



PAPER – OPEN ACCESS

Penerapan Line Balancing pada Proses Produksi Ragum Menggunakan Metode Region Approach dan Metode Largest Candidate Rule (LCR)

Author : Desfana Felik Surbakti, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2642
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 8 Issue 1 – 2025 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



Penerapan *Line Balancing* pada Proses Produksi Ragum Menggunakan Metode *Region Approach* dan Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Desfana Felix Surbakti*, Raynatio Lorentius Hutauruk, Widya Humairah Harahap, Sheferina Olivia Purba, Pebru Muharri Siregar

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia, 2022

surbaktidesfana@gmail.com, raynatiolorentius@gmail.com, widyahumairahharahap@gmail.com, sheferinapurba09@gmail.com, muharripebru@gmail.com

Abstrak

Efisiensi dalam proses produksi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan menekan biaya operasional, khususnya dalam industri manufaktur. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mencapai efisiensi tersebut adalah melalui penerapan metode *line balancing* atau penyeimbangan lintasan produksi. Penelitian ini dilakukan pada proses perakitan ragum di salah satu perusahaan manufaktur, dengan tujuan untuk menentukan metode penyeimbangan lintasan yang paling efektif antara *Region Approach* dan *Largest Candidate Rule* (LCR). Data yang digunakan meliputi 105 elemen kerja beserta waktu standar dan hubungan antar elemen. Kedua metode kemudian diterapkan dan dibandingkan berdasarkan parameter-parameter seperti jumlah stasiun kerja, *balance delay*, efisiensi lintasan, *idle time*, dan *smoothing index*. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode LCR lebih unggul dalam mengoptimalkan lintasan produksi dengan hanya menggunakan 13 stasiun kerja, dibandingkan 14 pada metode *Region Approach*. LCR juga mencatat nilai *balance delay* sebesar 5,97%, efisiensi lintasan 93,98%, waktu menganggur 1902 detik, dan *smoothing index* 1426,5353. Berdasarkan temuan tersebut, metode LCR direkomendasikan sebagai alternatif terbaik dalam optimalisasi lini perakitan ragum.

Kata Kunci: *Line balancing*; *Region Approach*; *Largest Candidate Rule*; Produksi Ragum;

Abstract

Efficiency in production processes is crucial for improving productivity and reducing operational costs, especially in the manufacturing industry. One effective approach to achieve such efficiency is through the implementation of line balancing methods. This study was conducted on the assembly process of bench vises in a manufacturing company, aiming to determine the most effective line balancing method between the *Region Approach* and the *Largest Candidate Rule* (LCR). The data used consisted of 105 work elements along with their standard times and precedence relationships. Both methods were applied and compared based on key performance indicators such as the number of workstations, balance delay, line efficiency, idle time, and smoothing index. The results showed that the LCR method outperformed the *Region Approach* by using only 13 workstations, compared to 14 in the *Region Approach*. Furthermore, LCR achieved a balance delay of 5.97%, a line efficiency of 93.98%, an idle time of

1902 seconds, and a smoothing index of 1426.5353. Based on these findings, the LCR method is recommended as the more optimal alternative for balancing the assembly line of bench vises.

Keywords: Line Balancing; Region Approach; Largest Candidate Rule; Bench Vise Production;

1. Pendahuluan

Dalam era persaingan perindustrian manufaktur yang menjadi semakin ketat, efisiensi proses produksi menjadi faktor krusial untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing perusahaan. Salah satu pendekatan yang diterapkan agar efisiensi tercapai yakni melalui penerapan metode *line balancing* atau penyeimbangan lintasan produksi. Pendekatan ini dirancang untuk menyebarkan tugas produksi secara seimbang ke semua unit kerja, sehingga mampu mengurangi periode tidak produktif sekaligus mengoptimalkan kelancaran alur manufaktur [1].

Penyeimbangan alur produksi merupakan teknik pengalokasian berbagai tugas operasional kepada beberapa unit produksi yang saling terhubung dalam suatu rangkaian manufaktur, dengan tujuan menciptakan keseragaman durasi pengerjaan di masing-masing titik kerja [2]. Dalam konteks industri perakitan, khususnya pada produksi ragum, ketidakseimbangan lintasan dapat menyebabkan pemborosan waktu dan sumber daya. Untuk mengatasi permasalahan ini, penerapan metode *line balancing* menjadi krusial[3].

Salah satu aspek penting juga dalam perencanaan *line balancing* adalah waktu siklus, yaitu durasi maksimum yang tersedia agar semua tugas pada satu stasiun kerja agar output produksi sesuai dengan target yang diinginkan terselesaikan. Ketepatan dalam menentukan *cycle time* berperan besar dalam memastikan ritme kerja antar stasiun tetap seimbang[4].

Penelitian ini fokus pada perbandingan dua metode *line balancing*, yaitu *Region Approach* dan *Largest Candidate Rule (LCR)*, dalam upaya menyusun distribusi komponen pekerjaan ke dalam pos-pos kerja yang terukur. Dengan menganalisis performa dari masing-masing metode berdasarkan parameter *idle time*, efisiensi, *smoothing index*, serta *balance delay* diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi metode yang paling tepat digunakan dalam proses produksi ragum.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan dan menerapkan metode *line balancing* dalam berbagai konteks industri. Misalnya, penelitian oleh Boysen dan Scholl (2022) memberikan tinjauan komprehensif mengenai perkembangan penelitian *assembly line balancing* selama lima belas tahun terakhir, yang menunjukkan pentingnya metode ini dalam meningkatkan efisiensi produksi[5].

Metode *Region Approach* merupakan salah satu teknik *line balancing* yang telah diterapkan dalam industri garmen untuk mengatasi masalah *bottleneck* pada lini produksi. Penelitian oleh Chang et al. (2022) menunjukkan bahwa pengaplikasian pendekatan ini berhasil mengoptimalkan kinerja lini produksi dengan peningkatan efisiensi dari 52% menjadi hampir 74%[6].

Selain itu, metode *Largest Candidate Rule (LCR)* juga telah digunakan dalam berbagai studi kasus untuk menyeimbangkan lini perakitan. Misalnya, penelitian oleh Ayat (2017) menerapkan algoritma LCR dalam industri manufaktur dan menunjukkan peningkatan efisiensi produksi[7].

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *line balancing* seperti *Region Approach* dan *Largest Candidate Rule* memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi produksi di berbagai industri. Oleh karenanya, kajian ini dirancang untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas kedua metode yang dimaksud dalam konteks produksi ragum, guna menentukan metode yang paling efektif dalam meningkatkan efisiensi lintasan produksi.

2. Metode Penelitian

Riset ini menggunakan analisis statistik dan pendekatan terukur dalam pengumpulan datanya dengan studi kasus pada proses perakitan ragum di salah satu perusahaan manufaktur. Penelitian ini mengandalkan data utama yang

diperoleh langsung yang terdiri atas 105 elemen kerja beserta waktu standar dan hubungan *precedence*-nya. Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada lini produksi dan dokumentasi aktivitas kerja pada masing-masing stasiun.

Langkah awal dalam penelitian ini adalah menyusun *precedence diagram*, yaitu diagram yang mengilustrasikan hubungan interdependensi antara multiaktivitas dalam sebuah sistem proses. [8]. Diagram ini menggambarkan keterkaitan antar aktivitas, yang menunjukkan elemen mana yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum elemen berikutnya dapat dilakukan. Dengan adanya *precedence diagram*, proses alokasi elemen ke dalam stasiun kerja dapat dilakukan secara lebih sistematis dan efisien.

Setelah hubungan antar elemen dipetakan, Proses penyeimbangan alur kerja dilakukan dengan memanfaatkan dua metode berbeda, yakni *Region Approach* serta *Largest Candidate Rule* (LCR) sebagai dasar perhitungan. Kedua metode ini digunakan untuk mendistribusikan komponen pekerjaan ke beberapa titik kerja mengacu pada waktu siklus yang sudah ditetapkan, agar *output* produksi harian dapat dicapai secara optimal.

Kinerja dari masing-masing metode selanjutnya dianalisis menggunakan lima indikator utama, yaitu jumlah stasiun kerja yang terbentuk, *balance delay*, waktu menganggur (*idle time*), efisiensi lintasan (*line efficiency*), dan *smoothness index*. Perbandingan hasil dari kedua metode digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode yang paling efektif dan efisien dalam menyusun lini perakitan pada proses produksi ragam. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas dalam proses analisis, perhitungan dari setiap indikator akan dijelaskan yakni

- *Balance Delay*

Sebagai indikator ketidakseimbangan, *Balance Delay* mengkuantifikasi inefisiensi alur produksi yang bersumber dari waktu tunggu nyata akibat pembagian beban kerja yang tidak merata pada berbagai stasiun [9].

$$D = \frac{n.C - \sum t_i}{(n.t_i)} \times 100\% \quad (1)$$

C = Cycle Time

D = Balance delay (%)

N = Total Area Kerja

$\sum t_i$ = Keseluruhan Operation Time

Ti = Operation Time

- Efisiensi

Indeks produktivitas dihitung berdasarkan proporsi waktu pemanfaatan terhadap total waktu yang disediakan. Dalam konteks keseimbangan lintasan, kondisi optimal tercapai ketika terdapat kesetaraan waktu proses di setiap titik kerja. Berikut merupakan rumus dari *line efficiency*.

$$Ef = \frac{\sum t_i}{CT \times n} \times 100\% \quad (2)$$

Ti = Operation Time

n = Total Area Kerja

CT = Cycle Time

- *Smoothing Index* (SI)

Sebagai indikator kinerja, *Smoothing Index* mengkuantifikasi derajat ketidakseragaman waktu idle pada lintasan perakitan setelah proses line balancing dilakukan, sehingga dapat menilai efektivitas keseimbangan yang dicapai.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (ST_i \max - ST_i)^2} \quad (3)$$

STi_{max} = Durasi maksimum di area kerja
 STi = Durasi stasiun di area kerja ke- i

Smoothing Index mencapai minimum teoritis sebesar 0, yang mengindikasikan distribusi waktu operasi yang identik pada setiap stasiun kerja dalam lintasan produksi.

- *Idle Time*

Waktu tunggu operasional didefinisikan sebagai interval ketika pekerja berada dalam kondisi *standby* menunggu penyelesaian tugas pendahulu sebelum dapat melanjutkan ke aktivitas produksi *subsequent* [10].

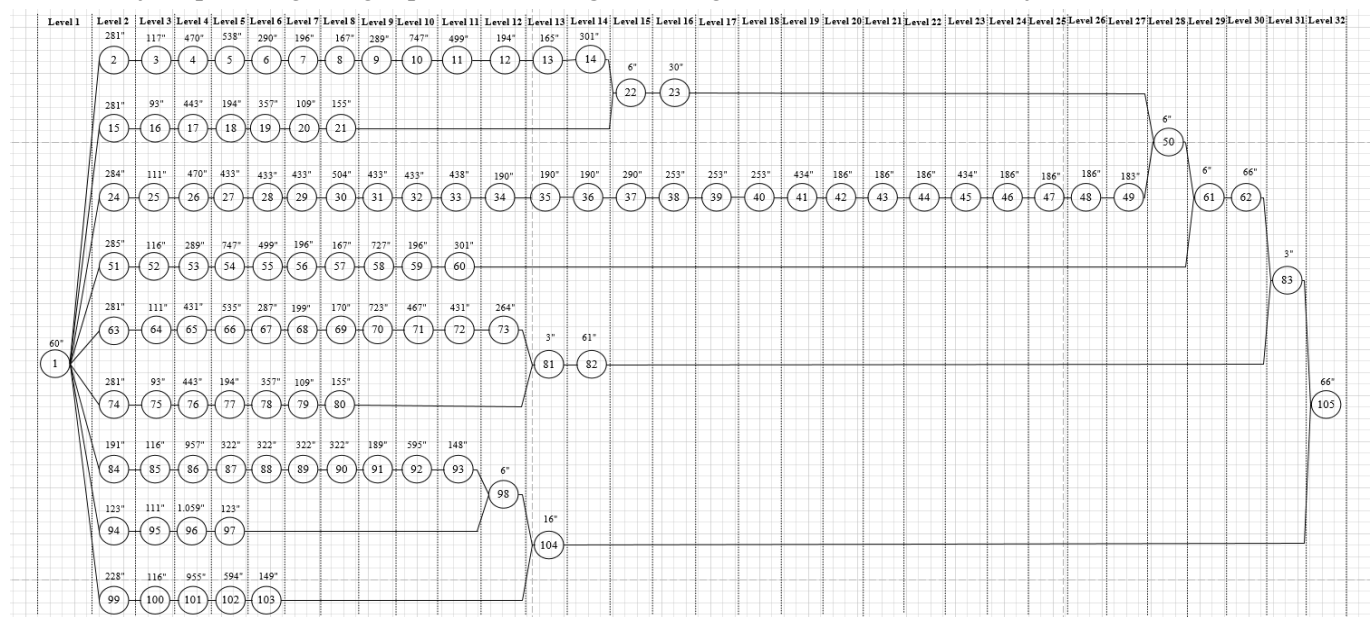
$$Idle Time = n.Ws - \sum_{i=1}^n W_i \quad (4)$$

n = Total area kerja
 Ws = Durasi di stasiun kerja yang paling besar
 W_i = Durasi sebenarnya di area kerja
 i = 1,2,3,...,n

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembagian Stasiun Kerja berdasarkan Precedence Diagram

Area kerja dapat dibagi dengan *precedence diagram* sebagai acuan. Alokasi area kerja terlihat di Gambar 1.



Gambar 1. Pembagian Stasiun Kerja Berdasarkan *Precedence Diagram*

3.2. Penentuan Cycle Time

Cycle time dapat dihitung dari data hasil rancangan permintaan jumlah pemasaran ragam selama 3 tahun. Di mana hari kerja dalam 3 tahun tersebut adalah 743 hari yang terdiri atas 8 jam kerja dalam sehari serta terdapat 2 *shift* dalam sehari, maka jumlah pembuatan ragam per jam dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja} \times \text{Jumlah Shift Kerja}} = \frac{17488}{743 \times 8 \times 2} = 1,4710 \text{ unit/jam}$$

Efisiensi produksi diasumsikan sebesar 100% sehingga waktu siklus pembuatan ragam yang diharapkan adalah sebagai berikut.

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Kapasitas Produksi}} = \frac{60 \times 60 \times 16}{1,4710 \times 16} = 2447,31 \text{ detik/unit} \\ \approx 2448 \text{ detik/unit}$$

3.3. Penentuan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Total area kerja ditentukan berdasarkan perkiraan total area kerja sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Waktu Produksi} &= 29640 \text{ detik} \\ \text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\text{Jumlah Waktu Produksi}}{\text{Waktu Siklus yang Diinginkan}} \\ &= \frac{29640}{2448} \\ &= 12,107 \approx 13 \text{ stasiun kerja} \end{aligned}$$

Maka total area kerja minimum yang akan digunakan yakni 13 berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan.

3.4. Pembentukan Stasiun Kerja Kondisi Awal dengan Metode Region Approach

Pembentukan area kerja dilakukan dengan menyesuaikan area kerja setiap elemen kerja dan waktu siklus yaitu sebesar 2448 untuk menentukan area kerja. Hasil dari pembentukan area kerja kondisi awal terlihat di Tabel 1.

Tabel 1. Pembentukan Stasiun Kerja Awal dengan Metode *Region Approach*

<i>Work Center</i>	<i>Jumlah Waktu Siklus</i>
I	2445
II	2446
III	1831
IV	2014
V	2447
VI	2313
VII	1919
VIII	2422
IX	1926
X	2288
XI	2300
XII	2165
XIII	2071
XIV	1322

Indikator kinerja kesetimbangan alur menggunakan pendekatan *Region Approach* yaitu sebagai berikut.

- *Balance Delay*

$$D = \frac{n.S_m - \sum_{i=1}^n S_i}{n.S_m}$$

$$= \frac{(14 \times 2447) - (2445 + 2446 + 1831 + \dots + 1322)}{14 \times 2447}$$

$$= 0,1269 \times 100\%$$

$$= 12,69\%$$

- Efisiensi

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n.C} \times 100\%$$

$$= \frac{29909}{14 \times 2448} \times 100\%$$

$$= 87,26\%$$

- *Idle Time*

$$\text{Idle Time} = n.S_m - \sum_{i=1}^n S_i$$

$$= (14 \times 2447) - 29909$$

$$= 4349 \text{ detik}$$

- *Smoothing Index (SI)*

$$\text{Smoothing index} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - S_i)^2}$$

$$= \sqrt{(2448-2445)^2 + (2448-2446)^2 + \dots + (2448-1322)^2}$$

$$= 1636,4238$$

3.5. Pembentukan Stasiun Kerja Menggunakan Pendekatan *Largest Candidate Rules (LCR)*

Pembentukan hubungan antara elemen kerja dilakukan dengan membuat matriks *predecessor*, dimana matriks menyatakan pengerjaan pendahulu dari setiap aktivitas kerja. Matriks *predecessor* terlihat di Tabel 2.

Tabel 2. Matriks *Predecessor*

Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>	Waktu Baku	Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>	Waktu Baku	Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>	Waktu Baku
2	1	281	37	36	290	72	71	431
3	2	117	38	37	253	73	72	264
4	3	470	39	38	253	74	1	281
5	4	538	40	39	253	75	74	93

Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>	Waktu Baku	Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>	Waktu Baku	Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>	Waktu Baku
6	5	290	41	40	434	76	75	443
7	6	196	42	41	186	77	76	194
8	7	167	43	42	186	78	77	357
9	8	289	44	43	186	79	78	109
10	9	747	45	44	434	80	79	155
11	10	499	46	45	186	81	73, 80	3
12	11	194	47	46	186	82	81	61
13	12	165	48	47	186	83	62, 82	3
14	13	301	49	48	183	84	1	191
15	1	281	50	23, 49	6	85	84	116
16	15	93	51	1	285	86	85	957
17	16	443	52	51	116	87	86	322
18	17	194	53	52	289	88	87	322
19	18	357	54	53	747	89	88	322
20	19	109	55	54	499	90	89	322
21	20	155	56	55	196	91	90	189
22	14, 21	6	57	56	167	92	91	595
23	22	30	58	57	727	93	92	148
24	1	284	59	58	196	94	1	123
25	24	111	60	59	301	95	94	111
26	25	470	61	50, 60	6	96	95	1059
27	26	433	62	61	60	97	96	123
28	27	433	63	1	281	98	93, 97	6
29	28	433	64	63	111	99	1	228
30	29	504	65	64	431	100	99	116
31	30	433	66	65	535	101	100	955
32	31	433	67	66	287	102	101	594
33	32	438	68	67	199	103	102	149
34	33	190	69	68	170	104	98, 103	16
35	34	190	70	69	723	105	83, 104	66
36	35	190	71	70	467			

Berdasarkan dari matriks *predecessor* yang telah dibuat sebelumnya, maka elemen kerja diurutkan dengan waktu baku tertinggi sampai terendah. Kemudian dilanjutkan pembentukan area kerja dilakukan melalui penyesuaian waktu baku setiap elemen kerja dan waktu siklus yaitu sebesar 2448 untuk menentukan stasiun kerja. Berikut adalah hasil dari area kerja yang terbentuk melalui pendekatan *Largest Candidate Rule* (LCR) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembentukan Area Kerja Menggunakan Pendekatan *Largest Candidate Rule* (LCR)

<i>Work Center</i>	Jumlah Waktu Siklus
I	2445
II	2419
III	2447
IV	2441
V	2406
VI	2371
VII	2343
VIII	2371
IX	2383
X	2413
XI	2423
XII	2414
XIII	1033

Parameter performansi penyeimbangan alur produksi menggunakan pendekatan *Largest Candidate Rule* (LCR) adalah sebagai berikut.

- *Balance Delay*

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{n.S_m - \sum_{i=1}^n S_i}{n.S_m} \\
 &= \frac{(13 \times 2447) - (2445 + 2419 + 2447 + \dots + 1033)}{13 \times 2447} \\
 &= 0,0597 \times 100\% \\
 &= 5,97\%
 \end{aligned}$$

- Efisiensi

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n.C} \times 100\% \\
 &= \frac{29909}{13 \times 2447} \times 100\% \\
 &= 93,98\%
 \end{aligned}$$

- *Idle Time*

$$\begin{aligned}
 \text{Idle Time} &= n.S_m - \sum_{i=1}^n S_i \\
 &= (13 \times 2447) - 29909 \\
 &= 1902 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

- *Smoothing Index* (SI)

$$\text{Smoothing index} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - S_i)^2}$$

$$= \sqrt{(2448-2445)^2 + (2448-2419)^2 + \dots + (2448-1033)^2}$$

$$= 1426,5353$$

Hasil pengolahan kedua metode membentuk jumlah *work center* yang berbeda. Metode *Region Approach* membentuk 14 *work center* dan metode *Largest Candidate Rule* membentuk 13 area kerja. Indikator kinerja kedua pendekatan tersebut terlihat di Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Metode

Metode	Balance Delay	Efisiensi	Idle Time	Smoothing Index
<i>Region Approach</i>	12,69%	87,26%	4349	1636,4238
<i>Largest Candidate Rule</i>	5,97%	93,98%	1902	1426,5353

Berdasarkan perbandingan parameter performansi pada kedua metode, maka pendekatan terpilih yakni pendekatan *Largest Candidate Rule* dikarenakan mempunyai nilai parameter terkecil.

4. Kesimpulan

Dari kajian dan perhitungan yang telah dilaksanakan, dapat ditarik kesimpulan bahwa pendekatan *Largest Candidate Rule* (LCR) menghasilkan kinerja lebih unggul ketimbang pendekatan *Region Approach* dalam penerapan line balancing pada proses produksi ragum. Metode LCR mampu mengalokasikan elemen kerja secara lebih efisien, sehingga hanya memerlukan 13 stasiun kerja dibandingkan dengan 14 stasiun kerja pada metode *Region Approach*. Hal ini berdampak langsung terhadap peningkatan efisiensi lintasan menjadi sebesar 93,98%, penurunan *balance delay* menjadi 5,97%, serta pengurangan *idle time* menjadi 1902 detik. Selain itu, nilai *smoothing index* pada metode LCR juga lebih baik, yaitu sebesar 1426,5353, yang menunjukkan distribusi beban kerja yang lebih merata antar stasiun. Oleh karena itu, LCR disarankan sebagai metode yang lebih optimal untuk diterapkan pada proses produksi ragum di perusahaan terkait.

Referensi

- [1] M. K. Ridwan, "Analisis Pengukuran Line Balancing Pada Perancangan Produk Cermin Menggunakan Metode Ranked," no. September, pp. 254–260, 2024.
- [2] R. Prabowo, "Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada Pt. Hm. Sampoerna Tbk," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, p. 9, 2016, doi: 10.31284/j.iptek.2016.v20i2.25.
- [3] D. Pristi, "Merancang Keseimbangan Lintasan Produksi / Perakitan Ragum Pada Kota Makassar Menggunakan Metode Line Balancing Secara Manual dan Software," *J. Talent. Conf. Ser. Energy dan Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2020, doi: 10.32734/ee.v3i2.991.
- [4] F. Achmadi, B. Harsanto, and A. Yunani, "Analisis cycle time proses perakitan senjata di PT Pindad (Persero)," *Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 13, no. 2, p. 159, 2021, doi: 10.22441/oe.2021.v13.i2.015.
- [5] N. Boysen, P. Schulze, and A. Scholl, "Assembly line balancing: What happened in the last fifteen years?," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 301, no. 3, pp. 797–814, 2022, doi: 10.1016/j.ejor.2021.11.043.
- [6] H.-L. Chang, R. M. Silitonga, Y. Zelita, M. Adilah, and Y.-T. Jou, "Application of Ranked Position Weight and Region Approach Method in Overcoming Bottlenecks in Garment Industry," *RSF Conf. Ser. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–36, 2022, doi: 10.31098/cset.v2i1.507.
- [7] M. Ayat, T. Sarfraz, T. Karachi, A. Elmahi, and M. Ibrahim, "A Case Study Of Line Balancing Using Largest Candidate Rule Keywords : Balance Delay , Cycle Time , Largest Candidate Rule (LCR), Line balancing ," no. November, 2017.
- [8] E. Elfandry and dkk, "Pendekatan Line Balancing dalam Pembuatan Ragum Menggunakan TALENTA Conference Series Pendekatan Line Balancing dalam Pembuatan Ragum Menggunakan Metode Helgeson-," *Talent. Conf. Ser.*, vol. 3, no. 2, pp. 210–217, 2020, doi: 10.32734/ee.v3i2.995.

- [9] I. Dharmayanti and H. Marliansyah, "Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing," *J. Manaj. Ind. dan Logistik*, vol. 3, no. 1, pp. 45–56, 2019, doi: 10.30988/jmil.v3i1.63.
- [10] R. D. Astuti and H. S. A. Edy purwanto, "Perbaikan Line Balancing Proses Packing Tablet Xyz Menggunakan Metode Ranked Positional Weight Di Pt. Y," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 1, pp. 46–57, 2019, doi: 10.20961/performa.18.1.32360.