

ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI AIR MINUM DALAM KEMASAN UNTUK MENINGKATKAN OUTPUT PRODUKSI (STUDI KASUS: PT ALAM MAISI KABUPATEN LUWU)

Anis Saleh¹ Yan Herdianzah^{2*}, Muhammad Nusran³, Andi Pawennari⁴, Muhammad Dahlan⁵,
Annisa Jasman⁶, Asrul Fole⁷

^{1,2*,3,4,5,6,7} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia
^{1,2*,3,4,5,6,7} Jl. Urip Sumoharjo KM 5, Kampus II Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Sulawesi Selatan,
Indonesia, 90231

*email: yan.herdianzah@umi.ac.id

Abstract

Line balance in a production unit needs to be considered so that the products produced can meet production targets. PT Alam Maisi is a bottled drinking water (AMDK) industry that often experiences problems at work stations. Where there are production lines that are piled up. Therefore, a method is needed that can help balance the production line. To analyze this problem, Rank Positional Weight (RPW) will be used, this method functions to identify failures in a production process and determine the weight of the production process. From the calculation results, it is known that there is a shortage of workers at the inspection work station. There needs to be an arrangement for adding workers to the inspection work station so that production targets can be met. The results obtained with RPW are that improvements will be made to the production line which previously had 5 work stations to 4. Where the previous line efficiency value of 47% was increased to 97%, able to reduce the balance delay which was previously 52% reduced by 2%, able to reduce the smoothness index which was previously 103.19 reduced by 50.39, and able to reduce the idle time which was previously 183.42 reduced by 88.4.

Keywords: Line Balancing, Production Targets, Ranked Positional Weight

1. Pendahuluan

Keseimbangan lintasan atau *Line Balancing*, adalah rangkaian dari beberapa stasiun kerja yang didalamnya terdapat peralatan (Albus & Huber, 2023), dan mesin yang difungsikan sebagai proses pembuatan produk setengah jadi (Deng et al., 2023), atau produk jadi (Delorme et al., 2023). Tujuan utamanya adalah mencapai tingkat *output* tertentu dengan cara meminimalkan semua total waktu yang tidak terpakai (Mutlu & Güner, 2021), dengan mengurangi jumlah stasiun kerja yang tidak optimal (Katirae et al., 2021).

Dalam upaya menyeimbangkan lini produksi sangat penting untuk mempertimbangkan semua kebutuhan waktu perunit produk (Afifuddin, 2019), guna melihat pengaruh dan hubungan setiap unit yang dibebankan oleh setiap tugas yang berbeda-beda (Ponda et al., 2019). Kecepatan lintasan perakitan untuk setiap produk sangat mempengaruhi waktu penyelesaian, sehingga keseimbangan waktu kerja yang konsisten sangat dibutuhkan disetiap stasiun kerja (Albus & Seiber, 2021). Jika masih ditemukan kesenjangan waktu kerja yang signifikan antara setiap stasiun (Novianti & Herwanto, 2023), maka lintasan

produksi dapat dikatakan masih belum seimbang (Yu et al., 2022), yang mengakibatkan proses produksi menjadi kurang optimal (Hu & Chu, 2022).

PT Alam Maisi memiliki target produksi sebanyak 25.860 dus/bulan, dengan rata-rata produksi 22.902 dus/bulan dan waktu kerja sebesar 182 jam/bulan (655.200 detik). Proses kerja pembuatan air minum dalam kemasan dibagi beberapa tahapan yaitu memasukkan *cup* kedalam mesin *filling*, *cup* air diproduksi pada mesin *filling*, pemeriksaan, melipat kardus, memasukkan *cup* kedalam kardus, memindahkan kardus ke mesin karton sealer, memasukkan sedotan kedalam kardus, kardus dimasukkan kedalam mesin dan memindahkan kardus kedalam palet.

Setelah dilakukan identifikasi lebih lanjut, ditemukan bahwa lintasan produksi mengalami ketidakseimbangan akibat adanya penumpukan (*bottleneck*) pada tahap pemeriksaan di stasiun kerja (Yu et al., 2022). Pada tahap ini, *cup* air diperiksa secara manual sebelum dilakukan pengemasan, yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam lintasan produksi dan mengakibatkan target produksi tidak tercapai (Purnamasari & Cahyana, 2015).

Bottleneck tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan fisik, seperti sumber daya, proses, dan fasilitas, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti fungsi, operator, dan aspek lainnya. (Dharmayanti & Marliansyah, 2019). Dalam beberapa kasus, *bottleneck* bersifat sementara, sementara yang lain dapat berlangsung secara terus-menerus. Secara umum, *bottleneck* diartikan sebagai “sesuatu” yang membatasi kinerja suatu sistem produksi (Fitri et al., 2022). Namun, definisi *bottleneck* dapat bervariasi tergantung pada sudut pandang yang digunakan.

Masalah pada penelitian ini adalah ketidakseimbangan lintasan antar stasiun kerja yang mengakibatkan target produksi di PT Alam Maisi tidak tercapai.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menyeimbangkan lintasan produksi antar stasiun kerja demi memenuhi target produksi dan meningkatkan *output*. Adapun metode yang akan digunakan adalah *Ranked Positional Weights* (RPW), yang bertujuan agar bagian produksi dapat meningkatkan *output* secara optimal.

Metode RPW digunakan untuk menghitung waktu siklus meninjau matriks terdahulu berdasarkan rangkaian kerja, serta menghitung bobot posisi dan efisiensi waktu rata-rata yang digunakan (Purnamasari & Cahyana, 2015). Metode ini menggabungkan antara *large candidate rules* dengan pendekatan *region*. (Afifuddin, 2019). Selain itu, RPW dalam melihat elemen kerja menggunakan pendekatan bobot posisi untuk perhitungan yang mengaitkan elemen kerja.

Precedence diagram berfungsi untuk melihat perencanaan dan melakukan pengontrolan dari representasi grafis mulai dari urutan operasi hingga ketergantungan antar operasi (Ponda et al., 2019). *Precedence* diagram digunakan sebagai langkah awal sebelum menerapkan metode *line balancing* untuk menyelesaikan masalah produksi.

2. Landasan Teori

2.1. Line Balancing

Keseimbangan lini lintasan sangat berkaitan erat dengan *mass production* (Albus & Huber, 2023), di mana aktivitas perakitan dibagi ke dalam masing-masing pusat kerja yang disebut dengan stasiun kerja (Mutlu & Güner, 2021). Kecepatan lintasan perakitan dipengaruhi oleh setiap elemen pekerjaan dan dihitung berdasarkan lama waktu yang digunakan untuk setiap aktivitas, sehingga setiap lini produksi harus memiliki waktu siklus yang sama, karena jika berada di bawah waktu ideal, maka akan mengalami waktu menganggur (Katirae et al., 2021).

2.2. Bottleneck

Bottleneck umumnya diartikan sebagai sumber daya atau utilitas yang sangat membatasi kinerja sistem produksi (Novianti & Herwanto, 2023), dan ini dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan aplikasi serta perlakuan operasi yang berbeda (Kheirabadi et al., 2022). Banyak definisi tentang *bottleneck* dapat ditemukan dalam berbagai literatur (Liu et al., 2022). Berikut adalah beberapa definisi dasar mengenai *bottleneck*.

- a. Terjadi titik kemacetan dalam aliran produksi
- b. Kapasitas sumber daya yang lebih rendah dibandingkan permintaan
- c. Terdapat proses yang membatasi *throughput*
- d. Pemblokiran sementara untuk meningkatkan *output*
- e. Fasilitas, operator dan faktor lainnya yang menghambat produksi
- f. Setiap operasi yang menghambat *output*.

3. Metode Penelitian

RPW diharapkan mampu untuk menyelesaikan permasalahan keseimbangan lintasan, yang berfokus pada penghitungan bobot posisi dari setiap elemen kerja dalam suatu lini produksi. Kemudian untuk mengumpulkan data dengan melakukan observasi lapangan. Data yang telah didapatkan berupa data kuantitatif yaitu: Data kapasitas produksi AMDK tahun 2023, data target produksi AMDK 2024, data lintasan awal produksi, data jumlah waktu kerja, dan data pengumpulan waktu kerja per elemen. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode RPW, Berikut merupakan tahapan dalam pengolahan data:

1. Menghitung pengukuran waktu kerja,
Dalam hal ini akan dilakukan uji keseragaman data, uji kecukupan data, waktu normal, dan waktu baku (Herdianzah et al., 2023, 2024).
2. Menghitung kebutuhan jumlah tenaga kerja
Pertimbangan jumlah karyawan harus optimal (Saleh, Ahmad, et al., 2023; Saleh, Herdianzah, et al., 2023), sehingga tidak terjadi pemborosan ataupun kekurangan tenaga kerja dalam suatu aktivitas (Herdianzah, 2020).
3. Melakukan Penyeimbangan Lintasan
Tahapan yang paling utama atau mendasar dari metode penyeimbangan lintasan yaitu mencari takt time dan membuat precedence diagram kemudian melakukan penyeimbangan lintasan dengan metode RPW (Ismail et al., 2020).
4. Pengukuran performansi sebelum penyeimbangan
Ada beberapa poin untuk mengukur performansi sebelum dilakukan penyeimbangan lintasan yaitu efisiensi lintasan, *balance delay*, dan *smoothies Indeks* (Akbar et al., 2022; Rauf et al., 2022).

5. Metode Rank Positional Weight

RPW menggunakan pembobotan posisi dari tiap elemen kerja (Purnamasari & Cahyana, 2015). *Precedence diagram* merupakan alat bantu untuk melihat perhitungan bobot posisi yang mengaitkan elemen kerja pada posisinya masing-masing.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengumpulan data merupakan salah satu proses dari pengumpulan informasi berupa data angka dimana data-data tersebut diperoleh dari data asli dari perusahaan yang kemudian diolah dan dianalisis. Berikut merupakan data produksi dan permintaan pada tahun 2023 pada PT Alam Maisi:

Tabel 1. Data Kapasitas dan Target Produksi 2023

Bulan	Kapasitas Produksi/Dus	Target Produksi/Dus
Januari	27.331	25.860
Februari	22,043	25.860
Maret	29,701	25.860
April	22,130	25.860
Mei	23,044	25.860
Juni	30,644	25.860
Juli	22,068	25.860
Agustus	27,482	25.860
September	23,823	25.860

Bulan	Kapasitas Produksi/Dus	Target Produksi/Dus
Oktober	25,045	25.860
November	26,462	25.860
Desember	22,365	25.860

Sumber : PT Alam Maisi data 2023

a. Pengukuran Waktu Kerja

Tabel 2. Hasil Uji Kecukupan Data

Elemen Kerja	N'	N	Keterangan
1	1.32	15	Cukup
2	0.00	15	-
3	5.61	15	Cukup
4	1.32	15	Cukup
5	1.06	15	Cukup
6	0.35	15	Cukup
7	2.81	15	Cukup
8	1.05	15	Cukup
9	0.64	15	Cukup

Sumber : Pengolahan data 2024

Tabel 2 menunjukkan data yang didapatkan dinyatakan cukup. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian keseragaman data yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Hasil Uji Kesaragaman Data

Elemen Kerja	Elemen kerja (dalam satuan detik)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	40,15	20	2,73	11,83	70,82	10,73	6,5	7,18	10,43
2	39,76	20	2,69	11,21	72,81	10,69	6,1	7,06	10,5
3	41,05	20	2,4	11,61	73,16	10,4	6,2	7,5	10,34
4	37,84	20	2,38	11,4	72,05	10,38	6	7,25	10,89
5	37,08	20	2,73	10,92	76,32	10,73	6,8	7,49	10,76
6	40,25	20	2,73	11,83	76,9	10,73	6,1	7,51	10,53
7	39,63	20	2,38	10,93	73,75	10,38	6,3	7,29	10,34
8	39,04	20	2,63	10,85	74,36	10,63	6,7	7,57	10,89
9	40,05	20	2,38	11,76	71,66	10,39	6,2	7,09	10,65
10	40,15	20	2,73	11,4	75,32	10,73	6,4	7,58	10,59
11	39,02	20	2,38	11,2	71,15	10,39	6,6	7,08	10,78
12	38,88	20	2,52	10,87	72,43	10,38	6,9	7,53	10,92
13	38,54	20	2,64	11,2	70,23	10,64	6,5	7,21	10,5
14	40,13	20	2,73	11,3	72,46	10,73	6,3	7,34	10,43
15	39,45	20	2,43	11,32	73,65	10,43	6,7	7,12	10,24
$\sum x$	591,02	300	38,48	169,6	1097,1	158,36	96,3	109,8	158,79

Elemen Kerja	Elemen kerja (dalam satuan detik)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Sigma \bar{x}$	39,40	20,00	2,57	11,31	73,14	10,56	6,42	7,32	10,59

Sumber : Pengolahan data 2024

Perhitungan waktu baku diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung:

• Waktu Normal

Untuk menormalkan waktu proses maka digunakan rumus (waktu pengamatan rata-rata $\times$ nilai *performance rating*). Berikut adalah contoh perhitungan pada aktivitas menimbang: *Performance Rating* = 1 + *Westing House Rating*

$$W_n = 39.40 \times (1 + 0.04) = 40.98$$

Berikut ini merupakan perhitungan waktu normal untuk setiap elemen:

Tabel 4. Perhitungan waktu normal

Elemen	Waktu Normal
Wn Elemen 1	40.98
Wn Elemen 2	21
Wn Elemen 3	2.62
Wn Elemen 4	11.76
Wn Elemen 5	55.26
Wn Elemen 6	3.00
Wn Elemen 7	1.17
Wn Elemen 8	3.46
Wn Elemen 9	2.69

Sumber : pengolahan data 2024

• Waktu Baku

Penetapan waktu standar produksi dihasilkan setelah dilakukan perhitungan waktu baku, yang diperoleh dengan menggunakan rumus (waktu normal $\times$ kelonggaran) berikut adalah contoh perhitungan pada kegiatan menimbang:

Maka:

$$W_b = W_n + allowance (allowance \times W_n) = 40,98 + 100\% / (100\% \times 0,165) = 40.07$$

Adapun perhitungan waktu baku setiap elemen sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan waktu baku

Elemen (E)	Waktu baku
Wb E 1	49.07
Wb E 2	21.00

Elemen (E)	Waktu baku
Wb E 3	3.01
Wb E 4	14.52
Wb E 5	64.64
Wb E 6	3.51
Wb E 7	1.46
Wb E 8	4.12
Wb E 9	3.78

Sumber : pengolahan data 2024

b. Melakukan Penyeimbangan Lintasan

Setelah waktu baku telah ditetapkan, maka dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya, yaitu menyeimbangkan lintasan. Tahapan yang paling utama atau mendasar dari metode penyeimbangan lintasan yaitu mencari takt time dan membuat precedence diagram kemudian melakukan penyeimbangan lintasan dengan metode yang dipilih.

Tabel 6. Susunan *Workstation*, Elemen dan Waktu Bakunya Sebelum diterapkan *Line Balancing*

C	Elemen	Waktu baku	Cycle time	Idle time
1	1	49.07	70.07	0
	2	21.00		
2	3	3.01	3.01	67.06
3	4	14.52	14.52	55.55
4	5	64.64	64.64	5.43
5	6	3.13		
	7	3.9	14.69	55.38
	8	3.96		
	9	3.7		
Total			166.93	183.42

Sumber : pengolahan data 2024

Sebelum melanjutkan mencari takt time dan penyeimbangan dilakukan, maka perlu dilakukan pengukuran performansi sebelum dan sesudah melakukan penyeimbangan lintasan untuk melihat perbaikan yang terjadi.

c. Pengukuran Performansi Sebelum Penyeimbangan
Ada beberapa poin untuk mengukur performansi sebelum dilakukan penyeimbangan lintasan yaitu:

• Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*)

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT \times n} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat maka didapatkan hasil efesiensi lintasan

$$\begin{aligned} E &= \frac{166.93}{(70.07 \times 5)} \times 100\% \\ &= \frac{166.93}{350.35} \times 100\% \\ &= 0.47 \times 100\% \\ &= 47\% \end{aligned}$$

• *Balance delay*

$$BD = \frac{(n \times CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times CT)} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat maka didapatkan hasil *balance delay*

$$\begin{aligned} BD &= \frac{(5 \times 70.07) - 166.93}{(5 \times 70.07)} \times 100\% \\ &= \frac{350.35 - 166.93}{350.35} \times 100\% \\ &= \frac{183.42}{350.35} \times 100\% \\ &= 0.52 \times 100\% \\ &= 52\% \end{aligned}$$

• *Smoothies Indeks*

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

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat maka didapatkan hasil *smoothies Indeks*.

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{(70.07 - 70.07)^2 + (70.07 - 73.01)^2 + (70.07 - 14.52)^2 + (70.07 - 64.64)^2 + (70.07 - 14.69)^2} \\ &= \sqrt{(0)^2 + (67.06)^2 + (55.55)^2 + (5.43)^2 + (55.11)^2} \\ &= \sqrt{0 + 4497.04 + 3085.80 + 29.48 + 3037.11} \\ &= \sqrt{10649.43} \\ &= 103.19 \end{aligned}$$

d. Metode *Rank Positional Weight*

• Mencari *takt time*

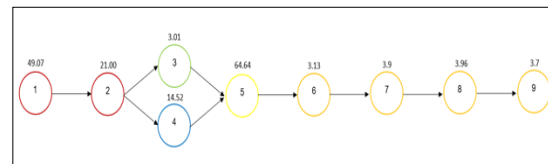
Takt time diperlukan untuk menemukan batasan keseimbangan lintasan yang tidak boleh dilewati dalam menyeimbangkan lintasan setiap *workstasion*. Maka dengan menggunakan rumus perhitungan dibawah ini didapatkan besar takt time sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{Jam kerja Produktif}}{\text{Target produksi}} \\ &= \frac{655.200}{25.86} \\ &= 25.33 \text{ detik/dus} \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut di dapatkan bahwa setiap 25.33 detik perusahaan harus dapat menghasilkan 1 dus untuk memenuhi jumlah target produksi.

• *Precedence Diagram*

Precedence diagram atau diagram keterikatan memiliki peranan yang penting, agar saat pengelokasian elemen kerja kedalam *workstasion* yang baru tidak menimbulkan permasalahan yang baru.



Gamnbar 1. *Precedence Diagram*

• Menentukan posisi peringkat

Dalam menentukan posisi peringkat perlu mencari tahu terlebih dahulu besar pembobotan masing-masing elemen, maka dapat di lihat sebagai berikut:

Tabel 7. Penentuan posisi peringkat

Elemen	PW	RPW	Pengurutan Elemen
1	98.40	98.40	1
2	75.05	75.05	2
3	51.70	51.70	3
4	48.69	48.69	4
5	34.17	34.17	5
6	12.63	12.63	6
7	9.12	9.12	7
8	7.66	7.66	8
9	3.70	3.70	9

Sumber : Pengolahan data 2024

Langkah selanjutnya yaitu dari data pemeringkatan elemen, maka pengalokasian akan dimulai dari elemen satu yang diikuti elemen-elemen selanjutnya dengan mematuhi *precedence diagram* dan *takttime* yang tidak boleh dilewati, maka hasil penyeimbangan metode *Rank Positional Weigh* (RPW) dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Penyeimbangan Metode *Rank Positional Weight* (RPW)

WS	Elemen	Waktu baku	Cycle time	Idle time	Ready task
1	1	23.35	46.70	0.00	Elemen 2, 4
	2	23.35			4
2	4	14.52	14.52	32.18	3
3	3	3.01	24.55	22.15	5
	5	21.54			6
4	6	3.51	12.63	34.07	7
	7	1.46			8
	8	3.96			9
	9	3.7			-
Total			98.40	88.4	

Sumber : Pengolahan data 2024

Dari tabel diatas diketahui jumlah workstation adalah 4 dengan jumlah pekerja sebanyak 8 orang pekerja yang di alokasikan ke workstation 1 sebanyak 3 pekerja, workstation 2 sebanyak 1 pekerja, workstation 3 sebanyak 3 pekerja, dan workstation 4 sebanyak 1 pekerja.

e. Pengukuran Performansi Setelah Penyeimbangan
 Pengukuran nilai performansi setelah dilakukan penyeimbangan lintasan metode *Rank Positional Weight* (RPW) adalah sebagai berikut:

- Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*)

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT \times n} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat maka didapatkan hasil efisiensi lintasan:

$$\begin{aligned} E &= \frac{98.40}{25.33 \times 4} \times 100\% \\ &= \frac{98.40}{101.32} \times 100\% \\ &= 0.97 \times 100\% \\ &= 97\% \end{aligned}$$

- Balance delay

$$BD = \frac{(n \times CT) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times CT)} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat maka didapatkan hasil *balance delay*.

$$\begin{aligned} BD &= \frac{(4 \times 25.33) - 98.40}{(4 \times 25.33)} \times 100\% \\ &= \frac{101.32 - 98.40}{101.32} \times 100\% \\ &= \frac{2.92}{101.32} \times 100\% \\ &= 0.02 \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 2\%$$

- Smoothies Indeks

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

Dengan menggunakan rumus tersebut dapat maka didapatkan hasil *smoothies Indeks*.

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{(46.70 - 46.70)^2 + (46.70 - 14.52)^2 + (46.70 - 24.55)^2 + (46.70 - 14.87)^2} \\ &= \sqrt{(0)^2 + (32.18)^2 + (22.15)^2 + (31.83)^2} \\ &= \sqrt{0 + 1035.55 + 490.62 + 1013.14} \\ &= \sqrt{2539.31} \\ &= 50.39 \end{aligned}$$

Perbandingan besaran nilai performansi sebelum dilakukan line balancing, dan sesudah diterapkan line balancing akan ditampilkan pada Tabel 8 dibawah ini, adapun jumlah pekerja yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 9:

Tabel 9. Perbandingan Nilai Performansi

	Sebelum	Sesudah
<i>Line Efficiency</i>	47%	97%
<i>Balance Delay</i>	52%	2%
<i>Smoothing Index</i>	103,19	50,39
<i>Idle Time</i>	183,42	88,4

Sumber : Pengolahan data 2024

Tabel 10. Perbandingan Jumlah Tenaga Kerja Yang Digunakan

	Jumlah Pekerja	Jumlah Workstation
Sebelum	11	5
Sesudah	9	4

Sumber : Pengolahan data 2024

Tabel 11. Pengalokasian Tenaga Kerja Pengalokasian

WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5
2	1	1	1	4
(70.07)	(3.01)	(14.52)	(88.96)	(14.69)
2	1	2	4	-
(46.70)	(14.52)	(25.25)	(12.63)	-

Sumber : Pengolahan data 2024

5. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah metode Ranked Positional Weight berhasil memberikan solusi terbaik untuk produksi air minum dalam kemasan di PT Alam Maisi. Dengan metode ini, lintasan produksi yang sebelumnya memiliki 5 workstation dapat diperbaiki menjadi 4 workstation. Dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* dapat meningkatkan nilai efisiensi lintasan dimana sebelumnya 47% menjadi meningkat 97%, dapat mengurangi *balance delay* dimana sebelumnya 52% menjadi menurun 2%, dapat mengurangi *smoothness index* dimana sebelumnya 103,19 menjadi menurun 50.39 dan mengurangi *idle time* dimana sebelumnya 183,42 menjadi menurun 88,4.

Daftar Pustaka

- Afifuddin, M. (2019). Penerapan Line Balancing Menggunakan Metode Ranked Position Weight (RPW) untuk Meningkatkan Output Produksi pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola. *Journal of Industrial Engineering Management*, 4(1), 38. <https://doi.org/10.33536/jiem.v4i1.287>
- Akbar, M. N., Saleh, A., Daud, A., Basri, M., & Nusran, M. (2022). Analisis Produk Cacat Menggunakan Metode Seven Tools Dalam Memberikan Layanan Berkualitas Berbasis Jaminan Halal Pada Perusahaan Beton Tiang Pancang. *International Journal Mathla'ul Anwar of Halal Issues*, 2(1), 13–21. <https://doi.org/10.30653/ijma.202221.44>
- Albus, M., & Huber, M. F. (2023). Resource reconfiguration and optimization in brownfield constrained Robotic Assembly Line Balancing Problems. *Journal of Manufacturing Systems*, 67, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.01.001>
- Albus, M., & Seeber, C. (2021). Linear optimization for dynamic selection of resources in constrained assembly line balancing problems. *Procedia CIRP*, 104, 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.023>
- Delorme, X., Gianessi, P., & Lamy, D. (2023). A new Decoder for Permutation-based Heuristics to Minimize Power Peak in the Assembly Line Balancing. *IFAC-PapersOnLine*, 56(2), 3704–3709. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.1537>
- Deng, S., Maani, T., Yao, Y., Yih, Y., Zhao, F., & Sutherland, J. W. (2023). Integrating line balancing with network topology to support the planning of a remanufacturing system for electric vehicles. *Procedia CIRP*, 116, 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.037>
- Dharmayanti, I., & Marliansyah, H. (2019). PERHITUNGAN EFEKTIFITAS LINTASAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE LINE BALANCING. *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, 3(1), 45–56. <https://doi.org/10.30988/jmil.v3i1.63>
- Fitri, M., Adelino, M. I., & Apuri, M. L. (2022). Analisis Line Balancing Untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi Perakitan. *Rang Teknik Journal*, 5(2), 295–300. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3223>
- Herdianzah, Y. (2020). Kri Design And Mitigation Strategy On Water Distribution Of Perumda Air Minum Makassar Regional Iv: A Case Study. *Journal of Industrial Engineering Management*, 5(2), 70–79. <https://doi.org/10.33536/jiem.v5i2.672>
- Herdianzah, Y., Mubaraq, H., Nusran, M., Ahmad, A., Safutra, N. I., & Fole, A. (2024). Analisis Mutu Produk Roti Maros Sanggalea Group Menggunakan Metode Quality Function Deployment. *JURNAL REKAYASA SISTEM INDUSTRI*, 9(2), 30–36. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v9i2.8179>
- Herdianzah, Y., Wahyuni P, A. D., Malik, R., & Pratama, M. A. (2023). Analysis of the Effect of Temperature, Lighting and Noise on Employee Work Productivity in the Noodle Production Section at CV. Kartika Makassar. *Journal of Industrial System Engineering and Management*, 2(1), 7–12. <https://doi.org/10.56882/jisem.v2i1.17>
- Hu, P., & Chu, F. (2022). Bi-objective optimization for an integrated facility location and disassembly line balancing

- problem. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 1086–1091.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.534>
- Ismail, R., Saleh, A., & Alisyahbana, T. (2020). Minimasi Waste Untuk Perbaikan Proses Produksi Kantong Kemasan Dengan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi Kasus PT. XYZ). *Journal of Industrial Engineering Management*, 5(1), 53–59.
<https://doi.org/10.33536/jiem.v5i1.88>
- Katirae, N., Calzavara, M., Finco, S., & Battini, D. (2021). Consideration of workforce differences in assembly line balancing and worker assignment problem. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 13–18.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.002>
- Kheirabadi, M., Keivanpour, S., Chinniah, Y., & Frayret, J. M. (2022). A Review on Collaborative Robot Assembly Line Balancing Problems. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 2779–2784.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.151>
- Liu, Q., Song, J., Lv, J., Tang, O., & Zhang, Z. (2022). Mixed-Flow Assembly Line Balancing with Uncertain Assembly times in Remanufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 97–102.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.374>
- Mutlu, S., & Güner, B. (2021). A memetic algorithm for mixed-model two-sided disassembly line balancing problem. *Procedia CIRP*, 98, 67–72.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.007>
- Novianti, E., & Herwanto, D. (2023). Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2).
<https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.5977>
- Ponda, H., Hardono, J., & Pikri, S. K. (2019). Analisa Keseimbangan Lintasan Produksi Pada Pembuatan Radiator Mitsubishi Ps 220 Dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW). *Journal Industrial Manufacturing*, 4(1), 77.
<https://doi.org/10.31000/jim.v4i1.1251>
- Purnamasari, I., & Cahyana, A. S. (2015). Line Balancing Dengan Metode Ranked Position Weight (RPW). *SPEKTRUM INDUSTRI*, 13(2), 157.
<https://doi.org/10.12928/si.v13i2.2693>
- Rauf, N., Padhil, A., Alisyahbana, T., Saleh, A., & Dahlan, M. (2022). Analysis Of Quality Control Of T-Shirt Screen Printing Products With Six Sigma Dmaic Method On Cv. Macca Clothing. *Journal of Industrial Engineering Management*, 7(1), 76–82.
<https://doi.org/10.33536/jiem.v7i1.1147>
- Saleh, A., Ahmad, A., Herdianzah, Y., Lantara, D., Saputra, N. I., & Dahlan, M. (2023). Supply Chain Performance Measurement at PT. Perkebunan Nusantara XIV Camming Sugar Factory in Bone District. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 5(2), 61–66.
<https://doi.org/10.24002/ijieem.v5i2.6861>
- Saleh, A., Herdianzah, Y., Pawennari, A., & Ahmad, A. (2023). Planning to improve the quality of public services using servqual and Quality Function Deployment integration. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 15(1), 12.
<https://doi.org/10.22441/oe.2023.v15.i1.068>
- Yu, H., Can, N., Wang, Y., Wang, S., Ogbeyemi, A., & Zhang, W. (2022). An Integrated Approach to Line Balancing for a Robotic Production System with the Unlimited Availability of Human Resources. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 1098–1103.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.536>