



PAPER – OPEN ACCESS

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lini Stasiun Pembuatan Ragum untuk Meningkatkan Effisiensi Lini Produksi dengan Menggunakan Perbandingan Metode J-Wagon dan Largest Candidate Rule

Author : Christian Herlim, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2221
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



Usulan Perbaikan Keseimbangan Lini Stasiun Pembuatan Ragum untuk Meningkatkan Efisiensi Lini Produksi dengan Menggunakan Perbandingan Metode J-Wagon dan *Largest Candidate Rule*

Christian Herlim*, Cicilia Sihombing, Rachel Angel Purba, Jessica Ginting, Pieter Evandi

Program Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No. 9, Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

christianherlim@gmail.com, ciciliasihombing1@gmail.com, rachelangel785@gmail.com, jessieginting@gmail.com, pieterevandi14105@gmail.com

Abstrak

Efisiensi dalam lini produksi menjadi kunci penting bagi keberhasilan operasional suatu perusahaan manufaktur. *Line balancing* merupakan strategi yang penting dalam industri manufaktur untuk meningkatkan efisiensi produksi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menaikkan tingkat efisiensi terhadap lini produksi pada stasiun pembuatan ragum dengan memperbaiki keseimbangan lini dengan menganalisis konsep dan teknik *line balancing* serta mengidentifikasi parameter-parameter yang terdapat di dalamnya. Metode J-Wagon mengutamakan item pekerjaan yang memiliki jumlah item pekerjaan terbanyak dan menempatkannya pada *workstation* terlebih dahulu, kemudian disusul item pekerjaan lain yang item pekerjaannya lebih sedikit sedangkan Metode *Largest Candidate Rule* mengutamakan item pekerjaan yang memiliki jumlah item pekerjaan terbanyak dan menempatkannya pada *workstation* terlebih dahulu, kemudian disusul item pekerjaan lain yang item pekerjaannya lebih sedikit. Hasil studi menjelaskan bahwa pendekatan LCR secara konsisten memberikan perbaikan yang lebih signifikan dalam keseimbangan lini dibandingkan dengan metode J-Wagon. Diharapkan penelitian ini akan memberikan bantuan yang besar dalam pengembangan strategi perbaikan keseimbangan lini produksi, khususnya dalam konteks industri manufaktur. Dengan memperbaiki keseimbangan lini, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi waktu siklus, dan meningkatkan *output* secara keseluruhan. Perusahaan dapat menggunakan temuan penelitian ini sebagai pedoman dalam mengimplementasikan strategi perbaikan yang efektif guna mencapai tujuan operasional yang optimal.

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

Abstract

Efficiency in the production line is an important key to the operational success of a manufacturing company. Line balancing is an important strategy in the manufacturing industry to improve production efficiency. Through an analysis of the theory and practice of line balancing as well as the identification of its parameters, this study seeks to improve the line balance and raise the efficiency level of the production line at the vise manufacturing station. The J-Wagon method gives priority to the work item that has the highest number of work items and places it on the workstation first, then followed by other work items with fewer work items while the Largest Candidate Rule method prioritizes the work item that has the highest number of work items and places it on the workstation first, then followed by other work items with fewer work items. The study results explain that the LCR approach consistently provides more significant improvements in line balancing compared to the J-Wagon method. It is anticipated that this study will offer great assistance in the development of production line balance improvement strategies, especially in the context of the manufacturing industry. By improving line balance, companies can increase production efficiency, reduce cycle time, and increase overall output. Companies can utilize the research's conclusions as a guideline in implementing effective improvement strategies to achieve optimal operational goals.

Keywords: *Line Balancing*; Methods; Parameter; Improvement

1. Pendahuluan

Perencanaan produksi sangat penting untuk mengatur jadwal produksi dalam industri apa pun, terutama dalam hal pengelolaan operasional dan perintah kerja. Pengaturan dan perencanaan operasional yang tidak akurat dapat menyebabkan perbedaan laju produksi pada stasiun kerja di lini produksi. Hal ini menyebabkan material menumpuk di antara stasiun kerja, sehingga tidak mengimbangi kecepatan produksi dan membuat jalur produksi menjadi tidak efisien [1].

Faktor utama penentu efisiensi suatu sistem produksi adalah keseimbangan jalur produksi. Oleh karena itu, tindakan perataan lintasan harus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi produksi [2]. Produksi didefinisikan sebagai semua kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan atau meningkatkan manfaat sebuah benda serta untuk memenuhi kebutuhan orang lain melalui transaksi [3]. Ini mencakup upaya manusia serta keahlian untuk menciptakan nilai tambahan untuk memenuhi

kebutuhan manusia. [4]. Masalah umum dalam aktivitas produksi meliputi ketidakseimbangan beban kerja, kelebihan persediaan, waktu tunggu yang berlebihan, dan masalah kualitas produk [5]. Oleh karena itu, aktivitas produksi memerlukan penyeimbangan lini untuk menggunakan sumber daya secara efisien, mengurangi waktu siklus, dan menghindari kemacetan yang menghambat aliran produksi [6].

Sekumpulan manusia atau alat-alat yang mengerjakan serangkaian kegiatan untuk menggabungkan barang yang ditugaskan pada setiap sumber daya di setiap lini produksi secara seimbang dikenal sebagai penyeimbangan lini. Tujuan utama dari dibentuknya keseimbangan lini yakni untuk menghasilkan tingkat efisiensi kerja yang tinggi di setiap lokasi produksi [7]. Keseimbangan lintasan adalah konsep tentang bagaimana aktivitas yang diberikan pada stasiun kerja mampu diselenggarakan agar operasi yang ditunjuk dapat dioptimalkan [8]. Tujuan dari konsep penyeimbangan jalur adalah untuk mencapai nilai *idle/delay* minimum yang seimbang dan efisiensi maksimum [9]. Beberapa stasiun kerja menggunakan banyak komponen operasi untuk mencapai tingkat efisiensi kerja yang tinggi dan rasio deselerasi/*idle* (*idle*) yang serendah mungkin. Kemacetan diidentifikasi ketika waktu siklus suatu lintasan kerja melebihi waktu siklus produksi yang ditentukan. Sangat penting untuk menemukan kemacetan dan berusaha untuk mengurangi waktu siklus dan meningkatkan kapasitas produksi di stasiun tersebut.

Metode *Line Balancing* adalah ide dalam keteknikan dan manajemen keindustrian yang mengatur, menilai, merancang, dan menerapkan aktivitas penyempurnaan untuk memaksimalkan efisiensi dalam proses aktivitas produksi. Tiga solusi *line balancing* adalah simulasi, heuristik, dan analitis. Metode heuristik digunakan dalam penelitian ini untuk mengembalikan keseimbangan lintasan yang didasarkan pada pengalaman manual yang mudah dipahami. Metode *J-Wagon* dan *Largest Candidate Rule* adalah dua teknik heuristik yang digunakan [1].

Tujuan yang ingin dicapai dari pengamatan yang ini yaitu agar dapat diketahui teknik mana yang paling sesuai untuk mengoptimalkan stasiun kerja, pengurangan lama waktu menunggu, dan secara keseluruhan meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, hasil penelitian diharapkan dapat membantu industri ragum memilih cara terbaik untuk meningkatkan keseimbangan lini produksi.

2. Metode Penelitian

Metode pendekatan *line balancing* yang dipakai di dalam penelitian ini yakni menggunakan metode *J-Wagon* dan metode *Largest Candidate Rule*. Parameter yang akan dicari dalam penelitian ini adalah *balance delay*, *smoothing index*, *idle time* dan *line efficiency*.

2.1. Precedence Diagram

Precedence diagram biasanya juga disebut sebagai peta proses tugas, adalah deskripsi urutan tugas dan ketergantungan. Diagram ini dibuat secara horizontal, dengan tanda inspeksi dan atribut dihilangkan kecuali panah dan atribut waktu [10].

2.2. Precedence Matrix

Precedence Matrix menginformasikan hal yang serupa seperti *Precedence Diagram*, namun *Precedence Matrix* menggunakan representasi numerik dari hubungan antar elemen atau operasi [10].

2.3. Precedence Constraint

Precedence constraint adalah batasan atau aturan yang menentukan urutan atau hubungan antara dua atau lebih tugas dalam sebuah jadwal atau alur kerja, menentukan bahwa satu tugas harus diselesaikan sebelum tugas lain dapat dimulai [11].

2.4. Zoning Constraint

Zoning constraint adalah jenis batasan yang digunakan dalam perencanaan produksi atau perencanaan fasilitas yang mengatur lokasi atau wilayah di mana kegiatan produksi atau distribusi dapat dilakukan, berdasarkan pertimbangan peraturan, kebijakan lingkungan, atau faktor-faktor lain yang relevan [12].

2.5. Metode J-Wagon

Metode yang memprioritaskan item pekerjaan dengan jumlah item pekerjaan terbanyak pada *workstation*, diikuti oleh *item* pekerjaan dengan jumlah item pekerjaan yang lebih kecil. Pembobotan pada metode yang ini setara dengan total operasi aktivitas yang bergantung pada operasi tersebut [13].

2.6. Metode Largest Candidate Rule

Metode ini memprioritaskan pekerjaan dengan jumlah item pekerjaan terbanyak dan menempatkannya pada *workstation* terlebih dahulu, kemudian disusul item pekerjaan lain yang item pekerjaannya lebih sedikit [14].

2.7. Parameter dalam Line Balancing

2.7.1. Balance Delay

Perbandingan antara waktu yang tersedia dalam jalur perakitan dan waktu yang ditunggu di jalur perakitan dikenal sebagai *balance delay* [15].

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

Keterangan:

- D = *Balance Delay*
 S_m = Waktu kerja tertinggi di *Work Center*
 n = Jumlah lintasan kerja
 S_i = Waktu kerja di setiap stasiun

2.7.2. Line Efficiency

Jumlah stasiun kerja total dikalikan dengan rasio keseluruhan waktu pada lintasan kerja yang dikaitkan dengan waktu silus dikenal sebagai *line efficiency* (LE) [15].

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

Keterangan:

- C = Waktu Siklus

2.7.3. Idle Time

Idle time adalah periode di mana operator atau pekerja tidak melakukan aktivitas kerja karena menunggu proses atau pekerjaan selanjutnya yang akan dilakukan [16].

$$\text{Waktu kosong} = n.S_m - \sum_{i=1}^n S_i \quad (3)$$

2.7.4. Smoothing Index

Smoothing index adalah salah satu tahapan untuk mengetahui tingkat waktu tunggu relatif lini perakitan yang memiliki nilai minimum 0 dan menunjukkan keseimbangan sempurna [15].

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

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Precedence Diagram

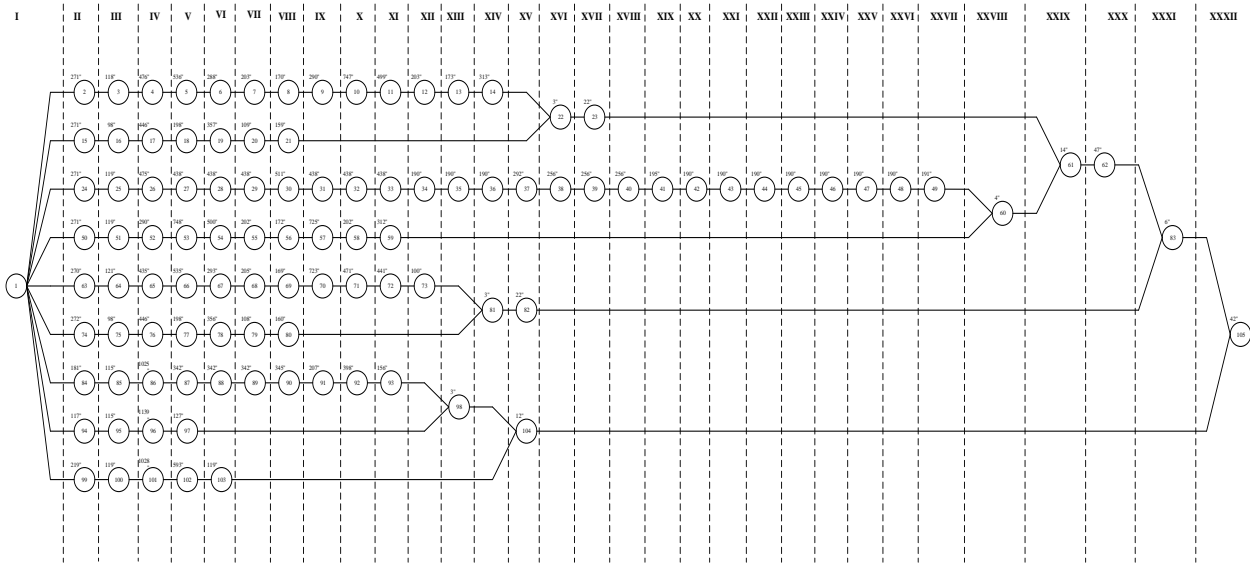
Diagram dari hasil *predence* dapat dilihat pada Gambar 1.

3.2. Penentuan Waktu Siklus

Perhitungan waktu siklus work center dilakukan berdasarkan data peramalan permintaan produk ragam tahun 2023 kuartal 4 sampai tahun 2026 kuartal 3 dari metode *Time Series* yaitu sebesar 17.635 unit. Total hari kerja selama periode tersebut adalah 763 hari di mana jam kerja per harinya adalah 8 jam dan jumlah *shift* kerjanya per hari adalah 2 jadwal kerja, maka:

$$\text{Total produksi per jam} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Hari Produktif} \times \text{Jumlah Waktu Kerja} \times \text{Jumlah pergeseran Kerja}} \quad (5)$$

$$\text{Total produksi per jam} = \frac{17.635}{733 \times 8 \times 2} = 1,5036 \text{ unit/jam}$$



Gambar 1. Bentuk *Precedence Diagram* untuk Proses Pengerjaan Ragum

Karena asumsi efisiensi produksi 100%, estimasi Waktu yang diperlukan untuk siklus produksi ragum adalah

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

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{60 \times 60 \times 16}{1,5036 \times 16} = 2.394,25 \text{ detik/unit}$$

$$\text{Waktu Siklus} \approx 2.395 \text{ detik/unit}$$

3.3. Penentuan Total Lintasan Kerja Minimum

Untuk menghitung total stasiun kerja. Jumlah perkiraan lintasan kerja adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah waktu produksi} = 29.484 \text{ detik} \tag{7}$$

$$\text{Jumlah Lintasan Kerja Minimum} = \frac{\text{Jumlah Waktu Produksi}}{\text{Waktu Siklus yang Diinginkan}}$$

$$\text{Jumlah Lintasan Kerja Minimum} = \frac{29.484}{2.395}$$

$$\approx 13 \text{ stasiun kerja}$$

3.4. Perhitungan Parameter Line Balancing dengan Menggunakan Metode J-Wagon

Untuk menunjukkan hubungan antara elemen kerja, matriks dibuat menggunakan penilaian -1, 0, dan +1. Angka +1 menunjukkan bahwa elemen kegiatan yang akan dipasangkan mempunyai hubungan maju, atau hubungan depan, dengan elemen kerja lainnya. Hubungan yang memiliki nilai 0 menandakan bahwa tidak adanya hubungan antara kedua elemen kerja. Sedangkan hubungan yang memiliki nilai -1 menandakan bahwa elemen kerja yang akan dihubungkan memiliki hubungan ke belakang (hubungan sebaliknya dari +1) dengan elemen kerja lainnya.

Hasil dari penerapan metode J-Wagon untuk menciptakan stasiun kerja di setiap *Work Center* yang menghasilkan ragam ditunjukkan di bawah ini.

Tabel 1. Pembentukan Work Center dengan Menggunakan Metode J-Wagon

<i>Work Center</i>	Jumlah	<i>Work Center</i>	Jumlah
I	2179	VIII	2299
II	2286	IX	2228
III	2393	X	2258
IV	2132	XI	2145
V	2029	XII	2005
VI	2318	XIII	2040
VII	2029	XIV	894

Hasil perhitungan parameter keseimbangan jalur dengan metode J-Wagon menunjukkan nilai *balance delay* sebesar 12,17%, nilai *line efficiency* sebesar 87,75%, *idle time* sebesar 4.078 detik, dan nilai *smoothing index* sebesar 1717,0976.

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	<i>Predecessor</i>	Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>	Elemen Kerja	<i>Predecessor</i>
2	1	28	27	54	53
3	2	29	28	55	54
4	3	30	29	56	55
5	4	31	30	57	56
6	5	32	31	58	57
7	6	33	32	59	58
8	7	34	33	60	49,59
9	8	35	34	61	23, 60
10	9	36	35	62	61
11	10	37	36	63	1
12	11	38	37	64	63
13	12	39	38	65	64
14	13	40	39	66	65
15	1	41	40	67	66
16	15	42	41	68	67
17	16	43	42	69	68
18	17	44	43	70	69
19	18	45	44	71	70
20	19	46	45	72	71
21	20	47	46	73	72
22	14, 21	48	47	74	1
23	22	49	48	75	74
24	1	50	1	76	75
25	24	51	50	77	76
26	25	52	51	78	77
27	26	53	52	79	78

Elemen Kerja	Predecessor	Elemen Kerja	Predecessor	Elemen Kerja	Predecessor
80	79	89	88	98	93, 97
81	73, 80	90	89	99	1
82	81	91	90	100	99
83	62, 82	92	91	101	100
84	1	93	92	102	101
85	84	94	1	103	102
86	85	95	94	104	98, 103
87	86	96	95	105	83, 104
88	87	97	96		

Elemen kerja diurutkan dengan waktu baku terbesar hingga terkecil berdasarkan matriks predecessor sebelumnya. Hasil berikut adalah hasil dari pengelompokkan lintasan kerja pada keseluruhan lintasan kerja pengerjaan ragam dengan memakai pendekatan *Largest Candidate Rule*.

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

Work Center	Jumlah	Work Center	Jumlah
I	2385	VIII	2393
II	2300	IX	2340
III	2382	X	2333
IV	2395	XI	2365
V	2298	XII	2161
VI	2372	XIII	1341
VII	2359		

Hasil perhitungan parameter line balancing dengan pendekatan *Largest Candidate Rule* menunjukkan nilai *balance delay* sebesar 5,50%, nilai *line efficiency* sebesar 94,50%, *idle time* sebesar 1.711 detik, dan nilai *smoothing index* sebesar 288,1961.

Hasil perbandingan perhitungan parameter performansi dari pendekatan yang digunakan dapat diamati pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Perhitungan Parameter Performansi

Metode	<i>Balance Delay</i>	<i>Line efficiency</i>	<i>Idle Time</i>	<i>Smoothing Index</i>
<i>J-Wagon</i>	12,17%	87,75%	4.078	1.717,0976
<i>Largest Candidate Rule (LCR)</i>	5,50%	94,50%	1.711	288,1961

Menurut perbandingan parameter performansi kedua pendekatan, LCR adalah yang terbaik karena memiliki nilai *line efficiency* terbesar sedangkan parameter *idle time*, parameter *smoothing index* dan parameter *balance delay* terkecil.

4. Kesimpulan

Hasil pengolahan data mengarah pada kesimpulan bahwa pada *precedence diagram* proses pembuat ragam tebagi menjadi 32 area dengan elemen kerja sebanyak 104 elemen, waktu siklus yang digunakan dalam pembuatan ragam adalah sebesar 2395 detik/unit. Minimal total lintasan kerja yang digunakan adalah 13 lintasan kerja. Data lintasan kerja ini diperoleh dari jumlah waktu produksi sebesar 29.484 dibagi dengan waktu siklus sebesar 2395. Ketika dilakukan perhitungan dengan metode J-Wagon diperoleh nilai *balance delay* sebesar 12,17%, *line efficiency* sebesar 87,75%, *idle time* sebesar 4.078 detik dan *smoothing index* sebesar 1.717,0976 sedangkan ketika dilakukan perhitungan dengan memakai pendekatan *Largest Candidate Rule* didapatkan hasil *balance delay* sebesar 5,50%, *line efficiency* sebesar 94,50%, *idle time* sebesar 1.711 detik dan *smoothing index* sebesar 288,1961. Dari perhitungan nilai parameter dengan kedua metode tersebut diperoleh bahwa metode yang terpilih yang akan diterapkan dalam perbaikan stasiun kerja pembuatan ragam adalah dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* karena memiliki nilai parameter *idle time*, *balance delay* dan *smoothing index* terkecil serta memiliki nilai *line efficiency* terbesar.

Referensi

- [1] M. Efisiensi, K. Burhan, R. Nr, and D. Rakhmawati, "Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi untuk Mengurangi Balance Delay dan Meningkatkan Efisiensi Kerja," *Performa*, vol. 11, no. 2, pp. 75–84, 2012.

- [2] S. Zaneta, A. Putri, and P. W. Laksono, "Analisis Line Balancing dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW) pada Lintasan Sewing di PT XYZ," *Semin. Dan Konf. Nas. IDEC*, pp. 97–106, 2023.
- [3] U. Duwila, "Pengaruh Produksi Padi Terhadap Tingkat Kesejahteraan Masyarakat Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru," *Cita Ekon. J. Ekon.*, vol. IX, no. 2, pp. 149–158, 2015.
- [4] S. W. Putro, "Pengaruh Kualitas Layanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Dan Loyalitas Konsumen Restoran Happy Garden Surabaya," *J. Manaj. Pemasar.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2014, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/manajemen-pemasaran/article/view/1404>
- [5] M. Efisiensi, K. Burhan, R. Nr, and D. Rakhmawati, "Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi untuk Mengurangi Balance Delay dan Meningkatkan Efisiensi Kerja," *Performa*, vol. 11, no. 2, pp. 75–84, 2012.
- [6] S. Zaneta, A. Putri, and P. W. Laksono, "Analisis Line Balancing dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW) pada Lintasan Sewing di PT XYZ," *Semin. Dan Konf. Nas. IDEC*, pp. 97–106, 2023.
- [7] U. Duwila, "Pengaruh Produksi Padi Terhadap Tingkat Kesejahteraan Masyarakat Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru," *Cita Ekon. J. Ekon.*, vol. IX, no. 2, pp. 149–158, 2015.
- [8] S. W. Putro, "Pengaruh Kualitas Layanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Dan Loyalitas Konsumen Restoran Happy Garden Surabaya," *J. Manaj. Pemasar.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2014, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/manajemen-pemasaran/article/view/1404>
- [9] I. P. Sihadi, S. S. Pangemanan, and H. Gamaliel, "Identifikasi Kendala Dalam Proses Produksi Dan Dampaknya Terhadap Biaya Produksi Pada Ud. Risky," *Going Concern J. Ris. Akunt.*, vol. 14, no. 1, pp. 602–609, 2018.
- [10] Hendri Setiawan and Atikha Sidhi Cahyana, "Layout Planning For Production Facilities Using Line Balancing and ARC (Activity Relation Chart) Methods at UD. Agung Mulya," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [11] M. Arfah, "Analisa Line Balancing untuk Meningkatkan Produksi Rempyek," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 18, no. 1, pp. 1410–4520, 2022.
- [12] 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.
- [13] A. B. Sulisty, "Perencanaan Line Balancing Proses Produksi Pada Shearing Line Plant Dengan Menggunakan Metode Rank Position Weight," *J. PASTI (Penelitian dan Apl. Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 16, no. 1, p. 49, 2022.
- [14] Leni Herdiani and R. S. Nurcahyo, "Line Balancing untuk Tercapainya Efisiensi Kerja Optimal pada Stasiun Kerja," *J. TIARSIE*, vol. 15, no. 2, pp. 1–5, 2018.
- [15] Y. Hapid *et al.*, "Optimalisasi Keseimbangan Lintasan Produksi Daur Ulang Plastik dengan Pendekatan Ranked Positional Weight," *J. INTECH Tek. Ind. Univ.*, vol. 7, no. 1, pp. 65–72, 2021.
- [16] R. S. Merry Siska, "Analisis Keseimbangan Lintasan pada Lantai Produksi CV . Bobo Bakery," *Sntiki*, vol. 4, pp. 481–488, 2012.
- [17] V. Restianti and N. Nurhasanah, "Analisis Efisiensi Proses Pembuatan Tas Gunung Pada PT. Alpina Menggunakan Metode Penyeimbangan Lintasan Heuristik," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, no. November, pp. 1–9, 2020.
- [18] F. V. Sitanggang and P. W. Laksono, "Penerapan Line Balancing pada PT. XYZ dengan Metode Largest Candidate Rule dan Ranked Positional Weight," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC 2022*, pp. 1–10, 2022.
- [19] H. H. Azwir and H. W. Pratomo, "Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X," *J. ReKayasa Sist. Ind.*, vol. 6, no. 1, p. 57, 2017.
- [20] 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.