



PAPER – OPEN ACCESS

Pendekatan Line Balancing dalam Pembuatan Ragum Menggunakan Metode Ranked Positional Weight dan Metode Largest Candidate Rule (LCR)

Author : Martin Noel Bastian Manalu, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2195
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pendekatan *Line Balancing* dalam Pembuatan Ragum Menggunakan Metode Ranked Positional Weight dan Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Martin Noel Bastian Manalu^{a*}, Rahel Anastassya Hutapea^a, Abraham Siagian^a, Patricia Metta Ghotama^b, Ronald Tarigan^b

^aProgram Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

^bProgram Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Jln. Jalan Dokter Muhammad Ali, Palembang 30114, Indonesia

✉ martinmanalu55123@gmail.com, rahelpea@gmail.com, abrahamsiagian8@gmail.com, patriciaaghotama4775@gmail.com, ronaldiasta@gmail.com

Abstrak

Keseimbangan Lintasan produksi memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan hasil produksi, Proses manufaktur tidak akan berfungsi secara efektif atau efisien jika *work station* tidak dikonfigurasi dengan penyeimbangan jalur. Nilai produksi yang optimal harus dicapai melalui manajemen aliran proses yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk dan memperbaiki keseimbangan lini dengan menganalisis metode *line balancing* yang memberikan perbaikan yang maksimal melalui parameter parameter yang terdapat di dalamnya. Saat keseimbangan lintasan produksi tidak terbentuk akan dapat mengakibatkan ketidakefisienan pekerjaan di beberapa tempat dimana diantara Lokasi kerja yang satu dengan lainnya memiliki beban kerja yang tidak seimbang. Ada cara dalam mengatasi ketidakseimbangan lini ini yaitu menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) dan *Ranked Positional Weight* (RPW). Dimana metode perbaikan Metode *Largest Candidate Rule* (LCR) menjadi metode yang terbaik karena memiliki nilai parameter *balance delay*, *idle time* dan *smoothing index* terkecil serta memiliki nilai *line efficiency* terbesar dimana nilai *balance delay* sebesar 5,50%, *line efficiency* sebesar 94,50%, *idle time* sebesar 691 detik dan *smoothing index* sebesar 1314,57. Kesimpulan dari studi ini dapat menjadi pedoman bagi perusahaan. dalam mengimplementasikan strategi perbaikan yang efektif guna mencapai tujuan operasional yang optimal.

Kata Kunci: *Line Balancing*; Parameter; Metode; Efisiensi

Abstract

Production line balancing plays a very important role in production planning. The manufacturing process will not function effectively or efficiently if the workstations are not configured with line balancing. Optimal production value must be achieved through efficient process flow management. This research aims to establish and improve line balancing by analyzing line balancing methods that provide maximum improvement through the parameters within them. When production line balance is not achieved, it can lead to inefficiencies in several places where the workload is uneven among different work locations. One way to address this line imbalance is by using the Largest Candidate Rule (LCR) and Ranked Positional Weight (RPW) methods. The Largest Candidate Rule (LCR) method is considered the best because it has the smallest balance delay, idle time, and smoothing index values, as well as the highest line efficiency value, with a balance delay of 5.50%, line efficiency of 94.50%, idle time of 691 seconds, and smoothing index of 1314.57. The conclusion of this study can serve as guidelines for companies in implementing effective improvement strategies to achieve optimal operational goals.

Keywords: *Line Balancing*; Parameters; Methods; Efficiency

1. Pendahuluan

Masalah lini produksi lebih mungkin terjadi pada saat perakitan produk dibandingkan pada saat manufaktur[1]. Pembuatan suatu produk biasanya melibatkan beberapa langkah proses di setiap departemen. Alur proses Lokasi pengerjaan mempengaruhi periode pemrosesan produk secara keseluruhan. Kegagalan atau ketidakefisienan pada suatu lokasi akan mengganggu alur

komponen ke Lokasi pengerjaan berikutnya, sehingga menimbulkan penundaan (durasi menganggur) dan meningkatkan waktu siklus [2].

Dalam memunculkan produk yang selaras dengan spesifikasi, Lintasan produksi merupakan salah satu elemen krusial dalam proses manufaktur. Ini mencakup serangkaian tahapan yang dilalui oleh bahan mentah hingga menjadi produk jadi. Produk yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi dapat dipastikan melihat lintasan produksi harus dirancang dan dikelola dengan cermat [3]. Masalah keseimbangan jalur paling sering terjadi pada jalur perakitan dibandingkan jalur lainnya. Gerakan berkelanjutan lebih mungkin dicapai dalam operasi perakitan manual jika beberapa operasi dapat dipecah menjadi bagian kecil dengan periode singkat. Semakin banyak fleksibilitas yang dimiliki dalam menggabungkan berbagai tugas, akan lebih tinggi tingkat keseimbangan yang dapat Anda capai. Hal ini membawa manfaat besar bagi pekerjaan dan perakitan [4].

Line balancing adalah teknik dalam manajemen produksi yang digunakan untuk mendistribusikan beban kerja secara merata di sepanjang lini produksi. Dimana sebuah Lintasan perakitan adalah bagian dari proses produksi yang dirancang untuk mengoptimalkan pembuatan produk dengan membagi tugas ke berbagai stasiun kerja. Setiap *work station* dikelola oleh seorang atau beberapa operator dan mungkin memerlukan berbagai macam alat dan mesin untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu [5]. Setiap stasiun yang dialokasikan dengan menciptakan dan menyetarakan beban kerja yang dialokasikan merupakan tujuan utama dalam menyusun *line balancing*. Jika keseimbangan lintasan produksi tidak tercapai, hal ini dapat menyebabkan pemborosan kerja di beberapa *work station*, melalui stasiun-stasiun tersebut memiliki beban kerja yang tidak merata. [6].

Keterkaitan keseimbangan lintasan melalui bagaimana operasi di optimalkan pada setiap stasiun kerja melalui penyeimbangan tugas yang dialokasikan dalam waktu operasional. Periode yang tersedia untuk menyiapkan setiap item pekerjaan ditentukan oleh kelancaran jalur proses. Waktu siklus adalah peluang yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk pada suatu pekerjaan. [7]. *Cycle time* dihitung dengan mengukur waktu pengerjaan di lini produksi menggunakan alat penghitung waktu atau *stopwatch*. Umumnya, pengukuran ini dilakukan oleh seorang *industrial engineer* [8].

2. Metode Penelitian

Metode pendekatan *line balancing* yang dipakai di dalam penelitian ini yakni menggunakan metode RPW dan LCR. Parameter yang akan dicari dalam riset ini adalah *balance delay*, *line efficiency*, *idle time* dan *smoothing index*.

2.1. Precedence Diagram

Precedence Diagram merupakan deretan aktivitas kerja yang saling bergantung direpresentasikan secara grafis yang berdasarkan uraian operasi. Tujuannya adalah untuk memudahkan pengaturan dan pengendalian operasi terhubung di dalamnya [9].

2.2. Precedence Matrix

Precedence Matrix digunakan untuk menampilkan hubungan antar item pekerjaan dalam suatu lini produksi dan diwakili oleh simbol numerik [10].

2.3. Precedence Constraint

Precedence Constraint merupakan ketentuan suatu kegiatan dibandingkan kegiatan lainnya, dapat dinyatakan melalui pola diagram prioritas. Singkatnya, diagram ini dapat digunakan sebagai metode awal untuk memetakan penyusunan aktivitas [11].

2.4. Zoning Constraint

Zoning constraint umumnya berkaitan dengan pembatasan atau ketentuan yang diterapkan pada penggunaan posisi dalam area produksi dalam perencanaan produksi.

2.5. Metode Ranked Position Weight (RPW)

Metode *Ranked Position Weight* (RPW) diartikan sebuah solusi pemecahan persoalan yang menetapkan keperluan mesin dan tenaga kerja beserta proses-proses berdasarkan lini produk sehingga mencapai titik maksimal kerja yang tinggi pada setiap tahap pekerjaan [12].

2.6. Metode Largest Candidate Rule

Metode *Largest Candidate Rule* (LCR) merupakan metode yang mengurutkan item pekerjaan dari waktu terlama ke waktu terpendek. Level-level teratas kemudian dikelompokkan sehingga membentuk stasiun kerja dengan kondisi yang lebih pendek dari waktu siklus [13].

2.7. Parameter dalam Line Balancing

2.7.1. Balance Delay

Balance Delay adalah dimensi efisiensi jalur ditentukan dari waktu *idle* sebenarnya yang diakibatkan oleh alokasi yang tidak lengkap antara stasiun kerja.

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

Keterangan

- D = Penundaan Keseimbangan
- S_m = Durasi maksimal pada *Work Center*
- n = Jumlah stasiun kerja
- S_i = Durasi setiap stasiun (i=1,2,3,...,n)

2.7.2. Line Efficiency

Line Efficiency (LE) adalah suatu perhitungan yang di gunakan untuk menghasilkan lini produksi yang efisiensi [14].

$$\text{Line Efficiency} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n \cdot C} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan

- C = Waktu Siklus

2.7.3. Idle Time

Waktu menganggur adalah waktu *idle* setiap stasiun kerja karena waktu stasiun pengerjaan lebih minim dari waktu siklus [15].

$$\text{Idle Time} = n \cdot S_m - \sum_{i=1}^n S_i \quad (3)$$

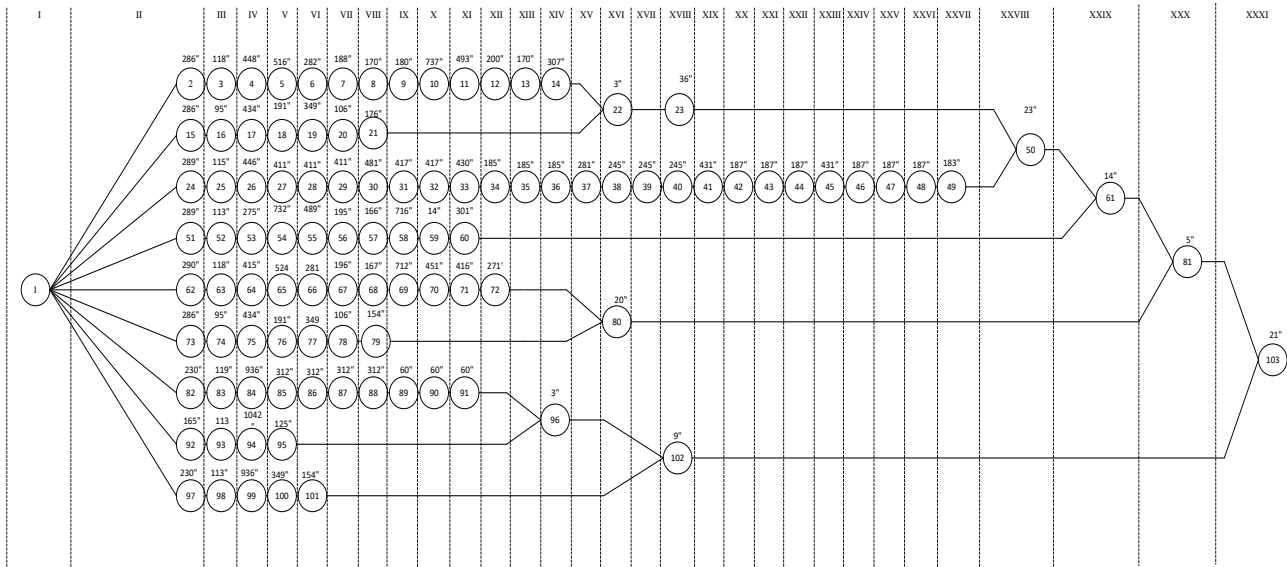
2.7.4. Smoothing Index

Smoothing index adalah indeks yang mempresentasikan fluensi relatif atau cara untuk mengestimasi latensi relatif dalam menyeimbangkan jalur perakitan tertentu. [16].

$$\text{Smoothing index} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C - S_i)^2} \quad (4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Precedence Diagram



Gambar 1. Precedence Diagram Proses Pembuatan Ragam

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 735 hari dengan 8 jam kerja/hari dan 2 shift/hari, maka:

$$\text{Total produksi per jam} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Hari Kerja} \times \text{Jumlah Jam Kerja} \times \text{Jumlah Shift Kerja}} \tag{5}$$

$$\text{Jumlah produksi per jam} = \frac{16.157}{733 \times 8 \times 2} = 1,3739 \text{ unit/jam}$$

Jika dengan perkiraan 100% efisiensi produksi, diperoleh perkiraan waktu siklus subproduksi yang dihitung adalah:

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Kapasitas Produksi}} \tag{6}$$

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{60 \times 60 \times 16}{1,3739 \times 16} = 2.620,28 \text{ detik/unit}$$

$$\text{Waktu Siklus} \approx 2.621 \text{ detik/unit}$$

3.3. Penentuan Total Stasiun Kerja Minimum

Total work station minimal dapat dihitung dengan menggunakan metode estimasi berikut.

$$\text{Jumlah Waktu Pekerjaan} = 28.178 \text{ detik}$$

$$\text{Total Stasiun Kerja Minimum} = \frac{\text{Jumlah Waktu Produksi}}{\text{Waktu Siklus yang Diinginkan}} \tag{7}$$

$$\text{Jumlah Stasiun Kerja Minimum} = \frac{28.178}{2.621}$$

$$\approx 11 \text{ stasiun kerja}$$

3.4. Perhitungan Parameter Keseimbangan Lintasan dengan Menggunakan Ranked Positional Weight (RPW)

Pembentukan hubungan antara elemen kerja dilakukan dengan membuat matriks, Matriks *Precedence* digunakan untuk memberikan hubungan antara elemen kerja berbentuk kerangka dengan nilai -1, 0, dan +1. Hubungan matriks *precedence* bernilai -1 apabila hubungan elemen kerja dengan elemen kerja yang lain memiliki hubungan maju. Hubungan matriks *precedence* bernilai 0 apabila tidak ada hubungan antara elemen kerja. Hubungan matriks *precedence* bernilai +1 apabila hubungan elemen kerja dengan elemen kerja yang lain memiliki hubungan maju.

Hasil dari pembentukan stasiun kerja pada setiap *Work Center* pembuatan ragam memakai kaidah *Ranked Positional Weight* (RPW) adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Pembentukan *Work Center* dengan Menggunakan *Ranked Positional Weight* (RPW)

<i>Work Center</i>	Jumlah	<i>Work Center</i>	Jumlah
I	2188	VII	2303
II	2288	VIII	2295
III	2556	IX	2400
IV	2567	X	2283
V	2563	XI	2283
VI	2607	XII	1469

Perhitungan parameter keseimbangan pekerjaan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) adalah sebagai berikut.

- *Balance Delay*

$$D = \frac{(12 \times 2607) - (28118)}{12 \times 2607}$$

$$D = 0,1217 \times 100\%$$

$$D = 12,17\%$$

- *Line Efficiency*

$$\text{Line Efficiency} = \frac{28118}{12 \times 2621} \times 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = 89,40\%$$

- *Idle Time*

$$\text{Idle Time} = (12 \times 2607) - 28118$$

$$\text{Idle Time} = 3.166 \text{ detik}$$

- *Smoothing Index*

$$\text{Smoothing Index} = \sqrt{(2621-2188)^2 + (2621-2288)^2 + \dots + (2621-1469)^2}$$

$$\text{Smoothing Index} = 1416,74$$

3.5. Perhitungan Parameter Line Balancing dengan Menggunakan Metode Largest Candidate Rules

Pembentukan hubungan antara elemen kerja dilakukan dengan membuat matriks, dimana matriks menyatakan pengerjaan pendahulu dari masing-masing elemen kerja

Tabel 2. Matriks Predecessor

Elemen Kerja	Waktu Baku	Predecessor	Elemen Kerja	Waktu Baku	Predecessor	Elemen Kerja	Waktu Baku	Predecessor
2	286	-	37	281	36	72	271	71
3	118	2	38	245	37	73	286	-
4	448	3	39	245	38	74	95	73
5	516	4	40	245	39	75	434	74
6	282	5	41	431	40	76	191	75
7	188	6	42	187	43	77	349	76
8	170	7	43	187	42	78	106	77
9	180	8	44	187	43	79	154	78
10	737	9	45	431	44	80	20	72.79
11	493	10	46	187	45	81	5	61.80
12	200	11	47	187	46	82	230	-
13	170	12	48	187	47	83	119	82
14	307	13	49	183	48	84	936	83
15	286	-	50	23	23.49	85	312	84
16	95	15	51	289	-	86	312	85
17	434	16	52	113	51	87	312	86
18	191	17	53	275	52	88	312	87
19	349	18	54	732	53	89	60	88
20	106	19	55	489	54	90	60	89
21	176	20	56	195	55	91	60	90
22	3	14.21	57	166	56	92	165	-
23	36	22	58	716	57	93	113	92
24	289	-	59	14	58	94	1042	93
25	115	24	60	301	59	95	125	94
26	446	25	61	14	50.60	96	3	91.95
27	411	26	62	290	-	97	230	-
28	411	27	63	118	62	98	113	97
29	411	28	64	415	63	99	936	98
30	481	29	65	524	64	100	349	99
31	417	30	66	281	65	101	154	100

32	417	31	67	196	66	102	9	96.101
33	430	32	68	167	67	103	21	81.102
34	185	33	69	712	68			
35	185	34	70	451	69			
36	185	35	71	416	70			

Berdasarkan dari matriks *predecessor* yang telah dibuat sebelumnya, maka elemen kerja diurutkan dengan waktu baku terbesar hingga terkecil. Hasil dari pembentukan stasiun kerja pada setiap *Work Center* pembuatan ragam dengan menggunakan metode LCR adalah sebagai berikut

Tabel 3. Pembentukan *Work Center* dengan Menggunakan Metode *J-Wagon*

Work Center	Jumlah	Work Center	Jumlah
I	2588	VII	2582
II	2619	VIII	2610
III	2596	IX	2538
IV	2565	X	2600
V	2616	XI	2214
VI	2590		

Perhitungan parameter *line balancing* dengan metode *Largest Candidate Rules* (LCR) adalah sebagai berikut.

- *Balance Delay*

$$D = \frac{(11 \times 2619) - (28118)}{11 \times 2619}$$

$$D = 0,0240 \times 100\%$$

$$D = 2,40\%$$

- *Line Efficiency*

$$\text{Line Efficiency} = \frac{28118}{11 \times 2621} \times 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = 97,53\%$$

- *Idle Time*

$$\text{Idle Time} = (11 \times 2619) - 28118$$

$$\text{Idle Time} = 691 \text{ detik}$$

- *Smoothing Index*

$$\text{Smoothing Index} = \sqrt{(2621-2588)^2 + (2621-2619)^2 + \dots + (2621-2214)^2}$$

$$\text{Smoothing Index} = 1814,57$$

Hasil perbandingan perhitungan parameter performansi kedua parameter dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Perincian Parameter Performansi

Metode	Balance Delay	Line efficiency	Idle Time	Smoothing Index
Ranked Positional Weight (RPW)	10,12%	89,40%	3166	1416,74
Largest Candidate Rules (LCR)	2,40%	97,53%	691	1314,57

Berdasarkan perbandingan parameter performansi kedua metode, metode yang terpilih adalah metode *Largest Candidate Rule* karena memiliki bobot parameter *balance delay*, *idle time* dan *smoothing index* terkecil serta memiliki nilai *line efficiency* terbesar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data terlihat jelas bahwa pada precedence diagram proses pembuat ragum tebagi menjadi 31 area dengan elemen kerja sebanyak 103 elemen, waktu siklus yang digunakan dalam pembuatan ragum adalah sebesar 2.621 detik/unit. Total *work station* terkecil yang digunakan adalah 12 stasiun kerja. Data stasiun kerja ini diperoleh dari jumlah waktu produksi sebesar 28.178 dibagi dengan waktu siklus sebesar 2.621. Ketika dilakukan perhitungan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) diperoleh nilai *balance delay* sebesar 12,17%, *line efficiency* sebesar 97,53%, *idle time* sebesar 4.078 detik dan *smoothing index* sebesar 1.717,0976 sedangkan ketika dilakukan penghitungan dengan menggunakan metode LCR diperoleh nilai *balance delay* sebesar 5,50%, *line efficiency* sebesar 94,50%, *idle time* sebesar 691 detik dan *smoothing index* sebesar 1314,57. Dari perhitungan nilai parameter dengan kedua metode tersebut diperoleh bahwa metode yang terpilih yang akan diterapkan dalam perbaikan stasiun kerja pembuatan ragum adalah dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* karena memiliki mutu parameter *balance delay*, *idle time* dan *smoothing index* terkecil serta memiliki nilai *line efficiency* terbesar.

Referensi

- [1] Mifthahul; Eddy & Uun Novalia H. Ahyan, "Menggunakan Metode Theory of Constraint Dan Metode," vol. 02, no. 01, pp. 59–70, 2021.
- [2] Agus Joko Sandrayani, Rulinawati, "Journal Of Industrial Engineering & Management Research," *J. Ind. Eng. Manag.*, Vol. 6, No. 2, Pp. 11–20, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JIEM/article/view/571>.
- [3] Y. Hapid *et al.*, "Ulang Plastik Dengan Pendekatan Ranked Positional," vol. 7, no. 1, pp. 65–72, 2021.
- [4] Sakiman, M. Arafah, and Suliawati, "Analisa Line Balancing Untuk Meningkatkan Produksi Rempyek," *Bul. Utama Tek.*, vol. 18, no. 1, pp. 16–20, 2022.
- [5] R. Ginting, *Sistem Produksi*. 2007.
- [6] R. Ginting, *Sistem Produksi: Konsep Teoritis, Komprehensif dan Praktis*. Medan, 2021.
- [7] A. T. Panudju, B. S. Panulisan, and E. Fajriati, "Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) dengan Metode Ranked Position Weight (RPW) pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit di PT. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten," *J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 70–80, 2018.
- [8] S. T. M. . Muhammad Riyadi, "Pengendalian Produksi di Industri Galangan," 2020.
- [9] W. P. Febriani, M. A. Saputra, and D. S. B. F. Lumbanraja, "Penerapan Konsep Line Balancing Dalam Proses Produksi Pintu Dengan Metode Ranked Position Weight Di CV Indah Jati Permana," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2020.
- [10] A. U. Arum and E. Pujiyanto, "Analisis Line Balancing Line 9B S22 Departemen Sewing PT XYZ dengan Menggunakan Metode Ranked Positional Weight," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, pp. 1–10, 2022, [Online]. Available: <https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/IDEC2022/PROSIDING/ID057.pdf>.
- [11] R. S. Merry Siska, "Analisis Keseimbangan Lintasan pada Lantai Produksi CV . Bobo Bakery," *Sntiki*, vol. 4, pp. 481–488, 2012.
- [12] M. Fakhriansyah, L. D. Fathimahayti, and S. Gunawan, "G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 295–305, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/g-tech/article/view/1823/1229>.
- [13] 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, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.19765.
- [14] I. Fadilah and A. Hakim, "Efficiency Proses Pembuatan Opak Menggunakan Metode Line Balancing Pada UMKM Opak Ketan 2R," *Abdima J. Pengabd. Mhs.*, vol. 2, no. 1, pp. 2695–2700, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/952>.
- [15] 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, 2022, doi: 10.33005/juminten.v3i3.412.
- [16] 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.