
Penerapan Metode *Line Balancing* pada Proses Produksi Rotor Finishing

Rifda Ilahy Rosihan¹, Murwan Widyantoro², Rafi Hibatullah Al Matiin³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia

e-mail: ¹rifda.ilahy@dsn.ubharajaya.ac.id, ²murwan@dsn.ubharajaya.ac.id,

³rafi.hibatullah.al,matin19@mhs.ubharajaya.ac.id

Abstrak

PT. TACI merupakan perusahaan manufaktur otomatis yang memproduksi komponen compressor AC. Permasalahan yang dihadapi oleh PT. TACI adalah waktu tunggu yang terjadi di lantai produksi sehingga perusahaan tidak dapat memenuhi target produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan nilai efisiensi lintasan agar lebih optimal dengan menggunakan metode Ranked Positioning Weight dan Kilsbride & Western dan memilih model yang paling optimal antara RPW dan Kilsbride Western. Hasil dari penelitian ini metode Ranked Positioning Weight memberikan peningkatan nilai efisiensi 46% dengan presentase line efisiensi sebelum adalah 45% meningkat menjadi 91%.

Kata kunci—*Line Balancing, Ranked Positioning Weight, Kilsbride & Western. Line Efisiensi*

Abstract

PT. TACI is an automated manufacturing company that produces AC compressor components. The problem faced by PT. TACI is the waiting time that occurs on the production floor so that the company cannot meet the production target. The aim of this research is to increase line efficiency to be more optimal by using the Ranked Positioning Weight and Kilsbride & Western methods and choose the best method between RPW and Kilsbride Western. The results of this research, the Ranked Positioning Weight method gives an increase of 46% in efficiency with the presentation line efficiency before is 45% increased to 91%.

Keywords—*Line Balancing, Ranked Positioning Weight, Kilsbride & Western. Line Efficiency*

1. PENDAHULUAN

Proses produksi merupakan hal yang utama pada perusahaan manufaktur. Pada lantai produksi terdapat lini-lini stasiun kerja. Lini-lini stasiun kerja ini diusahakan agar selalu seimbang agar proses produksi dapat beroperasi secara efektif dan efisien.

PT. TD Automotive Compressor Indonesia (TACI) merupakan perusahaan manufaktur otomotif yang memproduksi komponen kendaraan roda empat yaitu kompresor AC untuk mobil. Pada salah satu komponen kompresor terdapat rotor atau biasa yang disebut dengan *pulley* penghubung antara mesin mobil dan kompresor dengan bantuan *V-Belt*. PT. TACI memiliki beberapa proses produksi yaitu dari proses *friction material process*, proses *pulley cutting*, proses *painting*, proses *rotor finishing*, proses *inner cutting* dan proses *press bearing*.

Permasalahan yang dihadapi oleh PT. TACI adalah tidak dapat tercapainya target produksi yang diakibatkan karena waktu tunggu sekitar 2,9 detik. Presentase rata-rata sisa

produksi pada PT. TACI adalah 8%. Permasalahan pada PT. TACI dapat terselesaikan dengan perbaikan lintasan sehingga waktu tunggu dapat berkurang [1], meningkatkan performansi [2], mengurangi waktu menganggur [3], meningkatkan efisiensi kerja [4], mengurangi *bottleneck* [5], dan memaksimalkan *throughput* [6]. Permasalahan ini disebut dengan penyeimbangan lintasan atau (*line balancing*) [7].

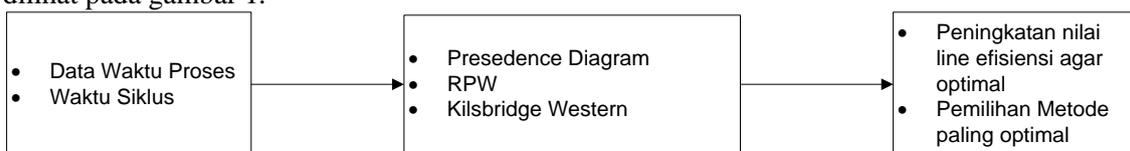
Penyeimbang lintasan (*line balancing*) merupakan faktor penting bagi sebuah perusahaan untuk meningkatkan produktivitas kerja dengan meminimalkan waktu silkuks pada masing-masing stasiun kerja. Metode *line balancing* antara lain *Ranked Positioning Weight* (RPW). RPW merupakan metode penyeimbangan lini yang memberikan peringkat pada stasiun kerja yang memiliki bobot paling besar [8]. Pada penelitian [9] penggunaan RPW mampu meningkatkan efisiensi menjadi 80,1% dengan jumlah stasiun kerja empat. Disamping itu, pada penelitian ini memberikan penghematan biaya dengan menggunakan metode RPW. Selain metode RPW, metode *line balancing* yang lain adalah metode *Kilbridge & Wester* [10]. Penelitian *line balancing* menggunakan *Kilbridge & Wester* dan Metode RPW dilakukan oleh [11]. Pada penelitian ini, hasil dari metode RPW memberikan nilai yang lebih efisien dibandingkan dengan metode *Kilbridge & Wester*.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan nilai efisiensi lintasan agar lebih optimal dengan menggunakan metode *Ranked Positioning Weight* dan *Kilsbride & Western* dan memilih model yang paling optimal antara RPW dan *Kilsbridge Western*.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat deskriptif kuantitatif dikarenakan melakukan perhitungan keseimbangan lintasan pada PT TD Automotive Compressor Indonesia dengan dua metode yaitu metode *Ranked Positional Wiegth* (RPW) dan metode *Killbrigde-Western*, dan juga melakukan usulan perbaikan keseimbangan lintasan produksi dengan menentukan metode mana yang dapat meningkatkan efisiensi dari produksi *part* rotor pada PT TD Automotive Compressor Indonesia.

Penelitian diawali dengan pengumpulan data berupa waktu siklus, waktu baku, proses produksi, dan data jam kerja selama satu tahun yaitu tahun 2023. Kerangka penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

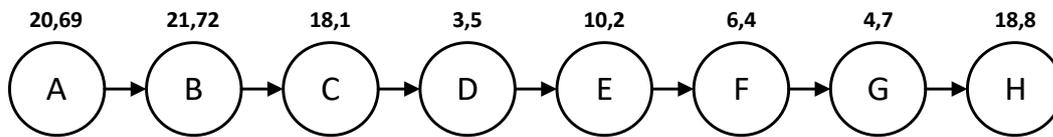


Gambar 1 Kerangka Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Precedence Diagram*

Precedence Diagram adalah gambaran dari urutan proses operasi dengan posisi horizontal [12]. *Precedence diagram* membutuhkan waktu siklus untuk setiap stasiun kerja. *Precedence diagram* pada proses produksi compressor AC pada bagian *rotor finishing* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Precedence Diagram Proses Rotor Finishing

3.2 Penetapan Waktu Siklus

Waktu Siklus adalah waktu pengamatan rata-rata dari suatu pekerjaan yang digunakan untuk menghitung waktu normal. Waktu siklus untuk proses rotor *finishing* adalah 21 detik/produk.

Setelah mengetahui waktu siklus, maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu proses kerja dengan menambahkan waktu baku yang telah didapatkan. Berikut tabel 1 yang merupakan penjelasan mengenai waktu proses kerja dan waktu baku pada proses rotor *finishing*:

Tabel 1 Waktu Proses dan Waktu Baku Proses Rotor *Finishing*

SK	Kode Proses	Proses Kerja	W. Proses (Detik)	W. Siklus (Detik)	Waktu SK (Detik)	Idle Time (Detik)	(Idle Time) ²
1	A	Setting Adhesive and Facing	18,21	21	18,21	2,79	7,78
2	B	Induction Heating	20,47		20,47	0,53	0,28
3							
4	C	Machining 40	16,84		16,84	4,16	17,31
5							
6	D	Innear Bearing All Check	3,12		3,12	17,88	319,69
7	E	Balance Check	9,75		9,75	1,88	3,53
8	F	Press Bearing	5,52		5,25	15,75	248,06
9	G	Tapper Check	4,12		4,12	16,88	284,93
10	H	Final Check	17,27		17,27	3,73	13,91
Total			95,30				895,51

Setelah mengetahui waktu siklus pada proses rotor *finishing*, maka dilakukan perhitungan *line efficiency*, *balance delay*, *idle time* dan *smoothness index*. Hal ini dilakukan mengetahui seberapa ketidakseimbangan lintasan produksi sebelum dilakukan pengolahan data menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)* dan metode *Killbridge-Western*. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan ini adalah total waktu baku, waktu siklus dan jumlah stasiun kerja pada proses rotor *finishing*.

Perhitungan *line efficiency* sebagai berikut:

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \quad \dots(1)$$

$$Line\ Efficiency = \frac{95,30}{10 \times 21} \times 100\% = 0,4537 \approx 45\%$$

Setelah mengetahui besar nilai dari *line efficiency* maka selanjutnya melakukan perhitungan *balance delay*

$$D = \frac{n \cdot \sum fi}{(nti)} \times 100\% \quad \dots(2)$$

$$Balance\ Delay = 1 - 0,4537 = 0,5462 \approx 55\%$$

Setelah mendapatkan nilai *balance delay*, maka perhitungan yang dilakukan adalah melakukan perhitungan *idle time* atau waktu menganggur yang terjadi selama proses rotor *finishing*.

$$Idle\ Time = n \cdot Ws - \sum_{i=1}^n Wi \quad \dots(3)$$

$$Idle\ Time = (10 \times 21) - 95,30 = 114,7\ \text{detik.}$$

Setelah mendapatkan nilai *idle time*, maka perhitungan yang dilakukan adalah melakukan perhitungan *smoothness index* yang terjadi selama proses rotor *finishing*.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{maks} - ST_i)} \quad \dots(4)$$

$$Smoothness\ Index = \sqrt{\sum (Idle\ Time)^2} = \sqrt{895,51} = 29,93$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa efisiensi lintasan produksi terbilang rendah yaitu hanya sebesar 45% itu artinya keefisienan lintasan produksi tergolong rendah. Sedangkan untuk *balance delay* hanya sebesar 54% artinya nilai ketidakefisienan lintasan produksi cukup tinggi dikarenakan kurangnya pengoptimalan dari stasiun kerja yang kurang sempurna. Untuk *idle time* atau waktu menganggur terbilang sangat tinggi yaitu sebesar 114,7 detik artinya banyaknya waktu menganggur yang terjadi selama proses produksi di rotor *finishing*, sedangkan untuk *smoothness index* yaitu sebesar 29,93. Dalam penelitian ini, masalah tersebut akan dapat diselesaikan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dan metode *Killbridge Western*.

3.3 Ranked Positioning Weight

Perhitungan dalam metode ini adalah dengan cara mengelompokkan operasi berdasarkan stasiun kerja minimal. Sebelum melakukan perhitungan dengan metode ini akan lebih baiknya memperhatikan *precedence* diagram dan waktu standar yang telah dihitung sebelumnya.

Pada Gambar 2 diketahui bahwa proses rotor *finishing* diawali dengan proses A (*setting adhesive and facing*) sampai dengan proses H (*final check*) secara berurutan. Kemudian selanjutnya adalah membuat matriks jaringan proses kerja dengan bobot masing-masing waktu proses kerja. Berikut Tabel 2 matriks jaringan kerja keterdahuluan proses rotor *finishing*:

Tabel 2 Matriks Jaringan Kerja Keterdahuluan Proses Rotor *Finishing*

Proses	Proses Pengikut							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A		1	1	1	1	1	1	1
B	0		1	1	1	1	1	1
C	0	0		1	1	1	1	1
D	0	0	0		1	1	1	1
E	0	0	0	0		1	1	1
F	0	0	0	0	0		1	1
G	0	0	0	0	0	0		1
H	0	0	0	0	0	0	0	

Berdasarkan pada Tabel 2, dapat dijelaskan matriks kerja nilai 0 merupakan proses sebelumnya sedangkan untuk nilai 1 merupakan proses selanjutnya. Setelah mengetahui bentuk matriks jaringan kerja keterdahuluan maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan bobot posisi dengan memasukkan waktu proses kerja pada kolom yang berisikan angka 1 sesuai dengan alur proses yang telah ditetapkan untuk menentukan nilai keseluruhan bobot posisi per prosesnya. Jika nilai bobot posisi telah diketahui, Kemudian langkah selanjutnya adalah

mengurutkan bobot lokal dari tertinggi ke terendah sesuai dengan urutan prosesnya. Berikut adalah tabel 3 perhitungan nilai bobot posisi pada proses rotor *finishing*:

Tabel 3 Nilai Bobot Posisi Rotor *Finishing*

Proses	Proses Pengikut								Bobot Posisi
	A	B	C	D	E	F	G	H	
A	18,21	20,47	16,84	3,12	9,75	5,52	4,12	17,27	95,30
B	0	20,47	16,84	3,12	9,75	5,52	4,12	17,27	77,09
C	0	0	16,84	3,12	9,75	5,52	4,12	17,27	56,62
D	0	0	0	3,12	9,75	5,52	4,12	17,27	39,78
E	0	0	0	0	9,75	5,52	4,12	17,27	36,66
F	0	0	0	0	0	5,52	4,12	17,27	26,91
G	0	0	0	0	0	0	4,12	17,27	21,39
H	0	0	0	0	0	0	0	17,27	17,27

Pada Tabel 3 diketahui bahwa nilai bobot terbesar terjadi pada proses A yaitu dengan nilai 95,30 sedangkan untuk nilai bobot terkecil pada proses H yaitu 17,27. Untuk selanjutnya adalah melakukan pengurutan berdasarkan *ranking* yang ditentukan dari bobot tertinggi hingga bobot terendah. *Ranking* pertama adalah nilai bobot dengan nilai terbesar dan *ranking* terakhir adalah nilai bobot yang terkecil.

Tabel 4 Urutan Proses Kerja Berdasarkan Nilai Bobot

Ranking	Bobot Posisi	Proses	Waktu Siklus
1	95,30	A	18,21
2	77,09	B	20,47
3	56,62	C	16,84
4	39,78	D	3,12
5	36,66	E	9,75
6	26,91	F	5,52
7	21,39	G	4,12
8	17,27	H	17,27

Setelah mengetahui nilai bobot posisi pada seluruh proses kerja, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan jumlah stasiun kerja minimum.

$$K_{min} = \frac{95,30}{21} = 4,52 \text{ stasiun atau } 5 \text{ stasiun}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa jumlah minimum stasiun kerja pada proses rotor *finishing* adalah 5 stasiun kerja. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengelompokkan proses kerja dengan stasiun kerja. Keseimbangan lintasan produksi dapat dikatakan seimbang jika waktu menyeimbangkan waktu kerja. Keseimbangan waktu kerja dilakukan dengan mengelompokkan waktu kerja berdasarkan nilai bobot posisi berdasarkan ranking secara berurutan, sehingga menghasilkan waktu yang mendekati waktu siklus standar. Apabila waktu kerja proses yang telah dikelompokkan melebihi waktu siklus standar maka dikelompokkan ke proses selanjutnya. Maka dari itu waktu kerja proses mungkin ada beberapa perubahan dikarenakan penggabungan beberapa proses kerja ke dalam *workstation*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 hasil pengelompokkan proses ke *workstation* dengan memperhatikan waktu siklus yaitu sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil Pengelompokkan Proses Rotor *Finishing*

SK	Kode Proses	Proses Kerja	Man Power	W. Proses (Detik)	W. Siklus (Detik)	Waktu SK (Detik)	Idle Time (Detik)	(Idle Time) ²
1	A	<i>Setting Adhesive and Facing</i>	1	18,21	21	18,21	2,79	7,78
2	B	<i>Induction Heating</i>	1	20,47		20,47	0,53	0,28
3	C	<i>Machining 40</i>	1	16,84		19,96	1,04	1,08
	D	<i>Innear Bearing All Check</i>		3,12				
4	E	<i>Balance Check</i>	1	9,75		19,39	1,61	2,59
	F	<i>Press Bearing</i>		5,52				
	G	<i>Tapper Check</i>		4,12				
5	H	<i>Final Check</i>	1	17,27		17,27	3,73	13,91
Total			5	95,30				25,65

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan hasil bahwa terjadinya pengurangan stasiun kerja yang dimana awalnya 10 *workstation* menjadi 5 *workstation* setelah dilakukannya pengelompokkan berdasarkan waktu proses. Dari data diatas juga, tidak ada waktu stasiun kerja yang melebihi waktu siklus standar yang ditentukan.

3.4 Kilsbridge Western

Pada metode *kilsbridge western*, langkah awal adalah membuat tabel kondisi awal pada proses kerja rotor *finishing* dan untuk detailnya dilihat pada Tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6 Tabel Waktu Kondisi Awal Proses Rotor *Finishing*

<i>Prodecessor</i>	Elemen Kerja	Ti (Detik)
0	1	18,21
1	2	20,47
1,2	3	
1,2,3	4	16,84
1,2,3,4	5	
1,2,3,4,5	6	3,12
1,2,3,4,5,6	7	9,75
1,2,3,4,5,6,7	8	5,52
1,2,3,4,5,6,7,8	9	4,12
1,2,3,4,5,6,7,8,9	10	17,27
Total		95,30

Berdasarkan tabel 6 diketahui bahwa jumlah elemen kerja pada proses rotor *finishing* memiliki 10 elemen kerja dan jumlah waktu dalam menghasilkan satu produk adalah 95,30

detik. Pada langkah selanjutnya, efisiensi keseluruhan workstation dihitung dengan mempertimbangkan poin-poin berikut:

- a. Jam Kerja/Hari (Detik) = 3.600 detik x 8 jam = 28.800 detik
- b. Produk per hari = 1.368 produk/hari
- c. Waktu siklus standar = 21 detik

Setelah mengetahui data yang telah disajikan diatas maka dapat dilanjutkan untuk melakukan perhitungan jumlah efisiensi stasiun kerja.

$$K_{min} = \frac{95,30}{21} = 4,52 \text{ atau } 5 \text{ stasiun kerja}$$

Diketahui bahwa jumlah efisiensi stasiun kerja pada proses rotor *finishing* adalah 5 stasiun kerja. Maka selanjutnya adalah melakukan pengelompokkan *workstation* dengan mempertimbangkan dimana waktu proses operasi yang dikelompokkan tidak melebihi waktu siklus yang ditentukan sebelumnya. Untuk detailnya dilihat pada Tabel 7 hasil pengelompokkan stasiun kerja proses rotor *finishing*:

Tabel 7 Hasil Pengelompokkan Stasiun Kerja Proses Rotor *Finishing*

Prodecessor	Elemen Kerja	WS	Ti	ΣTi	W. Siklus (Detik)	Idle Time	(Idle Time) ²
0	1	1	18,21	18,21	21	2,79	7,78
1	2	2	20,47	20,47		0,53	0,28
1,2	3						
1,2,3	4	3	16,84	19,96		1,04	1,08
1,2,3,4	5						
1,2,3,4,5	6						
1,2,3,4,5,6	7	4	9,75	19,39		1,61	2,60
1,2,3,4,5,6,7	8		5,52				
1,2,3,4,5,6,7,8	9		4,12				
1,2,3,4,5,6,7,8,9	10	5	17,27	17,27		3,73	13,91
Total				95,3			25,66

Berdasarkan tabel 7 dapat disimpulkan bahwa dengan pengelompokkan menjadi 5 stasiun kerja ternyata menghasilkan lintasan produksi yang efisien serta seimbang dimana tidak ada waktu proses kerja yang lebih besar dari waktu siklus.

3.5 Menentukan Metode Dalam Peningkatan Efisiensi

Pada tahap ini adalah tahap penentuan dalam mencapai salah satu tujuan penelitian ini yaitu menentukan metode yang dapat meningkatkan efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada rotor *finishing*. Untuk dapat menentukan metode yang tepat dalam melihat pada Tabel 8 dibawah ini:

Tabel 8 Penentuan Metode Dalam Peningkatan Efisiensi

Perhitungan	Stasiun Kerja	Line Efficiency	Balance Delay	Idle Time (Detik)	Smoothness Index (Detik)	Man Power
Sebelum	10	45%	55%	114,7	29,93	5

Sesudah Metode RPW	5	91%	9%	9,7	5,06	5
Sesudah Metode Killbridge	5	91%	9%	9,7	5,07	5
Persentase Kenaikan/ Penurunan	-(50%)	+(46%)	-(84%)	-(92%)	-(83%)	0%

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Berdasarkan pada Tabel 8 dapat dijelaskan bahwa untuk menjawab salah satu tujuan penelitian mengenai penentuan metode yang dapat meningkatkan efisiensi keseimbangan lintasan produksi pada rotor *finishing* adalah menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dengan hasil perhitungan yaitu pada nilai *line efficiency* yaitu sebesar 91% dimana sebelum dilakukan perbaikan adalah 45% (mengalami kenaikan sebesar 46%).

Selanjutnya untuk nilai *balance delay* didapatkan 9% dimana sebelum dilakukan perbaikan adalah 55% (mengalami penurunan sebesar 84%). Untuk nilai *idle time* atau waktu menganggur adalah 9,7 detik dimana sebelum dilakukan perbaikan adalah 114,7 detik (mengalami penurunan sebesar 92%), sedangkan untuk nilai *smoothness index* adalah 5,06 detik terpaut lebih kecil dari perhitungan metode *Killbridge-Western* yaitu 5,07 detik yang dimana sebelum dilakukan perbaikan adalah 29,93 detik (mengalami penurunan sebesar 83%).

Dari penjelasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Ranked Positional Weight* (RPW) adalah metode yang tepat digunakan dalam peningkatan efisiensi keseimbangan lintasan pada proses produksi rotor *finishing*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan pengolahan di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan nilai *line efisiensi* sebesar 46% yang semula adalah 45% meningkat menjadi 91% dengan jumlah stasiun kerja 5 dan *idle time* 9,7 detik. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW) adalah metode yang tepat digunakan dalam peningkatan efisiensi keseimbangan lintasan pada proses produksi rotor *finishing* dikarenakan metode ini memiliki nilai *smoothness index* paling kecil jika dibandingkan dengan metode *kilsbridge western*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Poncotoyo, S. Mardhiani, R. Puspita, M. F. Zain, and S. A. Sholihah, "Penerapan Metode Line Balancing dengan Pendekatan Ranked Position Weight, Regional Approach, dan Largest Candidate Rules," *J. Sist. Transp. Logistik*, vol. 2, no. 1, pp. 32–38, 2022.
- [2] R. Fatmawati and M. L. Singgih, "Evaluasi dan Peningkatan Performansi Lini Perakitan Speaker dengan Menggunakan Ekonomi Gerakan dan Line Balancing," *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 1, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v8i1.37910.
- [3] H. Srijayarsi, F. Gapsari, and U. Brawijaya, "Designing Line Balancing for Ammunition Box," vol. 6, no. 2, pp. 105–113, 2018.
- [4] A. F. Dasanti, F. Jakdan, and T. Santoso, "Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja di PT Garment Jakarta," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 40–45, 2020.
- [5] Sakiman, M. Arfah, and Suliawati, "Analisa Line Balancing Untuk Meningkatkan Produksi Rempyek," *Bul. Utama Tek.*, vol. 18, no. 1, pp. 1410–4520, 2022.
- [6] 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, doi: 10.22441/pasti.2022.v16i1.005.

-
- [7] O. Bongomin, J. I. Mwasiagi, E. O. Nganyi, and I. Nibikora, "Improvement of garment assembly line efficiency using line balancing technique," *Eng. Reports*, vol. 2, no. 4, 2020, doi: 10.1002/eng2.12157.
- [8] R. Fildes and C. Beard, "Forecasting Systems for Production and Inventory Control," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 12, no. 5, 1992, doi: 10.1108/01443579210011381.
- [9] Y. Hapid and S. Supriyadi, "Optimalisasi Keseimbangan Lintasan Produksi Daur Ulang Plastik dengan Pendekatan Ranked Positional Weight," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 7, no. 1, pp. 63–70, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i1.3305.
- [10] D. D. Bedworth and J. E. Bailey, *Integrated production control systems management, analysis, design*. New York: John Wiley & Sons, 1982.
- [11] H. Ponda, N. F. Fatma, and S. Nur'aini, "Penerapan Line Balancing Metode Kilbridge & Wester dan Ranked Positional Weight (RPW) dalam Proses Assembling untuk Mengurangi Bottleneck pada Model Sepatu Forum Mid Di PT Panarub Industri," *J. Heuristic*, vol. 19, pp. 75–100, 2022.
- [12] S. G. Ponnambalam, P. Aravindan, and G. Mogileeswar Naidu, "Multi-objective genetic algorithm for solving assembly line balancing problem," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 16, no. 5, pp. 341–352, 2000, doi: 10.1007/s001700050166.
-