritas pada elemen-elemen kerja, serta mengelompokkan elemen-elemen tersebut ke dalam *work*

station berdasarkan batasan *cycle time* Sedangkan penggunaan *software* POM-QM akan menampilkan hasil berupa jumlah *work station* yang terbentuk, tingkat efisiensi lintasan, *idle time*, *balance delay*, dan *smoothness index* [7]

2.6. Parameter Performansi dan Smoothness Index

2.6.1. Balance Delay

Balance delay adalah ukuran yang menunjukkan besarnya ketidakseimbangan pada lintasan produksi yang tercermin dari waktu menganggur akibat pengalokasian tugas yang kurang optimal di setiap stasiun kerja. Nilainya dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$D = \frac{n \cdot S_m - \sum_{i=1}^n S_i}{n \cdot S_m} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan: D = *balance delay* (%); S_m = waktu terbesar dalam stasiun kerja; n = jumlah stasiun kerja; dan S_i = waktu setiap stasiun kerja [12].

2.6.2. Line Efficiency

Line efficiency adalah indikator yang digunakan untuk mengukur efisiensi suatu lintasan produksi dalam memanfaatkan waktu kerja yang tersedia. Perhitungannya dilakukan dengan rumus sebagai berikut [16].

$$Line\ Efficiency = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n \times S_m} \times 100\% \quad (6)$$

2.6.3. Idle Time

Idle time adalah waktu menganggur yang terjadi ketika pekerja menunggu proses selanjutnya sebelum dapat melanjutkan aktivitas kerja. Perhitungannya dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$Idle\ Time = n \cdot S_m - \sum_{i=1}^n S_i \quad (7)$$

2.6.4. Smoothness Index

Smoothness index adalah indeks yang menunjukkan seberapa baik hasil penyeimbangan pada suatu lintasan atau lini perakitan.

$$Smoothness\ Index = \sqrt{\sum_{i=1}^n (S_m - S_i)^2} \quad (8)$$

Keterangan: S_m = waktu terbesar stasiun kerja; n = jumlah stasiun kerja; dan S_i = waktu tiap stasiun kerja [6].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penentuan Waktu Siklus dan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Waktu siklus *work center* ditentukan berdasarkan data hasil prediksi kebutuhan atau permintaan produk ragam 61-72 dari metode *time series* yaitu 18.369 unit. Kegiatan kerja yang dilakukan pada tanggal 1 Januari 2025 sampai 31 Desember 2027 adalah 746 hari dengan 7 jam kerja/hari dan 2 *shift*/hari.

$$\frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja} \times \text{Jumlah Shift Kerja}} = \frac{18.739}{746 \times 7 \times 2} = 1,7942 \text{ unit /jam} \approx 2 \text{ unit /jam}$$

Perhitungan waktu siklus produksi ragam dilakukan dengan mengasumsikan efisiensi produksi sebesar 100%, sehingga diperoleh waktu siklus yang diharapkan sebagaimana berikut.

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Kapasitas Produksi}} = \frac{60 \times 60 \times 14}{1,7942 \times 14} = 2.007 \text{ detik/unit}$$

Jumlah stasiun kerja ditentukan dengan menggunakan perkiraan yang sudah disesuaikan dengan total waktu kerja sebesar 11.382 detik yaitu:

$$\text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} = \frac{\text{Total Waktu Kerja}}{\text{Waktu Siklus}} = \frac{11.382}{2007} = 5,6712 \approx 6 \text{ stasiun kerja}$$

3.2. Perhitungan Waktu Baku dan Precedence Constraint

Perhitungan waktu baku dan penyesuaian dengan *precedence constraint* digunakan untuk membantu pembuatan *precedence diagram* yang menunjukkan urutan dan hubungan antara elemen kerja yang akan digunakan pada penyesuaian lintasan produksi.

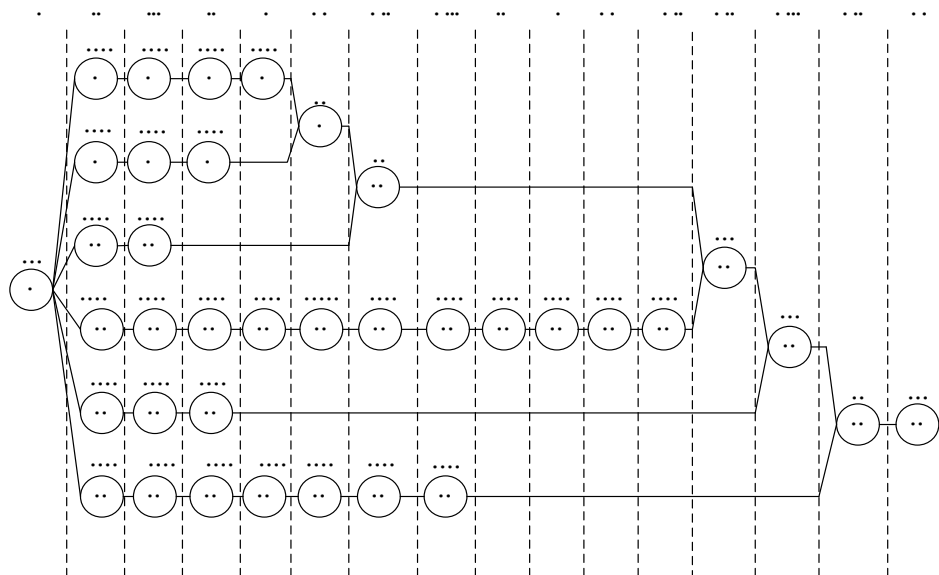
Tabel 1. Perhitungan Waktu Baku dan *Precedence Constraint*

No	Perhitungan Waktu Baku							<i>Precedence Constraint</i>
	Elemen Kerja	WS	RF	All (%)	WN (Detik)	WB (Detik)	Pembulatan	<i>Predecessor</i>
1	Persiapan	60	0	0	60	60	60	-
2	Aluminium dipotong sepanjang 160 mm dengan diameter 25 mm	405	+0,02	10,50	413,10	447,525	448	1
3	Bagian bawah aluminium dikurangi dimensi sepanjang 107 mm sedalam 8 mm	545	-0,08	11,00	501,40	604,95	605	2
4	Bagian bawah aluminium di-dies sepanjang 107 mm dengan diameter 15 mm	260	-0,04	11,00	249,60	288,6	289	3
5	Bagian atas aluminium dilubangi sisi tengahnya sedalam 25 mm dengan diameter 13 mm sehingga menjadi part ulir.	292	-0,04	11,00	280,32	324,12	325	4
6	Baja karbon ST-37 diukur dan dipotong sepanjang 150 mm, diameter 16 mm.	215	+0,02	10,50	219,30	237,575	238	1
7	Bagian ujung kanan baja karbon ST-37 dikurangi dimensinya sepanjang 127 mm sedalam 4 mm sehingga berdiameter 12 mm.	585	-0,08	11,00	538,20	649,35	650	6
8	Bagian baja karbon ST-37 paling bawah dikurangi dimensinya sepanjang 3 mm sedalam 1 mm berdiameter 12 mm menjadi part pemutar ulir.	243	-0,08	11,00	223,56	269,73	270	7
9	Ulir dan pemutar ulir dipasang menjadi set ulir setengah jadi.	1,4	-0,01	10	1,39	1,53	2	5, 8
10	Baja karbon ST-37 dipotong sepanjang 20 mm dengan diameter 16 mm	215	+0,02	10,50	219,30	237,575	238	1
11	Bagian bawah baja karbon ST-37 dilubangi sedalam 8,5 mm, diameter 12 mm menjadi part tutup pemutar.	317	-0,04	11	304,32	351,87	352	10
12	Set ulir setengah jadi dan tutup pemutar dipasang menjadi set ulir.	317	-0,04	11,00	304,32	351,87	352	9, 11
13	Aluminium dipotong sepanjang 85 mm dan diameter 77 mm.	2,5	-0,01	10	2,48	2,73	3	1
14	Aluminum yang sudah dipotong kemudian dihaluskan pada sisi sebelah kiri.	480	+0,02	10,50	489,60	530,4	531	13
15	Aluminum yang sudah dipotong kemudian dihaluskan pada sisi sebelah kanan.	530	-0,08	11,00	487,60	588,3	589	14
16	Bagian atas aluminium dimakan sepanjang 85 mm sedalam 5,5 mm.	270	-0,08	10,62	248,40	298,674	299	15
17	Bagian bawah aluminium dimakan sepanjang 77 mm sedalam 46, 5 mm.	929	-0,05	11,00	882,55	1031,19	1.032	16
18	Bagian atas aluminium dilubangi pada sisi tengahnya sedalam 25 mm dengan diameter 15 mm.	372	-0,04	11,00	357,12	412,92	413	17
19	Bagian belakang aluminium dilubangi dengan jarak 13 mm dari sisi atas sedalam 8 mm dengan diameter 8,5 mm.	230	-0,04	11,00	220,80	255,3	256	18
20	Bagian belakang aluminium dilubangi dengan jarak 36 mm dari lubang yang telah di-drilling sedalam 3 mm dengan diameter 8,5 mm.	230	-0,04	11,12	220,80	255,576	256	19
21	Bagian atas aluminium yang telah di-drilling diberi ulir.	220	-0,04	11,00	211,20	244,2	245	20

No	Perhitungan Waktu Baku							Precedence Constraint
	Elemen Kerja	WS	RF	All (%)	WN (Detik)	WB (Detik)	Pem- bulatan	Predecessor
22	Bagian kiri atas aluminium diberi ulir menjadi <i>part</i> badan ragum.	225	-0,04	11,00	216,00	249,75	250	21
23	Bagian kiri bawah aluminium diberi ulir sehingga menjadi <i>part</i> badan ragum.	225	-0,04	11,00	216,00	249,75	250	22
24	Set ulir dan badan ragum dipasang menjadi set badan ragum setengah jadi.	33,1	-0,01	10	32,77	36,05	37	12, 23
25	Besi UNP dipotong sepanjang 40 mm dengan lebar 40 mm dan tinggi 10 mm.	400	+0,02	10,5	408,00	442	442	1
26	Bagian atas besi UNP dilubangi sisi tengahnya sedalam 7 mm, diameter 15 mm.	304	-0,04	11,00	291,84	337,44	338	25
27	Bagian tengah besi UNP diberi ulir menjadi <i>part</i> penjepit berjalan.	220	-0,04	11,00	211,20	244,2	245	26
28	Set badan ragum setengah jadi dan penjepit berjalan dipasang menjadi set badan ragum.	12,7	-0,01	10	12,57	13,83	14	24, 27
29	Besi UNP dipotong menjadi dua bagian sepanjang 104 mm dengan lebar 50 mm untuk bagian bawah, sepanjang 95 mm dan selebar 50 mm untuk bagian atas.	430	+0,02	10,50	438,60	475,15	476	1
30	Dua besi UNP disatukan sehingga membentuk sudut 90° dengan mesin las.	490	-0,04	11,12	470,40	544,488	545	29
31	Dihaluskan permukaan besi UNP.	186	0,02	10,50	189,72	205,53	206	30
32	Bagian vertikal besi UNP dilubangi dengan jarak 13 mm dari sisi atas sedalam 3 mm dengan diameter 8,5 mm.	237	-0,04	11,00	227,52	263,07	264	31
33	Bagian vertikal besi UNP dilubangi dengan jarak 36 mm dari lubang yang telah di- <i>drilling</i> sedalam 3 mm dengan diameter 8,5 mm.	205	-0,04	11,00	196,80	227,55	228	32
34	Bagian vertikal besi UNP bagian atas diberi ulir.	180	-0,04	11,00	172,80	199,8	200	33
35	Bagian vertikal besi UNP bagian bawah diberi ulir menjadi <i>part</i> dudukan.	155	-0,04	11,00	148,80	172,05	173	34
36	Set badan ragum dan dudukan dipasang menjadi badan ragum setengah jadi.	5,2	-0,01	10	5,15	5,67	6	28, 35
37	Badan ragum setengah jadi dan baut dirakit dengan bantuan kunci T menjadi ragum jadi.	33,7	-0,01	10	33,36	36,70	37	36

3.3. Precedence Diagram

Penyusunan *precedence diagram* dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan ketergantungan antar operasi atau elemen kerja sehingga urutan proses dapat dipertahankan dengan baik dan penempatan tugas pada setiap stasiun kerja dapat dilakukan secara sistematis. Diagram tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Precedence Diagram* Produksi Ragum

3.4. Penyesuaian Stasiun Kerja dengan Metode *Region Approach*

Pengelompokan urutan operasi atau elemen kerja dengan metode *Region Approach* dilakukan dengan prinsip pengelompokan berdasarkan wilayah atau kolom dalam *precedence diagram* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penyesuaian Stasiun Kerja dengan Metode *Region Approach*

Work Center	Elemen Kerja	Waktu	Pengurangan	Keterangan	Jumlah
I	13	531	1.476	Masuk	1.897
	29	476	1.000	Masuk	
	2	448	552	Masuk	
	25	442	110	Masuk	
	6	238	-128	Keluar	
II	6	238	1.769	Masuk	1.731
	10	238	1.531	Masuk	
	7	650	881	Masuk	
	3	605	276	Masuk	
	14	589	-313	Keluar	
III	14	589	1.418	Masuk	1.824
	30	545	873	Masuk	
	11	352	521	Masuk	
	26	338	183	Masuk	
	15	299	-116	Keluar	
IV	15	299	1.708	Masuk	1.939
	4	289	1.419	Masuk	

Work Center	Elemen Kerja	Waktu	Pengurangan	Keterangan	Jumlah
VI	8	270	1.149	Masuk	1.793
	27	245	904	Masuk	
	31	206	698	Masuk	
	16	630	68	Masuk	
	5	325	-257	Keluar	
	18	413	1.594	Masuk	
	34	200	1.394	Masuk	
	19	256	1.138	Masuk	
	35	173	965	Masuk	
	20	256	709	Masuk	
	21	245	464	Masuk	
	22	250	214	Masuk	
	23	250	-36	Keluar	
VII	23	250	1.757	Masuk	344
	24	37	1.720	Masuk	
	28	14	1.706	Masuk	
	36	6	1.700	Masuk	
	37	37	1.663	Masuk	

Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode *Region Approach* adalah *balance delay* sebesar 16,14%, *line efficiency* sebesar 83,86%, dan *idle time* sebesar 2.191 detik. Selain itu terdapat *smoothness index* yang didapatkan sebesar 1.621,9810.

3.5. Penyesuaian Stasiun Kerja dengan Menggunakan Perangkat Lunak POM-QM

Perangkat Lunak POM-QM menghasilkan pembagian elemen kerja dengan jumlah stasiun sebanyak 6 stasiun.

Gambar 2. Tampilan Pembagian Stasiun Kerja pada Elemen Kerja dengan *software* POM-QM

Software POM-QM menghasilkan pembagian elemen kerja yang efisien pada setiap stasiun kerja dengan jumlah stasiun sebanyak 6 stasiun. Penyesuaian stasiun kerja pada elemen kerja dibagi dengan *software* POM-QM dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penyesuaian Stasiun Kerja dengan *Software* POM-QM

<i>Work Center</i>	Elemen Kerja	Waktu Baku	Pengurangan	Jumlah
I	13	531	1.476	1.895
	14	589	887	
	15	299	588	
	29	476	112	
II	16	630	1.377	1.900
	17	1.032	345	
	6	238	107	
III	2	448	1.559	1.868
	18	413	1.146	
	30	545	601	
	19	256	345	
	31	206	139	
IV	3	605	1.402	1.953
	20	256	1.146	
	25	442	704	
	7	650	54	
V	32	264	1.743	1.852
	21	245	1.498	
	4	289	1.209	
	10	238	971	
	33	228	743	
	26	338	405	
	22	250	155	
VI	11	352	1.655	1.914
	5	325	1.330	
	34	200	1.130	
	8	270	860	
	23	250	610	
	27	245	365	
	35	173	192	
	9	2	190	
	12	3	187	
	24	37	150	
	28	14	136	
	36	6	130	
	37	37	93	

Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode *Region Approach* adalah *balance delay* sebesar 2,87%, *line efficiency* sebesar 97,13%, dan *idle time* sebesar 336 detik. Selain itu terdapat *smoothness index* yang didapatkan sebesar 158,4929.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil peramalan permintaan ragam selama tiga tahun sebanyak 18.739 unit dengan total hari kerja 746 hari serta waktu kerja 7 jam per *shift* dan 2 *shift* per hari, diperoleh waktu siklus sebesar 2.007 detik per unit. Jumlah stasiun kerja minimum yang dihitung berdasarkan total waktu produksi 11.382 detik dibagi waktu siklus adalah 6 stasiun kerja. Penerapan metode *Region Approach* menghasilkan 7 *work center* dengan nilai *balance delay* 16,14%, efisiensi lini 83,86%, *idle time* 2.191 detik, dan *smoothness index* sebesar 1.621,9810. Sementara itu, penggunaan *software* POM-QM menghasilkan 6 *work center* dengan nilai *balance delay* 2,87%, efisiensi lini 97,13%, *idle time* 336 detik, dan *smoothness index* 158,4929. Berdasarkan perbandingan parameter *balance delay*, efisiensi, *idle time*, dan *smoothness index*, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *software* POM-QM memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode *Region Approach* konvensional karena mampu menghasilkan nilai *idle time*, *balance delay*, dan *smoothness index* yang lebih kecil serta efisiensi lini yang lebih tinggi.

Referensi

- [1] “Produktivitas Lini Produksi”.
- [2] A. F. Dasanti, F. Jakdan, and T. Santoso, “Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Di PT GARMENT JAKARTA”.
- [3] F. Nurherawati, F. Pravitasari, and A. Novari, “Analisis Waktu Menganggur (Idle Time) dan Kontrol Kualitas Pada Pencelupan Kain TC Metode Two Bath Two Stage Menjadi One Bath Two Stage di PT X”.
- [4] R. Nurhadi *et al.*, “Penerapan Line Balancing Dengan Metode Value Stream Mapping (VSM) Dan Moodie Young Dalam Upaya Meminimalkan Idle Time Dan Bottleneck,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 4, no. 3, pp. 1143–1153, 2025.
- [5] “Line Balancing adalah”.
- [6] I. J. Tjioewinata and J. A. Saifuddin, “Analisis Line Balancing Menggunakan Metode Region Approach di PT. XYZ,” *JUMINTEN*, vol. 3, no. 3, pp. 49–60, Nov. 2022, doi: 10.33005/juminten.v3i3.412.
- [7] “Line Balancing dengan POM-QM”.
- [8] N. Abdurrahman Hawari, “TALENTA Conference Series: Energy and Engineering Lintasan Produksi Stasiun Kerja Produksi Kapal Mainan dengan Line Balancing,” 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2331.
- [9] A. B. Sulisty, “PERENCANAAN LINE BALANCING PROSES PRODUKSI PADA SHEARING LINE PLANT DENGAN MENGGUNAKAN METODE RANK POSITION WEIGHT,” vol. XVI, no. 1, pp. 49–60, 2022.
- [10] J. Pendidikan and D. Konseling, “Implementasi Sistem Enterprise Resource Planning (ERP) Menggunakan Odoo pada Warung Gudang P.L.O.”
- [11] M. Widyantoro, R. Ilahy Rosihan, and I. Fajar, “Peningkatan Efisiensi pada Lini Proses Machining Velg Motor dengan Metode Line Balancing PT. XYZ,” vol. XIV, no. 1, pp. 54–64, 2020.
- [12] U. Perbaikan *et al.*, “TALENTA Conference Series: Energy and Engineering,” 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2221.
- [13] D. T. Prasetyo, S. Sutrisno, and N. Siregar, “Penggunaan Metode Moodie Young Pada Keseimbangan Lintasan Produksi Bola Lampu,” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin & Industri (JITMI)*, vol. 2, no. 1, pp. 61–70, Jul. 2023, doi: 10.31289/jitmi.v2i1.2016.
- [14] M. I. Perdiansyah and D. Ernawati, “Pengukuran waktu baku dan analisis beban kerja pada Produk Insulation Pillows di PT XYZ,” *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 8, no. 1, pp. 81–91, Jan. 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i1.38901.
- [15] “Metodologi Region Approach”.
- [16] “Metodologi Line Efficiency”.