



PAPER – OPEN ACCESS

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lini Produksi Stasiun Pembuatan Ragum untuk Meningkatkan Lini Produksi dengan Menggunakan Metode Region Approach dan Moodie Young

Author : Laras Astuningyas Agata, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2304
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 Produksi Stasiun Pembuatan Ragum untuk Meningkatkan Lini Produksi dengan Menggunakan Metode Region Approach dan Moodie Young

Laras Astuningyas Agata*, Andy Pradyva Silalahi, Agnes Pebina Ginting

Program Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No. 9, Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia
larasagata1@gmail.com, andysilalahi2003@gmail.com, agnespebinagt24@gmail.com

Abstrak

Efisiensi dalam lini produksi adalah tujuan utama bagi perusahaan manufaktur untuk mencapai keberhasilan operasional. Salah satu metode untuk mencapai tujuan ini adalah line balancing, yang menyeimbangkan beban kerja pada setiap stasiun kerja. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dengan menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan ke setiap stasiun kerja berdasarkan parameter-parameter yang ada. Metode Region Approach digunakan dengan membentuk Precedence Diagram, yang menentukan urutan stasiun kerja dari waktu operasi terbesar hingga terkecil. Sementara itu, metode Moodie Young juga menggunakan Precedence Diagram untuk membuat matriks P dan F, kemudian menempatkan elemen kerja pada stasiun kerja secara berurutan di jalur produksi sesuai aturan. Metode Moodie Young melibatkan dua fase, di mana fase kedua memperbaiki distribusi idle time di setiap workcenter melalui mekanisme jual dan transfer elemen tiap stasiun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Moodie Young memberikan perbaikan yang lebih signifikan dalam keseimbangan lini dibandingkan dengan metode Region Approach. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan dan menjadi referensi dalam strategi perbaikan lini produksi, khususnya bagi perusahaan manufaktur. Dengan memperbaiki keseimbangan lini, perusahaan akan meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi waktu siklus, dan meningkatkan output produksi. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi pedoman bagi akademisi dalam pembelajaran tentang keseimbangan lini produksi dan bagi perusahaan dalam mengimplementasikan strategi perbaikan untuk mencapai tujuan operasional yang optimal.

Kata Kunci: *Line Balancing; Region Approach; Moodie Young; Efisiensi; Ragum*

Abstract

Efficiency in production lines is a primary goal for manufacturing companies to achieve operational success. One method to reach this goal is line balancing, which involves equalizing the workload at each workstation. This research aims to enhance efficiency by balancing the workload allocated to each workstation based on existing parameters. The Region Approach method is used by forming a Precedence Diagram, which determines the sequence of workstations from the largest to the smallest operation time. Meanwhile, the Moodie Young method also utilizes the Precedence Diagram to create P and F matrices, then places work elements sequentially in the production line according to the rules. The Moodie Young method involves two phases, with the second phase improving the distribution of idle time at each work center through a mechanism of selling and transferring elements between stations. The research results show that the Moodie Young method provides more significant improvements in line balance compared to the Region Approach. This study is expected to offer guidance and serve as a reference in line production improvement strategies, especially for manufacturing companies. By improving line balance, companies will increase production efficiency, reduce cycle time, and boost production output. The findings of this research are also hoped to serve as a guide for academics in learning about line balancing and for companies in implementing improvement strategies to achieve optimal operational goals..

Keywords: *Line Balancing; Region Approach; Moodie Young; Efficiency; Vise*

1. Pendahuluan

Perencanaan produksi sangat penting untuk menyusun jadwal produksi, terutama ketika berbicara tentang operasi atau penugasan kerja. Kecepatan produksi di beberapa stasiun kerja dalam jalur produksi dapat berbeda karena kesalahan perencanaan dan pengaturan operasi. Jalur produksi berpotensi tidak efisien karena material menumpuk di antara stasiun kerja yang memiliki kecepatan produksi yang tidak seimbang. [1]. Lini produksi adalah tempat di mana kegiatan produksi berlangsung, terdiri dari serangkaian stasiun kerja. Produk melewati stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya untuk menjalani berbagai tahap proses [2]. Lini Produksi itu sendiri terdapat rangkaian stasiun kerja. Produk berpindah dari stasiun kerja yang satu ke lainnya dengan berurutan untuk melampaui tahapan proses, dimana lini produksi yang baik memerlukan keseimbangan lintasan yang tepat untuk pembagian beban kerja yang sesuai [3].

Proses produksi adalah aktivitas yang melibatkan tenaga material untuk menghasilkan produk yang bermanfaat. Persaingan yang ketat antara perusahaan manufaktur dapat disimak pada permintaan industri yang terus meningkat tiap tahunnya, sehingga menuntut perusahaan untuk melakukan perbaikan kinerja proses produksi dengan melihat dari efisiensi yang dihasilkan [4]. Untuk mengoptimalkan produksi maksimal perusahaan harus mengatur lini produksi dengan sangat baik. Dalam kasus ini teknik yang sistematis dan pendekatan yang tepat harus dilakukan salah satunya adalah teknik *Line Balancing*, dimana teknik ini telah terbukti

dalam meningkatkan produktivitas perusahaan [5]. Selanjutnya, keseimbangan lintasan bertujuan mengurangi waktu idle di setiap stasiun kerja untuk mencapai tingkat efisiensi tertinggi [6]. Kombinasi elemen operasi dijalankan pada beberapa stasiun kerja untuk mencapai efisiensi kerja yang tinggi dan rasio deselerasi/*idle* yang serendah mungkin di setiap stasiun kerja. Apabila ditemukan suatu stasiun kerja yang mempunyai waktu siklus lebih panjang dari waktu siklus produksi yang ditentukan, maka hal tersebut menunjukkan adanya kemacetan (*bottleneck station*). Mengidentifikasi kemacetan merupakan hal yang penting sebagai upaya untuk mengurangi waktu siklus dan meningkatkan kapasitas produksi di stasiun-stasiun yang mengalami kemacetan.

Metode *Region Approach* melakukan klasifikasi tugas-tugas pada beberapa kelompok dengan tingkat hubungan serupa [7]. Metode ini mengelompokkan operasi ke dalam wilayah, sehingga memudahkan pengurutan berdasarkan prioritas waktu operasi, dengan operasi yang memiliki durasi terbesar ditempatkan terlebih dahulu [8]. Metode Moodie Young kompatibel untuk digunakan perusahaan dengan urutan operasi kompleks, di mana operasi terpisah tetapi terintegrasi dalam satu elemen operasi, dan diakhiri pada satu elemen operasi lainnya. Namun, metode ini kurang cocok untuk situasi operasi berlangsung dalam jalur lurus yang sederhana. Oleh karena itu, berdasarkan urutan operasi kerja yang kompleks, metode ini dapat digunakan dalam penelitian untuk mengatasi masalah keseimbangan lintasan, dengan hasil yang mendekati efisiensi yang diharapkan. [9].

Penelitian ini bertujuan menentukan metode yang lebih efektif dalam mengoptimalkan stasiun kerja, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Dengan demikian, hasil penelitian memiliki ekspektasi memberikan informasi berharga untuk industri ragam dalam memilih metode terbaik untuk meningkatkan keseimbangan lini produksi mereka dan juga sebagai bahan pembelajaran untuk akademisi dalam penelitiannya.

2. Metodologi Penelitian

Metode pendekatan *Line Balancing* yang digunakan termasuk metode *Region Approach* dan metode *Moodie Young*. Parameter yang akan dicari dalam penelitian ini adalah *balance delay*, *line efficiency*, *idle time*, dan *smoothing index*.

2.1. Precedence Diagram

Untuk memulai metode keseimbangan lintasan, langkah pertama adalah membuat precedence diagram. Ini menunjukkan urutan operasi kerja dan hubungan antara mereka. Tujuan dari precedence diagram adalah untuk membuat lebih mudah untuk mengawasi dan merencanakan operasi yang terkait di lintasan produksi. [10].

2.2. Work Station

Tempat di jalur perakitan di mana proses perakitan sebenarnya dilakukan disebut stasiun kerja. Dengan menentukan interval waktu siklus yang tepat, kita dapat menentukan jumlah stasiun kerja yang efisien untuk menjalankan proses tersebut. [10].

2.3. Precedence Constraint

Precedence constraint yaitu 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

2.4. Zoning Constraint

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

2.5. Metode Ranked Positional Weight atau Helgeson-Birnie

Metode bobot urutan posisi menyatakan bahwa selama proses perakitan, elemen pekerjaan disusun menurut urutan ketergantungannya terhadap elemen pekerjaan sebelumnya, dan setiap elemen pekerjaan diberi bobot berdasarkan urutan ketergantungannya. Berdasarkan bobotnya, tugas dibagi menjadi beberapa stasiun kerja berdasarkan waktu siklus yang telah ditetapkan. [11].

2.6. Metode Moodie Young

Metode Moodie Young merupakan sebuah pendekatan dengan memprioritaskan penempatan elemen kerja berdasarkan jumlah elemen kerja yang paling banyak terlebih dahulu di stasiun kerja. Setelah itu, elemen kerja dengan jumlah yang lebih sedikit akan ditempatkan. Metode ini melibatkan dua fase dalam pengolahan data.[11]

2.7. Parameter dalam Line Balancing

2.7.1. Balance Delay

Delay balance menunjukkan ketidakseimbangan atau ketidaksempurnaan dalam lintasan produksi yang disebabkan oleh waktu idle yang sebenarnya yang tidak dialokasikan dengan baik antara berbagai stasiun kerja. [10].

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

2.7.2. Line Efficiency

Efektivitas lini (LE) dihitung dengan membagi jumlah waktu elemen dengan hasil perkalian antara akumulasi stasiun kerja dengan waktu siklus, lalu diberi perkalian dengan 100%. [10].

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

Keterangan

C = Waktu Siklus

2.7.3. Idle Time

Idle time yaitu masa di saat operator atau pekerja tidak melakukan aktivitas kerja karena menunggu proses atau pekerjaan selanjutnya yang akan dilakukan.

$$\text{Idle Time} = n.Sm - \sum_{i=1}^n Si \quad (3)$$

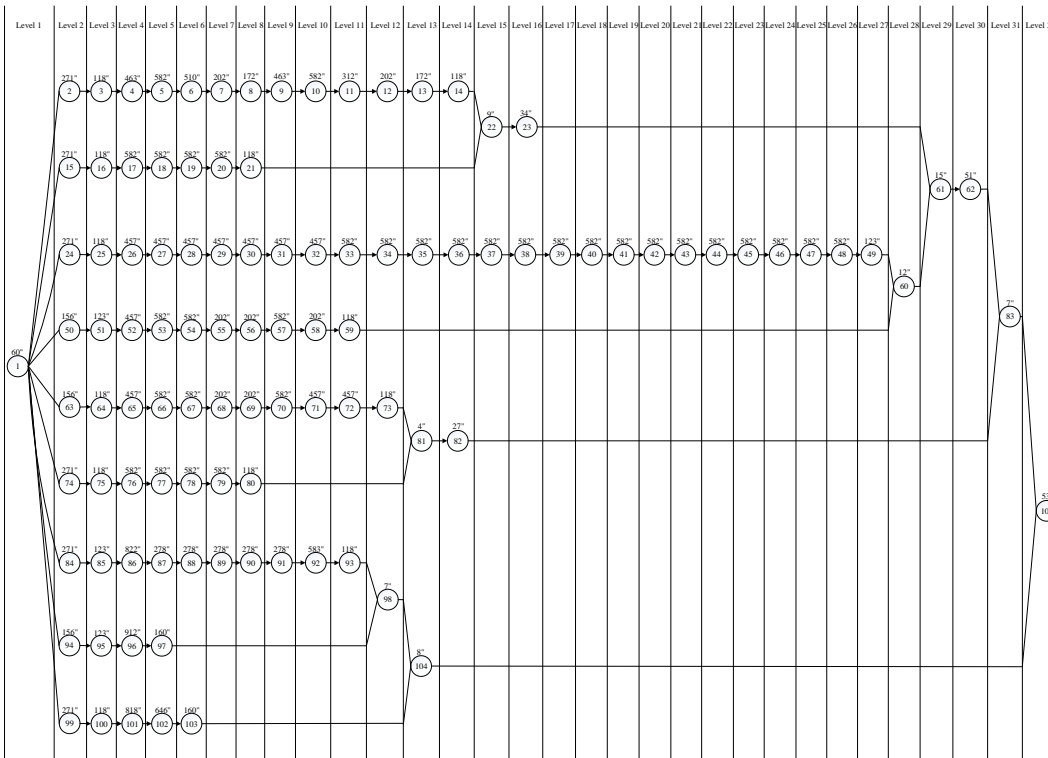
2.7.4. Smoothing Index

Smoothing index yaitu indeks dengan indikator kelancaran relatif pada penyeimbangan lini perakitan tertentu yang dapat disimak pada persamaan sebagai berikut [10].

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

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Precedence Diagram



Gambar 1. Precedence Diagram Proses Pembuatan Ragum

3.2. Penentuan Waktu Siklus

Perhitungan waktu siklus *work center* dilakukan berdasarkan data peramalan permintaan produk ragum tahun 2023 kuartal 4 sampai tahun 2026 kuartal 3 dari metode *Time Series* yaitu sebesar 17.721 unit. Total hari kerja selama periode tersebut adalah 735 hari di mana jam kerja per harinya adalah 8 jam dan jumlah *shift* kerjanya untuk 1 hari yaitu 2 *shift*, maka:

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

$$Total\ produksi\ per\ jam = \frac{17.721}{735 \times 8 \times 2} = 1,5069\ unit/jam$$

Karena asumsi efisiensi produksi sebesar 100%, estimasi waktu siklus produksi ragum adalah

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

$$Waktu\ Siklus = \frac{60 \times 60 \times 16}{1,5069 \times 16} = 2.389,015\ detik/unit$$

$$Waktu\ Siklus \approx 2.390\ detik/unit$$

3.3. Penentuan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Perkiraan jumlah stasiun kerja digunakan untuk mengidentifikasi jumlah stasiun kerja sebenarnya. Perkiraan jumlah stasiun kerja adalah sebagai berikut:

$$Jumlah\ Waktu\ Produksi = 36.877\ detik$$

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

$$Jumlah\ Stasiun\ Kerja\ Minimum = \frac{36.877}{2.390}$$

≈ 16 stasiun kerja

3.3.1. Perhitungan Parameter Line Balancing dengan Menggunakan Metode Region Approach

Pembagian stasiun kerja dilakukan dengan menyesuaikan waktu baku setiap elemen kerja dan waktu siklus yaitu sebesar 2.390 untuk menentukan stasiun kerja. Hasil evaluasi stasiun kerja untuk setiap *Work Center* manufaktur ragam dengan pendekatan metode *Region Approach* dapat disimak pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembentukan *Work Center* dengan Menggunakan Metode *Region Approach*

<i>Work Center</i>	Jumlah	<i>Work Center</i>	Jumlah
I	2.330	X	2.177
II	2.343	XI	2.024
III	2.318	XII	2.011
IV	2.312	XIII	2.356
V	2.203	XIV	1.946
VI	2.176	XV	2.328
VII	2.203	XVI	2.328
VIII	1.804	XVII	2.007
IX	2.011		

Berdasarkan hasil perhitungan parameter *line balancing* dengan metode *Region Approach* didapatkan hasil bahwa nilai *balance delay* yang diperoleh adalah 7,93%, nilai *line efficiency* yang diperoleh adalah 90,76%, nilai *idle time* sebesar 3.175 detik, dan nilai *smoothing index* yang diperoleh adalah sebesar 1.138,1928.

3.4. Perhitungan Parameter Line Balancing dengan Menggunakan Metode Moodie Young

Penyeimbangan lintasan melalui pendekatan *Moodie Young* terdiri dari 2 fase, yaitu fase 1 dan 2.

3.4.1. Fase 1

Fase pertama metode *Moodie Young* menunjukkan bagaimana stasiun kerja dikelompokkan. Matriks P dan F dibuat menggunakan prediktor diagram, dengan matriks P menunjukkan elemen kerja sebelumnya dan matriks F berarti elemen kerja sesudahnya. Elemen kerja kemudian ditempatkan pada stasiun kerja terintegrasi pada jalur produksi sesuai dengan aturan pembentukan elemen kerja. Tabel 2 menunjukkan pembagian elemen kerja pada fase 1 menggunakan metode *Moodie Young*.

Tabel 2. Pengelompokan Elemen Kerja Fase 1

<i>Work Center</i>	Jumlah	<i>Work Center</i>	Jumlah
I	2.330	X	2.100
II	2.343	XI	2.101
III	2.318	XII	2.052
IV	2.312	XIII	2.368
V	2.203	XIV	1.816
VI	2.176	XV	2.328
VII	2.203	XVI	2.328
VIII	2.261	XVII	1.425
IX	2.213		

Berdasarkan hasil perhitungan parameter *line balancing* dengan metode *Moodie Young* fase pertama didapatkan hasil bahwa nilai *balance delay* yang diperoleh adalah 8,39%, nilai *line efficiency* yang diperoleh adalah 90,76%, nilai *idle time* sebesar 3.379 detik, dan nilai *smoothing index* yang diperoleh adalah sebesar 1.138,871954.

3.4.2. Fase 2

Fase 2 merupakan fase perbaikan fase 1, pada fase ini mengusahakan untuk meratakan waktu menganggur (*idle time*) di setiap pusat kerja dengan cara menjual dan mentransfer elemen dari setiap stasiun.

$$Goal = \frac{Waktu Workstation Terbesar - Waktu Workstation terkecil}{2} \quad (8)$$

$$Goal = \frac{2.368 - 1.425}{2}$$

$$Goal = 471,5$$

Work center disusun dengan mendistribusikan *idle time* agar lebih merata. Pemindahan elemen dilakukan dengan melihat matriks P dan F. Elemen kerja yang mengalami perpindahan dapat disimak pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemindahan Elemen Kerja

Elemen Kerja	Wc Sebelum	Wc Sesudah	Waktu Elemen Kerja
93	XIII	XVII	1.815
98	XIII	XVII	906
13	XIII	XVII	734
81	XIII	XVII	2.368
104	XIII	XVII	2.378
14	XIII	XVII	2.260

Pembentukan elemen kerja fase 2 *Moodie Young* dapat disimak dari tabel 4.

Tabel 4. Pengelompokan Elemen Kerja Fase 2

Work Center	Jumlah	Work Center	Jumlah
I	2.330	X	2.100
II	2.343	XI	2.101
III	2.318	XII	2.052
IV	2.312	XIII	2.059
V	2.203	XIV	1.816
VI	2.176	XV	2.328
VII	2.203	XVI	2.328
VIII	2.261	XVII	1.734
IX	2.213		

Parameter performansi keseimbangan pada fase 2 didapatkan nilai *Balance Delay* sebesar 6,82%. Nilai *line efficiency* yang diperoleh adalah 90,76%, nilai *idle time* adalah 2.669 detik, dan nilai *smoothing index* yang diperoleh adalah sebesar 1.138,871954. Parameter perbandingan perhitungan parameter performansi dapat disimak pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Perhitungan Parameter Performansi

Metode	Balance Delay	Line efficiency	Idle Time	Smoothing Index
<i>Region Approach</i>	7,93%	90,76%	3.379	1.138,1928
<i>Moodie Young</i>	6,82%	90,76%	2,669	1.157,4571

Berdasarkan perbandingan parameter performansi kedua metode, metode *Moodie Young* dipilih karena memiliki nilai *line efficiency* terbesar, *idle time*, dan parameter *balance delay* terkecil.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh kesimpulan bahwa pada *precedence diagram*, proses pembuatan ragum tebagi menjadi 32 area dengan elemen kerja sebanyak 105 elemen, waktu siklus yang digunakan dalam pembuatan ragum adalah sebesar 2.390 detik/unit. Minimum jumlah stasiun kerja yang digunakan sebesar 16 stasiun kerja. Berdasarkan hasil perhitungan parameter *line balancing* dengan metode *Region Approach* didapatkan hasil bahwa nilai *balance delay* yang diperoleh adalah 7,93%, nilai *line efficiency* adalah 90,76%, nilai *idle time* sebesar 3.175 detik, dan nilai *smoothing index* sebesar 1.138,1928. Sedangkan parameter performansi keseimbangan pada metode *Moodie Young* fase ke-2 didapatkan nilai *Balance Delay* adalah 6,82%. nilai *line efficiency* adalah 90,76%, nilai *idle time* sebesar 2.669 detik, dan nilai *smoothing index* sebesar 1.138,871954.

Berdasarkan perbandingan performansi kedua metode, metode terpilih yaitu metode *Moodie Young* karena memiliki nilai parameter *balance delay*, *idle time*, dan *smoothing index* yang lebih kecil meskipun memiliki nilai *line efficiency* yang sama dengan metode *Region Approach*.

Referensi

- [1] R. Burhan, Imron Rosyadi, "Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi untuk Mengurangi Balance Delay dan," *Perf*, vol. 11, no. 2, pp. 75–84, 2012.
- [2] Y. Y. Martawirya, S. N. Septianingsih, and S. Martawirya, "Perancangan Sistem Pengelolaan Engineering Order pada Lini Produksi," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 1, p. 36, 2022, doi: 10.30588/jeemm.v6i1.1002.
- [3] M. Manaye, "Line Balancing Techniques for Productivity Improvement," *Int. J. Mech. Ind. Technol.*, vol. 7, no. May, pp. 89–104, 2019, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/333310098>
- [4] F. Pulansari and Y. A. Sulaiman, "Line Balancing Techniques for Efficiency Improvement in Construction Steel Company," vol. 2020, pp. 221–225, 2020, doi: 10.11594/nstp.2020.0535.

- [5] 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.
- [6] M. Basuki, H. Mz, S. Aprilyanti, and M. Junaidi, "Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Pendekatan Metode Heuristik," *J. Teknol.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–9, 2019, [Online]. Available: 10.24853/jurtek.11.2.117-126
- [7] I. Dharmayanti and H. Marliansyah, "Jurnal Manajemen Industri dan Logistik PERHITUNGAN EFEKTIFITAS LINTASAN PRODUKSI," *Manaj. Ind. dan Logistik*, vol. 03, no. NO.01, pp. 43–54, 2019.
- [8] F. F. I. Maria Pitriani Miki, Helmi, "METODE REGION APPROACH UNTUK KESEIMBANGAN LINTASAN," vol. 5, no. 03, pp. 205–212, 2016.
- [9] A. N. Adnan, N. A. Arbaai, and A. Ismail, "Improvement of overall efficiency of production line by using line balancing," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 12, pp. 7752–7758, 2016.
- [10] 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.
- [11] D. Handayani, "Analisis Metode Moodie Young Dalam Menentukan Keseimbangan Lintasan Produksi," vol. 5, no. 03, pp. 229–238, 2016.