Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri)
Vol. 19, No. 3, Desember 2025, 396-405
p-ISSN 2085-5869/ e-ISSN 2598-4853

Penerapan *Line Balancing* untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Furnitur Kayu

Maharsi Anis Sabila[1*], Fadila Nurkhalisa[2], Nuskha Ilma Arini[3], Juliasari Prasetya[4]
[1,2,3,4)] Program Studi Manajemen Bisnis Industri Furnitur, Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu
Jl. Wanamarta Raya no.20, Kawasan Industri Kendal, Jawa Tengah, Indonesia
Email: maharsi.sabila@poltek-furnitur.ac.id*, nurkhalisafadilla@gmail.com, nuskha.arini@poltek-furnitur.ac.id, juliasari.prasetya@poltek-furnitur.ac.id

(Diterima: 04-12-2025; Direvisi: 27-12-2025; Disetujui: 28-12-2025)

Abstrak

Ketidakseimbangan lini produksi merupakan salah satu faktor kritis yang dapat menghambat pertumbuhan perusahaan. Sistem produksi merupakan entitas yang terdiri atas berbagai komponen yang saling terkait dan bekerja secara sinergis untuk mencapai tujuan produksi. Pada Perusahaan Furnitur, permasalahan utama terjadi pada stasiun kerja *sanding* yang mengalami penumpukan pekerjaan, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan lintasan produksi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan penerapan *line balancing* menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), yang merupakan teknik pembobotan berdasarkan urutan prioritas tanpa melewati tahapan sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan efisiensi lintasan produksi dari 42,50% menjadi 82,91%, penurunan *balance delay* dari 58,49% menjadi 17,08%, serta pengurangan *idle time* dari 195,51 menit menjadi 28,59 menit. Dengan demikian, penerapan *line balancing* menggunakan metode RPW terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas di Perusahaan Furnitur.

Kata kunci: *Line Balancing;* Efisiensi Lintasan*; Ranked Positional Weight;* Produktivitas

Abstract

Production line imbalance is one of the critical factors that can hinder a company's growth. The production system is an entity composed of various interconnected components that work synergistically to achieve production objectives. At Furniture Company, the main problem occurs at the sanding workstation, where job accumulation leads to an unbalanced production line. To address this issue, line balancing is implemented using the Ranked Positional Weight (RPW) method, which is a weighting technique based on task priority order without violating the precedence constraints. The findings indicate an increase in production line efficiency from 42.50% to 82.91%, a reduction in balance delay from 58.49% to 17.08%, and a decrease in idle time from 195.51 minutes to 28.59 minutes. Thus, the implementation of line balancing using the RPW method is proven to be effective in improving productivity at Furniture Company.

Keywords: *Line Balancing; Line Efficiency*; *Ranked Positional Weight*; *Productivity*

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi merupakan salah satu faktor kunci bagi perusahaan manufaktur untuk mempertahankan daya saing dan keberlanjutan usahanya di tengah dinamika pasar dan tekanan persaingan yang semakin ketat. Kinerja produksi yang tinggi tidak hanya ditentukan oleh kapasitas sumber daya, tetapi juga oleh seberapa efektif dan efisien perusahaan mengelola proses produksinya. Dalam konteks ini, sistem produksi yang terstruktur, terukur, dan minim pemborosan menjadi prasyarat penting untuk mencapai

produktivitas yang optimal (Azizi, 2015; Handoyo *et al*., 2023; Sugiharti *et al*., 2017; Tayal *et al*., 2021)

Pada perusahaan manufaktur, ketidakseimbangan lintasan produksi (*line imbalance*) sering kali menyebabkan terjadinya penumpukan pekerjaan pada stasiun kerja tertentu, meningkatnya waktu menganggur (*idle time*), serta menurunnya pemanfaatan kapasitas sumber daya secara keseluruhan. Kondisi ini berujung pada rendahnya produktivitas, meningkatnya biaya produksi per unit, dan berkurangnya kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan secara tepat waktu. Berbagai studi menunjukkan bahwa upaya perbaikan kinerja produksi melalui peningkatan efisiensi aliran proses dan pengurangan variabilitas pada lintasan kerja dapat memberikan dampak signifikan terhadap produktivitas perusahaan manufaktur (Azizi, 2015; Esmaeilian *et al*., 2016).

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah membahas penerapan *line balancing* sebagai pendekatan untuk meningkatkan efisiensi aliran proses dan mengurangi ketidakseimbangan lintasan pada sistem produksi manufaktur. sebagian besar studi tersebut berfokus pada industri manufaktur berskala besar seperti otomotif, elektronik, dan komponen mesin. Penelitian mengenai penerapan metode ini pada industri furnitur kayu masih relatif terbatas, terutama pada konteks perusahaan berskala kecil hingga menengah yang memiliki karakteristik produksi *make-to-order*, variasi produk tinggi, serta keterbatasan dalam standarisasi proses.

Perusahaan Furnitur adalah perusahaan manufaktur yang berlokasi di Semarang dan berfokus pada penjualan kayu serta produksi furnitur seperti meja, kursi, dan tempat penyimpanan. Setiap perusahaan memiliki batas *overtime* yang berbeda-beda, batas maksimal *overtime* pada Perusahaan Furnitur adalah 30% dari total jam kerja per bulan, beberapa bulan terakhir *overtime* digunakan untuk mengejar target produksi yang sudah melewati batas *deadline* perusahaan. Penggunaan lembur (*overtime*) pada Agustus hingga Desember 2023 melebihi batas kebijakan ideal perusahaan. Pada bulan November, penggunaan lembur *sanding* dan *finishing* hampir mencapai batas maksimal sebesar 26,87% dan 25,62%. Sementara pada bulan Desember, angkanya mencapai 33,75% dan 32,50%.

Peningkatan tersebut disebabkan oleh lonjakan jumlah pesanan dari *buyer* yang terus meningkat. Konsekuensi dari penerapan kebijakan lembur ini tidak hanya berdampak pada kesehatan karyawan, tetapi juga mengakibatkan peningkatan pengeluaran perusahaan secara signifikan. Biaya yang meningkat termasuk biaya makan, utilitas, dan lain-lain, yang seharusnya bisa diminimalkan. Perusahaan selalu menginginkan proses produksinya berjalan lancar dan sesuai *planning* yang telah ditetapkan oleh pihak manajemen tanpa adanya *lead time* (waktu menunggu). Perbedaan waktu kerja yang cukup signifikan antar stasiun menunjukkan bahwa lintasan produksi tersebut belum terkonfigurasi dengan baik. Ketidakseimbangan pada lintasan produksi ini dapat mengakibatkan proses produksi menjadi kurang optimal (Polewangi *et al*., 2023)

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan melalui observasi langsung di lini produksi dan wawancara terstruktur dengan operator, supervisor, serta pihak perencana produksi untuk memperoleh informasi yang relevan dengan kondisi aktual sistem kerja. Setelah permasalahan utama pada aliran proses diketahui, tujuan penelitian difokuskan pada penentuan jumlah stasiun kerja yang lebih optimal serta pengelompokan elemen kerja ke dalam stasiun-stasiun tersebut agar tercapai tingkat keseimbangan lintasan yang lebih tinggi dan aliran produksi yang lebih efisien. Pengumpulan data waktu operasi dilakukan dengan studi waktu menggunakan *stopwatch* pada setiap aktivitas kerja di sepanjang lintasan produksi, kemudian data tersebut dianalisis

menggunakan metode *line balancing*, salah satunya adalah metode *Ranked Positional Weight* (RPW) (Abdul Halim *et al*., 2025; Bagshaw, 2020; Polewangi *et al*., 2023; Sridhar & Anandaraj, 2017).

Ranked Positional Weight (RPW)

RPW adalah teknik penyeimbangan lintasan kerja dengan cara memberikan bobot posisi pada setiap elemen kerja berdasarkan waktu proses elemen tersebut dan seluruh elemen penerusnya dalam jaringan precedences. Nilai bobot ini kemudian digunakan untuk menentukan prioritas penempatan elemen kerja ke stasiun kerja sehingga distribusi beban menjadi lebih seimbang dan *bottleneck* dapat berkurang (Arifin & Saifuddin, 2025; Helal *et al*., 2024; Risqi Ansyah & Agustina Kurniawati, 2023)

Secara umum, penerapan RPW dalam *line balancing* mengikuti beberapa langkah sistematis. Langkah-langkah pokok yang lazim digunakan dalam literatur adalah sebagai berikut. Menyusun *precedence* diagram yang menggambarkan hubungan keterurutan (*precedence*) antar elemen kerja pada proses produksi. Diagram ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi elemen pendahulu dan penerus (Poncotoyo *et al*., 2022; Risqi Ansyah & Agustina Kurniawati, 2023). Menghitung waktu siklus (*cycle time*) berdasarkan kapasitas produksi yang diinginkan dan waktu kerja tersedia sebagai batas maksimal beban setiap stasiun kerja (Siagian *et al*., 2024). Menghitung bobot posisi (*positional weight*) tiap elemen kerja, yaitu penjumlahan waktu proses elemen tersebut dengan seluruh waktu proses elemen penerusnya menurut *precedence diagram* (Wulandari *et al*., 2024). Mengurutkan elemen kerja berdasarkan bobot posisi dari nilai terbesar ke terkecil (*ranked positional weight*) untuk membentuk daftar prioritas penugasan (Risqi Ansyah & Agustina Kurniawati, 2023). Menetapkan elemen-elemen kerja ke stasiun kerja secara berurutan sesuai daftar prioritas, dengan syarat: tidak melanggar ketergantungan (*precedence*) dan total waktu pada setiap stasiun tidak melebihi waktu siklus (Parulian Purba *et al*., 2024; Risqi Ansyah & Agustina Kurniawati, 2023). Mengevaluasi hasil penyeimbangan dengan menghitung indikator kinerja seperti *line efficiency, balance delay, smoothness index,* serta melihat perubahan jumlah stasiun kerja dan *idle time* (Risqi Ansyah & Agustina Kurniawati, 2023).

Efisiensi lini *(Line Efficiency)*

Efisiensi stasiun kerja merupakan pendingan waktu operasi sebenarnya pada stasiun kerja dengan waktu operasi stasiun kerja terbesar (Bagshaw, 2020; Pulansari *et al*., 2020; Septiadi *et al*., 2023)

$$Line\ Efficiency = \frac{\Sigma \mathrm{STi}}{\mathrm{n} \times \mathrm{CT}} \times 100\% \quad (1)$$

Keseimbangan Waktu Menganggur *(Balance Delay)*

Balance delay digunakan untuk mengukur waktu yang dihabiskan karena ketidakseimbangan dalam lintasan produksi.

$$Balance\ Delay = \frac{(\mathrm{n} \times \mathrm{CT}) - \Sigma \mathrm{STi}}{\mathrm{n} \times \mathrm{CT}} \times 100\% \quad (2)$$

Waktu Menunggu *(Idle Time)*

Operator atau pekerja menunggu pelaksanaan pekerjaan atau tindakan operasional berikutnya.

$$Idle\ Time = \mathrm{n} \times \mathrm{CT} - \Sigma \mathrm{STi} \quad (3)$$

Takt Time

Takt time merupakan konsep kunci dalam *lean manufacturing* yang didefinisikan sebagai waktu maksimum yang tersedia untuk memproduksi satu unit produk agar laju

produksi selaras dengan laju permintaan pelanggan, umumnya dihitung sebagai rasio antara waktu operasi efektif dan kebutuhan jumlah produk pada periode tertentu (Soliman, 2020; Zahraee *et al*., 2020; Zhang *et al*., 2021)

$$Takt\ Time = \frac{\mathrm{Ta}}{\mathrm{D}} \quad (4)$$

Keterangan:
ΣSTi = Waktu baku keseluruhan
n = Jumlah stasiun kerja
CT = Waktu baku terbesar keseluruhan
Ta =Waktu keseluruhan periode
D = Jumlah produk selama satu periode

HASIL DAN PEMBAHASAN

Elemen Kerja

Pada lini produksi Perusahaan Furnitur terdiri dari empat stasiun kerja dengan proses manual ataupun dengan mesin. Elemen-elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

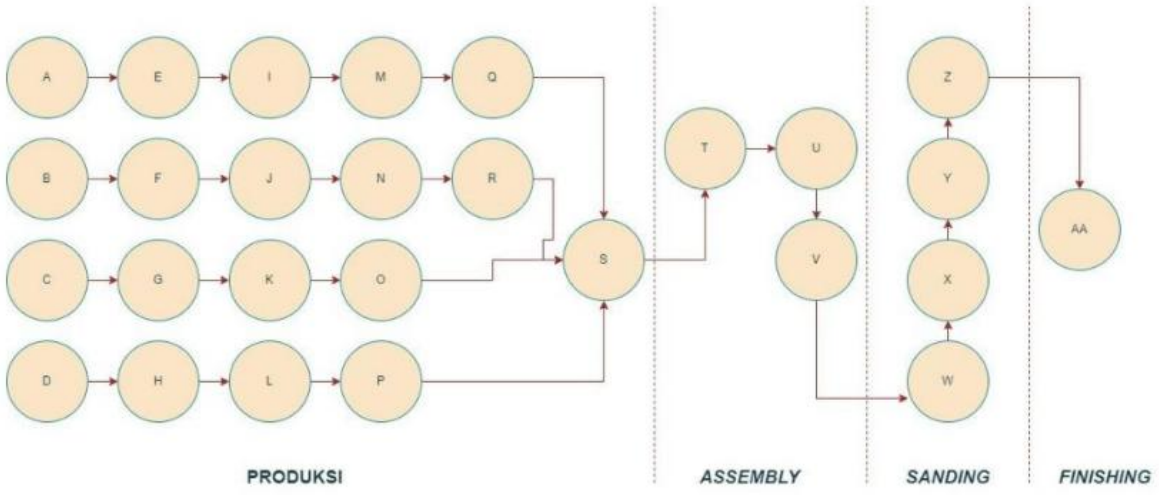
Tabel 1. Elemen Kerja

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Kegiatan	Mesin dan Alat	Jumlah Mesin
Produksi	A	Pengemalan dudukan depan dan belakang	*Plywood* dan *pen*	1
	B	Pengemalan kaki depan, belakang, kanan, kiri	*Plywood* dan *pen*	1
	C	Pengemalan *stretcher* depan, belakang, kanan, kiri	*Plywood* dan *pen*	1
	D	Pengemalan *aprount* depan dan belakang	*Plywood* dan *pen*	1
	E	Memotong dudukan depan, belakang	Mesin *band saw*	1
	F	Memotong kaki depan, belakang, kanan, kiri	Mesin *band saw*	1
	G	Memotong *stretcher* depan, belakang, kanan, kiri	Mesin *band saw*	1
	H	Membuat lubang purus *aprount*	Mesin *mortis*	1
	I	Memotong *finish* dudukan depan belakang	Mesin *spindle*	1
	J	Memotong *finish* kaki depan, belakang, kanan, kiri	Mesin *spindle*	1
	K	Memotong *finish stretcher* depan, belakang, kanan, kiri	Mesin *spindle*	1
	L	Memotong *finish aprount* depan dan belakang	Mesin *spindle*	1
	M	Membuat purus dudukan depan belakang	Mesin *tenon*	1
	N	Membuat purus kaki depan, belakang, kanan, kiri	Mesin *tenon*	1
	O	Membuat purus *stretcher* depan, belakang, kanan, kiri	Mesin *tenon*	1
	P	Membuat alur untuk jok	Mesin *router*	1
	Q	Menghaluskan susukan depan belakang	Mesin *obrass*	1
	R	Membuat lubang purus kaki depan, belakang, kanan, kiri	Mesin *mortis*	1
	S	Menghaluskan kaki samping, *stretcher* samping, *aprount* samping	Mesin *obrass*	1
Assembly	T	Merakit komponen bagian samping	Klem, palu, lem	1
	U	Membuat *radius* pada komponen antara kaki depan dan *aprount*	Mesin spindel pisau R	1
	V	Merakit semua komponen	Klem, palu, lem	1
Sanding	W	Pengamplasan mentah 80	Amplas 80	4
	X	Pengamplasan kasar 120	Amplas 120	4
	Y	Pengamplasan 180	Amplas 180	4
	Z	Pengamplasan halus 240	Amplas 240	4
Finishing	AA	*Finishing*	*Spray gun*	1

Tabel 2. Nilai Waktu Elemen Kerja

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku
Produksi	A	0,24	0,26	0,32
	B	0,58	0,63	0,75
	C	0,46	0,50	0,59
	D	0,24	0,26	0,32
	E	1,41	1,70	2,18
	F	1,90	2,26	2,90
	G	1,27	1,53	1,94
	H	0,47	0,60	0,77
	I	0,54	0,67	0,89
	J	0,54	0,67	0,88
	K	0,41	0,52	0,68
	L	0,48	0,63	0,79
	M	0,44	0,57	0,74
	N	0,48	0,63	0,79
	O	0,55	0,70	0,90
	P	0,64	0,84	1,09
	Q	0,34	0,39	0,52
	R	0,69	0,90	1,13
	S	0,42	0,50	0,65
Assembly	T	5,24	6,96	9,02
	U	0,39	0,50	0,64
	V	4,25	5,65	7,31
Sanding	W	12,	16,02	20,99
	X	11,96	15,91	20,84
	Y	12,14	16,15	21,15
	Z	11,81	15,71	20,57
Finishing	AA	13,11	17,02	22,46

Precedence Diagram



Gambar 1. *Precedence Diagram*

Pada Gambar 1 terlihat urut-urutan setiap elemen kerja sehingga dapat diketahui elemen mana yang tidak boleh mendahului elemen lain.

Perhitungan Performansi Kerja sebelum Perbaikan

Efisiensi lini *(Line Efficiency)*

$$Line\ Efficiency = \frac{138{,}73}{4 \times 83{,}56} \times 100\%$$

$$Line\ Efficiency = 42{,}50\ \%$$

Efisiensi lintasan menunjukan angka 42,50%. Nilai efisiensi yang jauh dari 100% mengindikasikan masih besarnya waktu menganggur dan ketidakseimbangan beban antar stasiun, sehingga perlu dilakukan evaluasi dan perbaikan susunan lintasan kerja (Kartika *et al*., 2023).

Keseimbangan Waktu Menganggur *(Balance Delay)*

$$Balance\ Delay\ = \frac{(4 \times 83{,}56) - 138{,}73}{4 \times 83{,}56} \times 100\%$$

$$Balance\ Delay\ = 58{,}49\%$$

Balance delay mengukur persentase waktu menganggur akibat ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun. Semakin rendah nilai *balance delay*, semakin kecil ketidakseimbangan beban kerja dan semakin baik kualitas penyeimbangan lini produksi (Abdul Halim *et al*., 2025).

Waktu Menunggu *(Idle Time)*

$$Idle\ Time\ = 4 \times 83{,}56 - 138{,}73$$

$$Idle\ Time = 195{,}51\ \text{menit}$$

Jumlah waktu menganggur pada seluruh stasiun kerja tercatat sebesar 195,51 menit. Nilai *idle time* tersebut tergolong besar dan menunjukkan adanya ketidakseimbangan beban kerja, sehingga perlu diminimalkan melalui upaya perbaikan *line balancing* agar efisiensi lini meningkat (Bagshaw, 2020).

Takt Time

$$Takt\ Time = \frac{420\ \text{menit}}{7\ \text{unit}} = 60\ \text{menit/unit}$$

Jumlah *takt time* pada produksi di Perusahaan Furnitur adalah 60 menit/unit maka produksi tiap unit tidak boleh lebih dari 60 menit.

***Ranked Positional Weight* (RPW)**

Proses pengelompokan beberapa elemen kerja ke dalam stasiun kerja dilakukan dengan memperhatikan dua hal, yaitu *precedence constraint* dan *takt time* usulan yang ditetapkan sebesar 42 menit per unit. Hal ini berarti bahwa pengelompokan kerja tidak boleh mendahului atau melampaui proses yang lebih awal, dan juga tidak boleh melebihi 42 menit. Berdasarkan pada Gambar 1, dapat dihitung nilai bobot setiap elemen kerja sehingga didapatkan nilai posisi bobot seperti terlihat pada Tabel 3 dan telah diurutkan dari posisi bobot terbesar.

$$Takt\ Time\ \text{usulan} = \frac{420\ \text{menit}}{10\ \text{unit}} = 42\ \text{menit/unit}$$

Tabel 3. Pengelompokan Elemen Kerja dengan RPW

Stasiun	Elemen Kerja	Waktu Baku	Posisi Bobot	Waktu Total	*Takt Time*
1	B	0,75	130,10	35,81	42 menit
	F	2,90	129,35		
	A	0,32	128,28		
	E	2,18	127,97		
	C	0,59	127,76		
	G	1,94	127,17		
	J	0,88	126,45		
	D	0,32	125,97		
	I	0,89	125,79		
	H	0,77	125,65		
	N	0,79	125,57		
	K	0,68	125,23		
	L	0,79	124,88		
	M	0,74	124,90		
	R	1,13	124,78		
	O	0,90	124,55		
	Q	0,52	124,16		
	P	1,09	124,08		
	S	0,65	123,64		
	T	9,02	122,99		
	U	0,64	113,98		
	V	7,31	113,33		
2	W	20,99	106,02	41,83	42
	X	20,84	85,03		
3	Y	21,15	64,19	41,73	42
	Z	20,57	43,04		
4	AA	22,46	22,46	22,46	42

Perhitungan Performansi Kerja setelah Perbaikan

Efisiensi lini *(Line Efficiency)*

$$Line\ Efficiency = \frac{138{,}73}{4 \times 41{,}83} \times 100\%$$

$$Line\ Efficiency = 82{,}91\ \%$$

Efisiensi lintasan yang diperoleh sebesar 82,91% menunjukkan bahwa lintasan produksi telah berada pada kondisi yang cukup seimbang, dengan proporsi waktu kerja produktif yang tinggi dan *idle time* yang relatif kecil. Temuan ini konsisten dengan berbagai studi *line balancing* yang melaporkan bahwa penerapan metode penyeimbangan mampu meningkatkan efisiensi lintasan ke kisaran di atas 80%, yang dikategorikan sebagai kinerja lini yang baik karena pemanfaatan sumber daya menjadi lebih optimal (Kartika *et al*., 2023; Shettigar *et al*., 2019; Vishwakarma & Singh Baghel, 2018).

Keseimbangan Waktu Menganggur *(Balance Delay)*

$$Balance\ Delay\ = \frac{(4 \times 41{,}83) - 138{,}73}{4 \times 41{,}83} \times 100\%$$

$$Balance\ Delay\ = 17{,}08\%$$

Balance delay yang diperoleh sebesar 17,08% mengindikasikan bahwa total waktu menganggur di lintasan relatif kecil dibandingkan total waktu yang tersedia, sehingga ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja sudah cukup rendah. Nilai ini sejalan

dengan berbagai penelitian *line balancing* terindeks besar yang menunjukkan bahwa penurunan *balance delay* ke kisaran belasan persen disertai kenaikan efisiensi lintasan mencerminkan distribusi beban kerja yang lebih merata dan kinerja lini produksi yang baik (Abdul Halim *et al*., 2025; Bongomin *et al*., 2020).

Waktu Menunggu *(Idle Time)*

$$Idle\ Time\ = 4 \times 41{,}83 - 138{,}73$$

$$Idle\ Time = 28{,}59 \text{ menit}$$

Idle time yang tersisa sebesar 28,59 menit pada seluruh stasiun kerja menunjukkan bahwa sebagian besar waktu kerja sudah termanfaatkan untuk aktivitas produktif, dan ketidakseimbangan lintasan relatif kecil dibandingkan pola awal. Nilai ini sejalan dengan temuan di berbagai jurnal yang menunjukkan bahwa pengurangan *idle time* umumnya bersamaan dengan peningkatan efisiensi lintasan dan penurunan *balance delay*, sehingga kinerja lini dapat dikatakan baik (Can & Öner, 2021; Kartika *et al*., 2023).

PENUTUP

Penelitian di Perusahaan Furnitur menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penyeimbangan lini produksi dalam mengurangi waktu menganggur (*idle time*). Sebelum penerapan RPW, efisiensi produksi hanya 42,50% dengan *idle time* total 195,51 menit. Setelah penyeimbangan, efisiensi meningkat menjadi 82,91% dan *idle time* berkurang menjadi 28,59 menit. Penerapan metode ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan beban kerja dan meningkatkan produktivitas. Hasil penelitian ini dapat direkomendasikan untuk meningkatkan daya saing perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Halim, Md Arshadul Islam, & Md Sazol Ahmmed. (2025). Optimizing Denim Jacket Assembly: Comparative Analysis of Line Balancing Techniques for Efficiency Improvement. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *25*(2), 1664–1680. https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.2.0559

Arifin, D. S. F., & Saifuddin, J. A. (2025). Implementation of Line Balancing to Increase the Productivity of the Box Aspect Production Process. *Journal La Multiapp*, *6*(3), 677–688. https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v6i3.2003

Azizi, A. (2015). Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance. *Procedia Manufacturing*, *2*, 186–190. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.032

Bagshaw, K. B. (2020). Work Line Balancing and Production Efficiency of Manufacturing Firms in Rivers State, Nigeria. *American Journal of Industrial and Business Management*, *10*(01), 45–60. https://doi.org/10.4236/ajibm.2020.101004

Bongomin, O., Mwasiagi, J. I., Nganyi, E. O., & Nibikora, I. (2020). Improvement of Garment Assembly Line Efficiency Using Line Balancing Technique. *Engineering Reports*, *2*(4). https://doi.org/10.1002/eng2.12157

Can, E., & Öner, A. (2021). Analysis and Balancing of Assembly Line in a Machine Molding Factory. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, *5*(1), 87–96. https://doi.org/10.35860/iarej.772678

Esmaeilian, B., Behdad, S., & Wang, B. (2016). The Evolution and Future of Manufacturing: A Review. In *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 39, pp. 79–100). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.03.001

Handoyo, S., Suharman, H., Ghani, E. K., & Soedarsono, S. (2023). A Business Strategy, Operational Efficiency, Ownership Structure, and Manufacturing Performance: The Moderating Role of Market Uncertainty and Competition Intensity and its Implication on Open Innovation. In *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* (Vol. 9, Issue 2). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100039

Helal, M., Nag, K., & Ozdemir, R. (2024). On The Assembly Line Balancing Problem: A Simplified Perspective with The Precedence Matrix. In *Journal of Applied Engineering and Technological Science* (Vol. 6, Issue 1).

Kartika, H., Beatrix, M. E., & Bakti, C. S. (2023). Analysis of Line Balancing to Increase Production Line Efficiency in the Car Battery Industry. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *4*(3), 569. https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i3.21786

Parulian Purba, L., Bellanov, A., Mei, L., & Wulandari, C. (2024). *Analysis of the Application of Line Balancing the Ranked Position Weighted Method in the ROBOCHOP-β Production Process*. INTCONSDS & PJUTS, 1(1), 50-57.

Polewangi, Y. D., Sutrisno, S., & Fitri, A. R. (2023). The Analysis of Production Line Balance Using the Moodie Young Method at X Inc. *International Journal of Research and Review*, *10*(2), 909–915. https://doi.org/10.52403/ijrr.202302108

Poncotoyo, W., Mardhian, iSesaria, Puspita, R., Zain, M. F., Sholihah, S. A., Ferdiansyah, A., & Ayutia, Y. (2022). Penerapan Metode Line Balancing dengan Pendekatan Ranked Position Weight, Regional Approach, dan Largest Candidate Rules. *Jurnal Sistem Transportasi & Logistik*, *2*.

Pulansari, F., Sulaiman, Y. A., & Restu. (2020). Line Balancing Techniques for Efficiency Improvement in Construction Steel Company. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 221-225. https://doi.org/10.11594/nstp.2020.0535

Risqi Ansyah, A., & Agustina Kurniawati, D. (2023). Line Balancing Analysis Using Ranked Positional Weight (RPW) Method in The Part S Seal Packing Production Process. In *Proceedings of the National Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, and Creative Media* (Vol. 3, No. 1, pp. 606-614).

Septiadi, A., Dwi Satya, R. R., & Wiratmani, E. (2023). Line Balancing Analysis to Optimize Production line of Bushing Rubber Using Theory of Constraints and Heuristics Method with Promodel Simulation at PT. Madya Putera Tehnik. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, *25*(1), 97–111. https://doi.org/10.32734/jsti.v25i1.9519

Shettigar, A. C., Hamritha, S., & Balakrishna, A. (2019). Efficiency Improvement in The Assembly Line with The Application of Assembly Line Balancing Method. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, *8*(2 Special Issue 3), 848–853. https://doi.org/10.35940/ijrte.B1159.0782S319

Siagian, W. H. R., Sulistyo, A. B., & Juniarti, A. D. (2024). Line Balancing Pada Produksi Kabel Serat Optik dengan Metode Ranked Positional Weight. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, *9*(2), 144. https://doi.org/10.36722/sst.v9i2.2319

Soliman, M. (2020). *Takt Time, Cycle Time, One-Piece Flow and Hejunka This Report is a Part of the Published Book "Takt Time: A Guide to the Very Basic Lean Calculation".* The American University in Cairo

Sridhar, S., & Anandaraj, B. (2017). Balancing of Production Line in a Bearing Industry to improve Productivity. *The Hilltop Review*, *9*(2).

Sugiharti, L., Purwono, R., Primanthi, M. R., Angel, M., & Padilla, E. (2017). Social Sciences & Humanities Indonesian Productivity Growth: Evidence from the Manufacturing Sector in Indonesia. *Pertanika J. Soc. Sci. & Hum*, *25*, 29–44.

Tayal, A., Kalsi, N. S., Gupta, M. K., Pimenov, D. Y., Sarikaya, M., & Pruncu, C. I. (2021). Effectiveness Improvement in Manufacturing Industry; Trilogy Study and Open Innovation Dynamics. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *7*(1), 1–21. https://doi.org/10.3390/joitmc7010007

Vishwakarma, S., & Singh Baghel, S. (2018). Balancing of The Production Line in a Manufacturing Industry to Improve Productivity. In *International Journal of Advance Research*. www.IJARIIT.com

Wulandari, A., Spalanzani, W., & Hamdani, H. (2024). Analysis of The Ranked Positional Weight and Killbridge Wester Method on The Balance of The Coil Wire Rod Production Process Traffic at PT XYZ. *Prosiding Semnastek FT-UBJ*, *1 (1)*.

Zahraee, S. M., Tolooie, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020). Lean Manufacturing Analysis of a Heater Industry Based on Value Stream Mapping and Computer Simulation. *Procedia Manufacturing*, *51*, 1379–1386. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.192

Zhang, W., Hou, L., & Jiao, R. J. (2021). Dynamic Takt Time Decisions for Paced Assembly Lines Balancing and Sequencing Considering Highly Mixed-Model Production: An Improved Artificial Bee Colony Optimization Approach. *Computers and Industrial Engineering*, *161*. https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107616