

Terbit online pada laman: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/VENS>

Vocational Education National Seminar (VENS)



Paper

Analisis Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Metode Largest Candidate Rule (Lcr) Di Sukamaju Furniture Gorontalo

Ni Kadek Fany Novarika^{1,*}, Trifandi Lasalewo², Hendra Uli³

^{1,2,3} Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jend. Sudirman No.6, Gorontalo, 96128, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 14 September 2024

Revisi Akhir: 30 Oktober 2024

Diterbitkan Online: 02 Desember 2024

KATA KUNCI

Keseimbangan Lintasan, Stasiun kerja, Largest Candidate Rule

KORESPONDENSI

E-mail: nikadefany@gmail.com*

ABSTRACT

Penelitian tentang keseimbangan lintasan produksi ini dilakukan di Di Sukamaju Furniture Gorontalo, yaitu sebuah perusahaan manufaktur di bidang industri mebel/furniture. Ketidakefektifan dalam jalur produksi berpotensi menyebabkan terjadinya kemacetan (*bottleneck*) pada proses produksi. Ketidakseimbangan beban kerja dapat terdeteksi melalui perbedaan waktu menganggur yang signifikan di setiap stasiun kerja. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan keseimbangan lintasan produksi dengan mempertimbangkan indikator seperti *balance delay*, efisiensi lintasan, dan total waktu menganggur. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Largest Candidate Rule* (LCR) yang merupakan bagian dari metode heuristik. Pada dasarnya, metode heuristik dirancang untuk menghasilkan hasil yang lebih baik dengan mempertimbangkan batasan-batasan tertentu. Dari hasil penelitian diperoleh: *Balance Delay* (D) = 53,90 % *Line Efficiency* (LE) = 46,09 % dan total waktu menganggur sebesar 1.732,09 detik. Jika dibandingkan dengan keadaan awal sebelum dilakukan optimalisasi diperoleh hasil penurunan *Balance Delay* (BD) sebesar 6,59 %, peningkatan (LE) sebesar 6,58 %, dan pengurangan total waktu menganggur sebesar 535,51 detik.

1. PENDAHULUAN

Keseimbangan lintasan produksi memegang peranan krusial dalam kelancaran proses produksi di perusahaan manufaktur. Setiap perusahaan manufaktur memerlukan struktur lintasan produksi yang optimal untuk mencapai keseimbangan proses di seluruh stasiun kerja, sehingga dapat memenuhi target produksi dan permintaan pasar. *Line balancing* adalah sebuah alat yang digunakan untuk menganalisis keseimbangan lintasan produksi. Dengan *line balancing*, penumpukan material di sebuah stasiun kerja atau kemacetan (*bottleneck*) dapat dikurangi. Kriteria utama dalam teknik *line balancing* adalah mengurangi waktu menganggur (*balance delay*) dan jumlah stasiun kerja. *Line balancing* perlu diterapkan, terutama dalam lini perakitan (*assembly line*), untuk meningkatkan efisiensi stasiun-stasiun kerja dan menyeimbangkan beban di antara stasiun-stasiun tersebut [1]. Tujuan utama penerapan metode *line balancing* adalah untuk mengurangi atau meminimalkan

waktu menganggur sepanjang lintasan yang dilalui benda kerja, di mana output lintasan ditentukan oleh operasi yang paling lambat [2].

Masalah keseimbangan lintasan produksi juga dihadapi oleh Industri Kecil dan Menengah (IKM) yang bergerak di bidang mebel atau furnitur. Namun masalah ini sering diabaikan karena kurangnya pengetahuan di kalangan pelaku IKM dan dampaknya yang tidak selalu terlihat secara jelas. Akibatnya, banyak pelaku IKM yang tidak dapat memaksimalkan efisiensi dan produktivitas mereka. Salah satu indikasinya adalah tingginya waktu menganggur operator di suatu stasiun kerja, sementara di stasiun kerja lain terdapat *bottleneck*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai analisis *line balancing* pada IKM mebel untuk meningkatkan produktivitas dan menyeimbangkan beban kerja. Penelitian ini menganalisa *line balancing* Di Sukamaju Furniture untuk menyeimbangkan beban kerja operator, mempercepat waktu proses, dan meningkatkan produktivitas. Diperlukan rancangan lini produksi yang

lebih seimbang agar kelancaran aliran produksi dan pemenuhan target produksi di Sukamaju Furniture dapat tercapai. Salah satu upaya yang dapat dilakukan melalui penerapan *line balancing* adalah dengan mengurangi jumlah stasiun yang ada atau mengubah struktur pembagian kerja di setiap stasiun. Melalui penelitian ini, diusulkan sebuah rancangan penyeimbangan lintasan (*line balancing*) pada produksi kusen jendela, sehingga beban kerja dapat diseimbangkan dan produktivitas dapat ditingkatkan.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di UD. Sukamaju Furniture khususnya produk kusen jendela. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan 28 Mei – 28 Juni 2024. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer data yang diperoleh dari observasi dan pengamatan secara langsung. Adapun data primer yang didapatkan yaitu waktu siklus, *rating factor*, *allowance* dan jumlah unit produksi. Adapun data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian ini meliputi data alur produksi, jadwal hari dan jam kerja efektif, artikel yang bertemakan *line balancing*. Metode *line balancing* yang digunakan adalah metode *Largest Candidate Rule (LCR)*. LCR adalah metode *line balancing* yang mengatur elemen kerja berdasarkan waktu elemen kerja tertinggi secara menurun. Metode LCR dimulai dengan menentukan perkiraan jumlah stasiun yang diperlukan, mengurutkan data setiap elemen kerja berdasarkan aturan LCR, dan kemudian menugaskan elemen kerja ke masing-masing stasiun berdasarkan waktu yang diizinkan. Indikator analisa menggunakan perhitungan *line efficiency*, *balance delay*, *smoothness index*. Dengan membandingkan nilai *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index* dari setiap alternatif, kita dapat memilih alternatif jumlah stasiun dan penugasan elemen kerja yang paling optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder yang bersumber dari UD Sukamaju Furniture. Adapun data primer yang diambil yaitu waktu operasi dari setiap stasiun kerja yang diukur menggunakan jam henti (stopwatch). Pengukuran waktu operasi dilakukan dengan melakukan pengamatan sebanyak 30 kali pada setiap elemen kerja. Berikut merupakan data elemen kerja dan waktu operasi yang telah di rata-rata kan.

Tabel 1. Data elemen kerja dan waktu operasi

Stasiun kerja	No	Elemen kerja	Waktu Operasi (Detik)
1	1	Pengukuran tiang kiri	10.25

	2	Pengukuran tiang kanan	10.14
	3	Pengukuran ambang atas	10.07
	4	Pengukuran ambang bawah	10.03
2	5	Pemotongan tiang kiri	15.07
	6	Pemotongan tiang kanan	13.62
	7	Pemotongan ambang atas	12.20
	8	Pemotongan ambang bawah	12.30
3	9	Penyerutan tiang kiri	42.53
	10	Penyerutan tiang kanan	52.99
	11	Penyerutan ambang atas	30.13
	12	Penyerutan ambang bawah	32.05
4	13	Pemprofilan	76.92
	14	Pembuatan Sponeng	150.14
5	15	Pengamplasan tiang kiri	25.02
	16	Pengamplasan tiang kanan	23.43
	17	Pengamplasan ambang atas	20.31
	18	Pengamplasan ambang bawah	22.30
6	19	Perakitan	365.13
7	20	Finishing	75.16

Sumber: Sukamaju Furniture Gorontalo, 2024

B. Pengolahan Data

Setelah pengumpulan data maka dilakukan uji kecukupan dan keseragaman data, Pada penelitian ini, kedua uji tersebut telah dilakukan, dan data dianggap cukup serta seragam. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menghitung Waktu Siklus

Untuk menghitung waktu siklus dalam proses *line balancing*, langkah pertama adalah mengumpulkan dan menghitung rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan elemen kerja di setiap stasiun kerja. Rekapitulasi dari perhitungan waktu siklus untuk setiap stasiun kerja yang memproduksi kusen jendela dapat dilihat pada Tabel 1.

2. Perhitungan Waktu Normal (*Normal Time*) dan Waktu Baku (*Standard Time*)

Pada tahap selanjutnya, dilakukan perhitungan waktu normal untuk setiap stasiun kerja. Waktu normal ini dapat diperoleh dengan mengalikan waktu siklus yang sudah dihitung dengan faktor penyesuaian (*rating factor*). Setelah menentukan waktu siklus dan faktor penyesuaian, waktu normal untuk setiap stasiun kerja dihitung menggunakan formulasi berikut:

$$W_n = W_s \times performance$$

Untuk perhitungan waktu normal pada elemen kerja 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_n &= W_s \times performance \\ &= 10,25 \times 1,21 \\ &= 12,40 \text{ detik} \end{aligned}$$

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan waktu baku untuk setiap stasiun kerja. Mengacu pada formula yang digunakan, maka untuk perhitungan waktu baku pada elemen kerja 1 (Wb) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_b &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% Allowance} \\ W_b &= 12,40 \times \frac{100\%}{100\% - 17,5\%} \\ &= 15,00 \text{ detik} \end{aligned}$$

Rekapitulasi dari perhitungan waktu normal dan waktu dari stasiun kerja lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekap Hasil Perhitungan Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku

Elemen kerja	Penyesuaian	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku
Pengukuran tiang kiri	1.21	10.25	12.40	15.03
Pengukuran tiang kanan	1.21	10.14	12.27	14.87
Pengukuran ambang atas	1.21	10.07	12.18	14.77
Pengukuran ambang bawah	1.21	10.03	12.14	14.71
Pemotongan tiang kiri	1.21	15.07	18.23	22.10
Pemotongan tiang kanan	1.21	13.62	16.48	19.98
Pemotongan ambang atas	1.21	12.2	14.76	17.89
Pemotongan ambang bawah	1.21	12.3	14.88	18.04
Penyerutan tiang kiri	1.21	42.53	51.46	62.38
Penyerutan tiang kanan	1.21	52.99	64.12	77.72
Penyerutan ambang atas	1.21	30.13	36.46	44.19
Penyerutan ambang bawah	1.21	32.05	38.78	47.01
Pemprofilan	1.21	76.92	93.07	112.82
Pembuatan sponeng	1.21	150.14	181.67	220.21
Pengamplasan tiang kiri	1.21	25.02	30.27	36.70
Pengamplasan tiang kanan	1.21	23.43	28.35	34.36
Pengamplasan ambang atas	1.21	20.31	24.58	29.79
Pengamplasan ambang bawah	1.21	22.3	26.98	32.71
Perakitan	1.21	365.13	441.81	535.52
Finishing	1.21	75.16	90.94	110.23

Sumber : Data Olah, 2024

3. Perhitungan Kondisi awal lintasan
Perhitungan kondisi awal dalam *line balancing* meliputi beberapa parameter penting untuk mengevaluasi efektivitas sistem produksi. Berikut adalah detail perhitungan untuk setiap parameter.

a. Efisiensi Stasiun Kerja

Efisiensi stasiun kerja dapat dihitung dengan formula.

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi stasiun kerja} &= \frac{W_b}{W_s} \times 100\% \\ &= \frac{59,38}{535,52} \times 100\% \\ &= 11,09\% \end{aligned}$$

b. Waktu Menganggur (*Idle time*)

Waktu menganggur di setiap stasiun kerja dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \text{Idle time} &= W_s - W_b \\ &= 535.52 - 59,38 \\ &= 476,14 \text{ detik} \end{aligned}$$

Hasil seluruh perhitungan waktu baku, *idle time* dan efisiensi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekap Hasil Perhitungan *Idle Time* dan Efisiensi Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Waktu Stasiun	Efisiensi Staisun Kerja	Idle Time (Detik)
1	59.38	11.09	476.14
2	78.01	14.57	457.51
3	231.30	43.19	304.22
4	333.03	62.19	202.49
5	133.56	24.94	401.96
6	535.52	100.00	0.00
7	110.23	20.58	425.29
Total	1481.03	276.56	2267.60

Sumber : Data Olah, 2024

Setelah menghitung *idle time* dan efisiensi di setiap stasiun kerja dalam proses *line balancing*, langkah selanjutnya adalah menghitung beberapa indikator kinerja untuk mengevaluasi performansi dari lini produksi . Berikut adalah langkah-langkah perhitungan untuk masing-masing parameter:

c. *Line Efficiency*

Efisiensi lini mengukur seberapa baik semua stasiun kerja bekerja secara bersamaan. Formula efisiensi lini adalah:

$$\begin{aligned} LE &= \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\ &= \frac{1481,03}{(7)(535,52)} \times 100\% \\ &= 39,51\% \end{aligned}$$

d. *Balance Delay (BD)*

Balance Delay (BD). *Balance delay* mengukur proporsi waktu menganggur di seluruh lini produksi. Formula *balance delay* adalah:

$$BD = \frac{(N \times C) - \sum_{i=1}^n Ti}{(N \times C)} \times 100 \%$$

$$= \frac{(7 \times 535,52) - 1481,03}{(7 \times 535,52)} \times 100 \%$$

$$= 60,49 \%$$

e. *Smoothing index* (BD)

Smoothness Index mengukur sejauh mana beban kerja didistribusikan secara merata di seluruh stasiun kerja. Formula untuk *smoothness index* adalah:

$$SI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (STi_{max} - STi)^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{(535,52 - 59,39)^2 + (535,52 - 14,57)^2 + \dots + (535,52 - 231,29)^2}{7}}$$

$$= \sqrt{912021,11} = 954,99$$

4. Jumlah Stasiun Minimum

Perhitungan jumlah stasiun minimum adalah langkah krusial dalam proses *line balancing*. Langkah ini krusial untuk menjamin bahwa proses produksi berlangsung dengan cara yang efisien dan produktif. Berikut adalah rincian perhitungan untuk menentukan jumlah stasiun minimum:

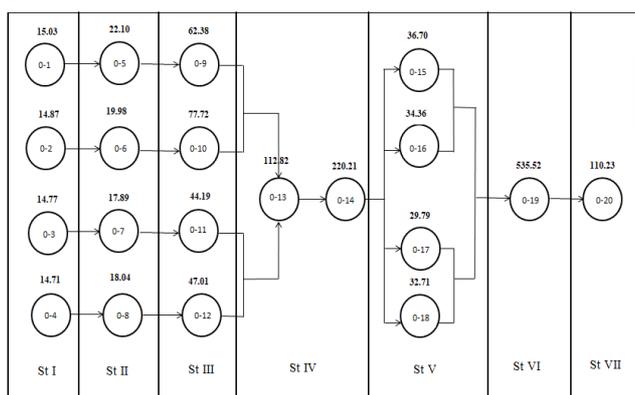
$$K_{min} = \frac{\sum Te}{CT}$$

$$= \frac{1481,03}{535,52}$$

$$= 2,76 \sim 3 \text{ stasiun kerja}$$

5. Penyeimbangan lini dengan metode LCR

Tahapan awal sebelum menerapkan metode LCR adalah menyusun *precedence diagram*, di mana seluruh tahapan produksi diurutkan berdasarkan elemen kerja yang harus dilakukan terlebih dahulu. *Precedence diagram* (Diagram Pendahulu) merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja dan keterkaitan antar elemen kerja dalam perakitan sebuah produk [3]. Urutan operasi kerja dalam pembuatan Kusen Jendela dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Precedence Diagram* Kusen Jendela

Dari *precedence diagram* di atas, maka dapat dilakukan penyeimbangan lintasan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR). Dalam metode ini dilakukan pendekatan penyeimbangan lini produksi berdasarkan waktu operasi terpanjang, elemen kerja dengan waktu operasi terpanjang akan diprioritaskan penempatannya dalam stasiun kerja [4]. Elemen kerja akan pindah ke

stasiun kerja berikutnya, apabila jumlah elemen kerja telah melebihi waktu siklus. Untuk waktu siklus (*cycle time*) digunakan $CT = 535,52$. Berdasarkan prosedur metode *Largest Candidate Rule* (LCR) berikut hasil pengelompokkan elemen kerja menggunakan Metode *Largest Candidate Rule* (LCR).

Tabel 4. Hasil Pengelompokkan Stasiun Kerja Metode LCR

Stasiun Kerja	Waktu Stasiun Kerja	Elemen n Kerja	Waktu Baku
1	59.38	1	15.03
		2	14.87
		3	14.77
		4	14.71
2	78.01	5	22.10
		6	19.98
		8	18.04
		7	17.89
3	231.3	10	77.72
		9	62.38
		12	47.01
		11	44.19
		14	220.21
		13	112.82
		15	36.70
		16	34.36
4	466.59	17	29.79
		18	32.71
		19	535.52
		20	110.23

Sumber : Data Olah, 2024

a. Efisiensi Stasiun Kerja

$$Efisiensi \text{ stasiun kerja} = \frac{Wb}{Ws} \times 100\%$$

$$= \frac{59,38}{535,52} \times 100\%$$

$$= 11,09 \%$$

b. Waktu menganggur (*Idle Time*)

$$Idle \text{ time} = Ws - Wbi$$

$$= 535,52 - 59,38$$

$$= 476,14 \text{ detik}$$

Hasil seluruh perhitungan *idle time* dan efisiensi stasiun kerja dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekap Hasil Perhitungan *Idle Time* dan Efisiensi Stasiun Kerja Metode LCR

Stasiun Kerja	Waktu Stasiun Kerja	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time (Detik)
1	59.38	11.09	476.14
2	78.01	14.57	457.51
3	231.30	43.19	304.22

4	466.59	87.13	68.93
5	535.52	100.00	0.00
6	110.23	20.58	425.29
Total	1481.03	276.56	1732.09

Sumber : Data Olah, 2024

c. *Line Efficiency* (LE)

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^n Ti}{(K)(CT)} \times 100 \%$$

$$= \frac{1481,03}{(6)(535,52)} \times 100 \%$$

$$= 46,09 \%$$

d. *Balance Delay* (BD)

$$BD = \frac{(N \times C) - \sum_{i=1}^n Ti}{(N \times C)} \times 100 \%$$

$$= \frac{(6 \times 535,52) - 1481,03}{(6 \times 535,52)} \times 100 \%$$

e. *Smoothness Index* (SI)

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (STi_{max} - STi)^2}$$

$$= \sqrt{(535,52 - 59,38)^2 + (535,52 - 78,01)^2 + \dots + (535,52 - 231,30)^2}$$

$$= \sqrt{714197.4371}$$

$$= 845,10$$

6. Pembahasan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan perfomansi lintasan yang cukup signifikan. Dapat dilihat perbandingan perfomansi keseimbangan lintasan sebelum diseimbangkan (kondisi awal) dengan sesudah diseimbangkan pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Indikator Performansi

Indikator Performansi	Kondisi Awal	LCR
Jumlah Stasiun Kerja	7	6
<i>Line Efficiency</i>	39,51 %	46,09 %
<i>Balance Delay</i>	60,49 %	53,90 %
<i>Smoohtness Index</i>	954,99	845,10
Total Waktu Mengganggu	2.267,6	1.732,09

Sumber : Data Olah, 2024

Dilihat dari hasil tabel diatas, metode *Largest Candidate Rule* (LCR) menghasilkan 6 stasiun kerja dengan *line efficiency* 46,09%, memiliki *balance delay* 53,90%, dan *smoothnes index* sebesar 845,10 dengan total waktu mengganggu 1732,09. Dapat diketahui bahwa semakin besar nilai *Line efficiency* maka semakin baik, semakin besar nilai *line efficiency* ini menunjukkan bahwa pembagian bobot kerja antar stasiun kerja berjalan dengan baik dan merata. Sedangkan, semakin besar nilai *balance delay* maka semakin buruk, ini artinya terdapat pembagian bobot kerja yang tidak merata dan adanya ketimpangan

beban kerja antara satu stasiun kerja dengan stasiun kerja lainnya.

Pada nilai *smoothness index*, nilai ini menunjukkan tingkat kemulusan dari suatu lini perakitan, semakin kecil nilai dari *smoothness index*, maka semakin baik performansi lini tersebut. Pada nilai *idle time* atau waktu mengganggu, semakin besar nilai *idle time* maka akan semakin buruk ini berarti banyaknya waktu yang terbuang sia-sia. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan perbaikan keseimbangan lini dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) efisiensi lini mengalami peningkatan sebesar sebesar 6,58 %, dan penurunan *balance delay* sebesar 6,59 % yang berarti paling minimnya ketimpangan pembagian bobot kerja antara stasiun kerja, dengan nilai *smoothness index* yaitu 845,10 serta pengurangan total waktu mengganggu sebesar 535,51 detik. Hal ini jelas akan membuat produksi berjalan dengan baik dan lancar.

4. KESIMPULAN

Performansi dari lintasan awal adalah *line efficiency* sebesar 36,51%, *balance delay* sebesar 60,49%, *smoothnes index* sebesar 954,99 dan waktu mengganggu sebesar 2.267,6detik. Hasil performansi lintasan awal menunjukkan bahwa belum lancarnya aliran produksi karena memiliki waktu mengganggu yang besar pada sebagian besar stasiun kerjanya. Setelah dilakukan perbaikan dengan metode *Largest Candidate Rule* (LCR), diperoleh bahwa penyeimbangan lintasan menggunakan metode tersebut memperlihatkan peningkatan performansi lintasan yang lebih baik daripada lintasan sebelumnya. Didapatkan efisiensi lini mengalami peningkatan sebesar sebesar 6,58 %, dan penurunan *balance delay* sebesar 6,59 % yang berarti paling minimnya ketimpangan pembagian bobot kerja antara stasiun kerja, dengan nilai *smoothness index* yaitu 845,10 serta pengurangan total waktu mengganggu sebesar 535,51 detik. Saran kepada penelitian selanjutnya agar menggunakan metode keseimbangan lintasan yang lain agar dapat diketahui perbandingan hasil keluaran potensialnya, dan untuk UD Sukamaju Furniture Gorontalo agar melakukan perbaikan terhadap lintasan produksinya sesuai dengan hasil perhitungan keseimbangan lintasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Dwicahyani and B. I. A. Muttaqin, "Peningkatan Produktivitas IKM melalui Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi (Studi Kasus: IKM Mebel di Solo) Anindya," *Sustain. Ergon. Optim. Appl. Ind. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 51–57, 2020.
- [2] M. Afifuddin, "Penerapan Line Balancing

Menggunakan Metode Ranked Position Weight (Rpw) Untuk Meningkatkan Output Produksi Pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola Mokh,” *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] Eddy and M. Ahyan, “Optimalisasi Keseimbangan Lintasan Produksi dengan Metode Largest Candidate Rule di PT . PAP,” *J. Simetri Rekayasa*, vol. 2, no. 2, pp. 76–85, 2020.
- [4] 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.