



PAPER – OPEN ACCESS

Pendekatan Keseimbangan Lintasan dengan Metode Largest Candidate Rule untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Ragum Pada PT. XYZ

Author : Nur Nafisyah Luthfiyya, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2730
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



Pendekatan Keseimbangan Lintasan dengan Metode *Largest Candidate Rule* untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Ragum Pada PT. XYZ

Nur Nafisyah Luthfiyya*, Rr Racha Zahra Sabila, Siti Azahra, Meisya Arsyanda, Zaltasha Sabira Bilbina

Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

nurnafisyahluthfiyya1@gmail.com, rachazhrsbl29@gmail.com, 19sitizahra@gmail.com, arsyandameisya01@gmail.com, zaltasha216@gmail.com

Abstrak

Perkembangan industri yang semakin pesat menuntut perusahaan mencapai produktivitas tinggi dan efisiensi optimal pada setiap proses manufaktur. Untuk meningkatkan keseimbangan lintasan produksi, metode *Largest Candidate Rule* (LCR) digunakan untuk menggabungkan data teknis produksi dan analisis waktu baku. Berdasarkan peramalan permintaan produk tahun 2025–2027 sebesar 18.678 unit, diperoleh waktu siklus 1.980,63 detik per unit sebagai dasar target *output*. Melalui penyusunan diagram preseden dan pengurutan elemen kerja berdasarkan waktu baku terbesar, proses produksi dibagi menjadi 7 stasiun kerja yang optimal. Hasil evaluasi menunjukkan efisiensi lintasan sebesar 83,98%, *balance delay* 16,02%, *idle time* 2.211 detik, dan *smoothness index* 1.673,0048. Penerapan metode LCR terbukti mampu meratakan beban kerja antar stasiun, mengurangi waktu tunggu, serta memperlancar aliran produksi. Selain itu, pembagian kerja yang lebih seimbang dapat mengurangi penumpukan proses pada stasiun tertentu. Kondisi ini juga membantu meningkatkan pemanfaatan tenaga kerja dan fasilitas produksi secara maksimal. Dengan demikian, metode ini efektif meminimalkan ketidakseimbangan, meningkatkan kinerja produksi, dan memperkuat daya saing perusahaan.

Kata Kunci: efisiensi produksi; line balancing; largest candidate rule; ragum

Abstract

The rapid development of industry requires companies to achieve high productivity and optimal efficiency in every manufacturing process. Improvement efforts were carried out by integrating production technical data and standard time analysis using the *Largest Candidate Rule* (LCR) method to balance the production line. Based on the product demand forecast for 2025–2027 of 18,678 units, a cycle time of 1,980.63 seconds per unit was obtained as the basis for determining the output target. Through the preparation of a precedence diagram and sequencing work elements based on the largest standard time, the production process was divided into 7 optimal workstations. The evaluation results showed a line efficiency of 83.98%, *balance delay* of 16.02%, *idle time* of 2,211 seconds, and a *smoothness index* of 1,673.0048. The implementation of the LCR method proved capable of evenly distributing workloads among workstations, reducing waiting time, and improving production flow. In addition, a more balanced work distribution can reduce process accumulation at certain stations. Therefore, this method is effective in minimizing imbalance, improving production performance, and strengthening the company's competitiveness.

Keywords: Production Efficiency; Line Balancing; Largest Candidate Rule; Vise

1. Pendahuluan

Ragum merupakan alat mekanik yang bekerja menggunakan sistem ulir untuk menjepit benda kerja, sehingga berbagai proses seperti menggergaji, mengikir, mengebor, dan pekerjaan lainnya dapat dilakukan dengan lebih stabil. Umumnya, ragum terdiri dari dua rahang, yaitu rahang tetap dan rahang yang dapat bergerak sejajar. Pergerakan rahang yang dapat digeser ini dikendalikan

oleh poros berulir yang dilengkapi dengan tuas atau pegangan, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengencangkan atau melepaskan jepitan pada benda kerja dengan mudah [1].

Dunia industri saat ini mengalami pertumbuhan yang sangat cepat, terutama di bidang teknologi yang semakin maju, yang berkontribusi besar pada peningkatan produktivitas. Kemampuan sumber daya manusia juga terus berkembang, terutama dalam pembuatan inovasi baru yang dapat meningkatkan kualitas teknologi. Pada akhirnya, ini berdampak pada kualitas produk yang dibuat. Untuk mencapai hasil yang optimal, diperlukan hubungan yang harmonis antara mesin dan tenaga kerja, sehingga produk yang dihasilkan mampu memenuhi standar dan kriteria yang telah ditetapkan [2].

Ketidakseimbangan lintasan produksi merupakan permasalahan penting yang perlu dihindari karena dapat memengaruhi lamanya waktu penyelesaian pekerjaan. Kondisi ini terlihat ketika sebagian stasiun kerja tidak digunakan secara optimal, sementara stasiun lainnya bekerja secara maksimal. Ketidakseimbangan tersebut umumnya disebabkan oleh kurang efisiennya pembagian pekerjaan dalam lintasan produksi. Dampaknya, terjadi penumpukan material selama proses berlangsung. Oleh karena itu, diperlukan penerapan sistem keseimbangan lintasan yang efektif untuk mengurangi nilai *balance delay* dan menjaga kelancaran aliran produksi [3].

Line balancing adalah proses pengaturan sejumlah tenaga kerja atau mesin yang menjalankan tugas secara berurutan selama proses perakitan produk, dengan pembagian beban kerja yang merata pada setiap sumber daya di sepanjang lintasan produksi. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap tempat kerja memiliki tingkat efisiensi yang paling tinggi. Penyeimbangan lintasan ini bertujuan untuk mengurangi waktu menganggur, yang biasanya disebabkan oleh proses dengan waktu pengerjaan paling lama dalam suatu lintasan produksi [4].

Permasalahan *Line balancing* paling sering dijumpai pada lini perakitan dibandingkan dengan jenis lini lainnya. Proses bergerak terus-menerus umumnya dapat tercapai melalui operasi perakitan manual, di mana beberapa pekerjaan dapat dipecah menjadi tugas-tugas kecil dengan durasi singkat. Semakin fleksibel kombinasi tugas-tugas tersebut, semakin tinggi pula tingkat keseimbangan yang dapat diperoleh. Hal ini menghasilkan aliran kerja yang lebih lancar serta pemanfaatan tenaga kerja dan fasilitas perakitan yang lebih optimal [5].

2. Metodologi Penelitian

2.1. Largest Candidate Rule (LCR)

Metode ini tergolong paling sederhana karena mengurutkan seluruh elemen kerja berdasarkan waktu proses. Elemen dengan urutan tertinggi diurutkan ke dalam stasiun kerja dengan syarat total waktunya tidak melebihi waktu siklus ($\leq \text{cycle time}$). Adapun tahapan dalam penerapan metode ini adalah sebagai berikut.

1. Menyusun ringkasan hubungan antara operasi pendahulu dan operasi pengikut.
2. Merancang serta menentukan pembagian stasiun kerja.
3. Membuat *precedence diagram* berdasarkan hasil perancangan.

2.2. Waktu Siklus (Cycle Time)

Waktu siklus adalah durasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk pada suatu stasiun kerja. Nilai waktu siklus ini biasanya tidak selalu sama pada setiap siklus, karena dapat mengalami sedikit variasi antar proses [6]. Berikut merupakan rumus dari waktu siklus:

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

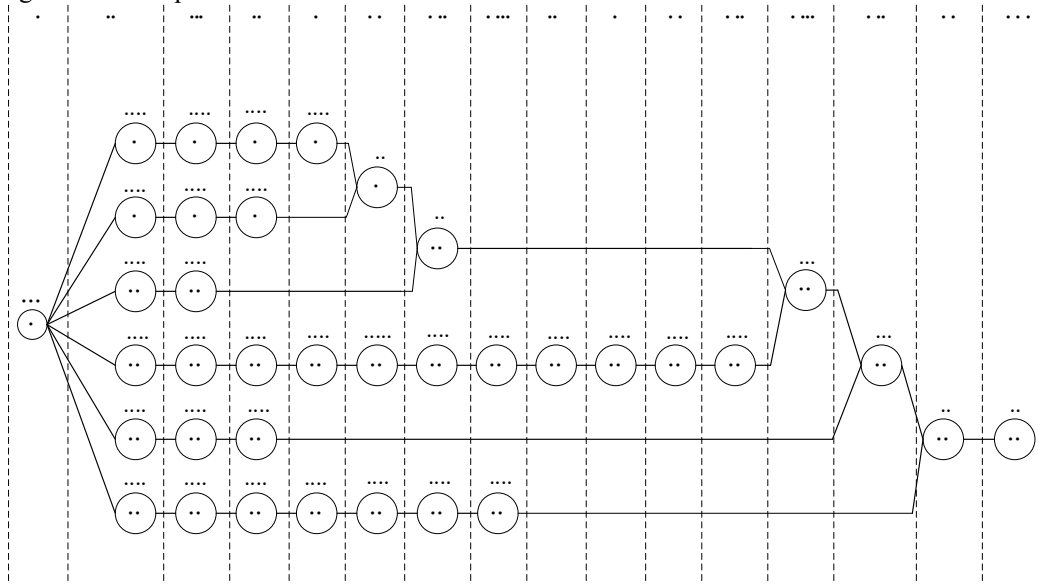
2.3. Work Station

Stasiun kerja (*work station*) merupakan suatu area atau tempat berlangsungnya kegiatan produksi, di mana bahan baku diproses menjadi produk yang memiliki nilai tambah. Penentuan jumlah minimum stasiun kerja dilakukan agar proses produksi dapat berjalan secara efisien dengan pembagian beban kerja yang optimal [7].

$$\text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} = \frac{\text{Jumlah Waktu Produksi}}{\text{Waktu Siklus}}$$

2.4. Precedence Diagram

Precedence diagram menunjukkan urutan seluruh tindakan yang dilakukan selama proses kerja, serta hubungan yang terkait antara setiap elemen pekerjaan [8]. Gambar 1 menunjukkan hasil pengurutan operasi, serta waktu baku yang telah dihitung, sebelum suatu tugas tertentu dapat diselesaikan.



Gambar 1. *Precedence Diagram*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penentuan Waktu Siklus Work Center

Perhitungan waktu siklus *work center* dilakukan berdasarkan data peramalan permintaan produk ragum pada tahun 2025 sampai tahun 2027 dari metode *time series* yaitu sebanyak 18.678 unit. Hari kerja yang digunakan pada tanggal 1 Januari 2025 sampai tanggal 31 Desember 2027 yaitu sebanyak 734 hari dengan 7 jam kerja/hari dan 2 *shift*/hari.

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{60 \times 60 \times 7 \times 2}{1,8176 \times 7 \times 2} = 1.980,63 \text{ detik/unit}$$

3.2. Penentuan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Jumlah stasiun kerja minimum dapat dihitung dengan membandingkan waktu siklus dengan jumlah waktu produksi. Namun, karena elemen kerja 1 merupakan tahapan pembuatan dan tidak termasuk dalam pengelompokan stasiun kerja, waktu produksi harus dikurangi dengan elemen kerja 1. Jumlah stasiun kerja minimum dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} = \frac{11.653}{1.980,63} = 5,8835 \approx 6 \text{ stasiun kerja}$$

3.3. Pengurutan Elemen Kerja Berdasarkan Waktu Baku Terbesar

Berdasarkan *precedence diagram* yang telah dibuat sebelumnya, selanjutnya diurutkan elemen kerja dengan waktu baku yang terbesar hingga yang terkecil. Tabel 1 menunjukkan pengurutan elemen kerja berdasarkan waktu baku terbesar hingga yang terkecil, berdasarkan *precedence diagram* yang telah dibuat sebelumnya.

Tabel 1. Pengurutan Elemen Kerja berdasarkan Waktu Baku Terbesar

<i>Rank</i>	Elemen Kerja	Waktu Baku	<i>Predecessor</i>
1	17	1.077	16
2	7	687	6
3	16	652	15
4	14	643	13
5	3	639	2
6	13	547	-
7	29	481	-
8	18	456	17
9	2	451	-
10	25	451	-
11	26	370	25
12	11	369	10
13	4	337	3
14	15	334	14
15	5	308	4
16	19	295	18
17	20	295	19
18	32	278	31
19	8	274	7
20	30	274	29
21	22	266	21
22	23	266	22
23	21	263	20
24	27	249	26
25	10	246	-

Tabel 1. Pengurutan Elemen Kerja berdasarkan Waktu Baku Terbesar (Lanjutan)

<i>Rank</i>	Elemen Kerja	Waktu Baku	<i>Predecessor</i>
26	33	239	32
27	6	236	-
28	31	190	30
29	34	190	33
30	35	160	34
31	24	32	12,23
32	28	24	24,27
33	9	4	5,8
34	36	4	28,35
35	12	3	9,11
36	37	3	36

3.4. Pembentukan Stasiun Kerja dengan Metode Largest Candidate Rule (LCR)

Pembentukan stasiun kerja dilakukan dengan mengelompokkan waktu baku dari setiap elemen kerja dengan syarat tidak boleh lebih dari waktu siklus yaitu sebesar 1.981 detik. Hasil dari pembentukan stasiun kerja dengan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembentukan Stasiun Kerja dengan Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Work Center	Elemen Kerja	Waktu Baku	Pengurangan	Predecessor	Jumlah	(Sm-Si) ²
I	13	547	1.434	-	1.930	1.764
	29	481	953	-		
	2	451	502	-		
	25	451	51	-		
II	14	643	1.338	13	1.926	2.116
	3	639	699	2		
	26	370	329	25		
	30	274	55	26		
III	4	337	1.644	3	1.900	5.184
	15	334	1.310	14		
	5	308	1.002	4		
	27	249	753	29		
	10	246	507	-		
	6	236	271	-		
	31	190	81	30		
IV	7	687	1.294	6	1.708	69.696
	16	652	642	15		
	11	369	273	10		
V	17	1.077	904	16	1.828	20.736
	18	456	448	17		
	19	295	153	18		

Tabel 2. Pembentukan Stasiun Kerja dengan Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Work Center	Elemen Kerja	Waktu Baku	Pengurangan	Predecessor	Jumlah	(Sm-Si) ²
VI	20	295	1.686	19	1.972	0
	32	278	1.408	31		
	8	274	1.134	7		
	21	263	871	20		
	33	239	632	32		
	34	190	442	33		
	35	160	282	34		
	9	4	278	5,8		
	12	3	275	9,11		
	22	266	9	21		
VII	23	266	1.715	22	329	2.699.449
	24	32	1.683	12,23		
	28	24	1.659	24,27		
	36	4	1.655	28,35		
	37	3	1.652	36		
Jumlah					11.593	2.798.895

3.5. Parameter Performansi

3.5.1. Idle Time

Idle time adalah waktu yang dibutuhkan oleh operator atau pekerja untuk memulai proses atau tugas berikutnya. Waktu ini merupakan selisih antara *cycle time* (CT) dengan *station time* (ST) [9]. Rumus perhitungan *idle time* adalah sebagai berikut.

$$\text{Idle Time} = n.S_m - \sum_{i=1}^n S_i = (7 \times 1.972) - 11.593 = 2.211 \text{ detik}$$

3.5.2. Balance Delay

Balance delay adalah sebuah indikator yang menunjukkan tingkat ketidakseimbangan atau ketidakefisienan dalam suatu lintasan produksi, yang tercermin dari besarnya waktu menganggur yang sebenarnya, dikenal sebagai keterlambatan keseimbangan. Pembagian beban kerja antar stasiun kerja yang tidak efektif menyebabkan situasi ini [10].

$$D = \frac{n.S_m - \sum_{i=1}^n S_i}{n.S_m} = \frac{(7 \times 1.972) - 11.593}{7 \times 1.972}$$

$$= 0,1602 \times 100\% = 16,02\%$$

3.5.3. Line Efficiency

Efisiensi merupakan rasio waktu total stasiun kerja terhadap waktu siklus dikalikan dengan jumlah stasiun kerja atau *workstation* yang digunakan.

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n \times S_m} \times 100\% = \frac{11.593}{7 \times 1.972} \times 100\% = 83,98\%$$

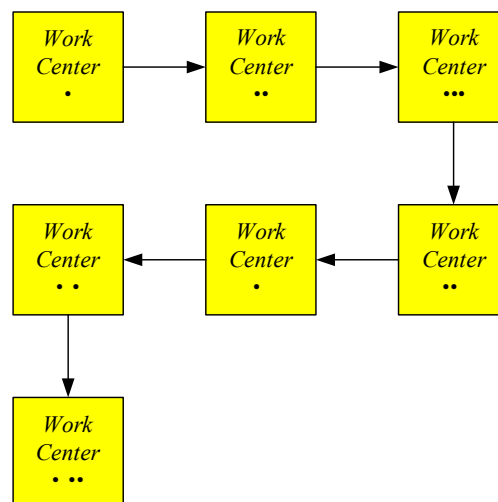
3.5.4. Smoothness Index

Smoothness index merupakan indeks yang menunjukkan cara untuk menghitung tingkat waktu tunggu relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu, Tingkat keseimbangan lintasan yang sempurna ditunjukkan oleh nilai SI = 0.

$$\text{Smoothness Index} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (S_m - S_i)^2} = \sqrt{2.798.945}$$

$$= 1.673,0048$$

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *Ranked Positional Weight*, maka lintasan yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan *Work Center*

4. Kesimpulan

Optimalisasi lini produksi ragum di PT. XYZ dilakukan melalui penerapan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) untuk menyeimbangkan beban kerja antarstasiun secara efektif. Tahapan awal melibatkan perhitungan waktu siklus yang ditetapkan sebesar 1.980,63 detik per unit serta penyusunan *presedence diagram* guna memetakan urutan ketergantungan seluruh aktivitas kerja. Selanjutnya, seluruh elemen kerja diurutkan berdasarkan waktu baku terbesar untuk kemudian dialokasikan ke dalam tujuh stasiun kerja yang dirancang secara sistematis agar tidak melampaui batas waktu siklus yang ditentukan. Hasil akhir menunjukkan bahwa penggunaan teknik ini menghasilkan tingkat efisiensi lintasan sebesar 83,98%, tingkat penundaan keseimbangan sebesar 16,02%, dan total waktu menganggur (*idle time*) sebesar 2.211 detik. Selain itu, indeks kemulusan mencapai nilai 1.673,0048, yang menunjukkan distribusi beban kerja yang jauh lebih merata di sepanjang lintasan produksi. Dengan demikian, kelancaran aliran proses manufaktur ragum dapat ditingkatkan secara signifikan.

References

- [1] A. Satito, L. Y. Sutadi, S. Harmanto, and S. Rahayu, "Rancang Bangun Prototipe Ragum Presisi Tanpa Poros Ulir Untuk Pengayaan Materi Praktik Laboratorium Pemesinan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang."
- [2] 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.
- [3] P. A. Saputri, S. Martha, S. Wira, and R. Intisari, "Penentuan Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Menggunakan Metode Helgeson-Birnig," 2016.
- [4] "admin,+1088+-+FIXED+32_38+5+STL22020+3+-+Muammar+Fuad+Zain (3)".
- [5] M. Arfah, "Analisa Line Balancing Untuk Meningkatkan Produksi Rempeyek," Online, 2022.
- [6] A. Purbasari, "Pengukuran Waktu Baku Pada Proses Pemasangan Ic Program Menggunakan Metode Jam Henti," vol. 8, no. 2, pp. 116–128.
- [7] S. A. Handayani and E. N. Hayati, "Perancangan Stasiun Kerja Guna Menunjang Kinerja Operator," *Jurnal Cakrawala Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 69–79, Jun. 2022, doi: 10.54066/jci.v2i1.202.
- [8] 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.
- [9] W. P. Febriani, M. A. Saputra, D. Setiawan, and B. F. Lumbanraja, "Penerapan Konsep Line Balancing Dalam Proses Produksi Pintu Dengan Metode Ranked Position Weight Di CV Indah Jati Permana".
- [10] A. Basuki and A. D. Cahyani, "Metode Line Balancing Heuristik untuk Penyelesaian Masalah Terjadinya Bottleneck pada Lintasan Produksi," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 317–323, Dec. 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.19765.