

Implementation of Line Balancing to Increase Production Line Efficiency at PT. XYZ Using the Ranked Positional Weight Method

Penerapan Line Balancing Untuk Meningkatkan Efisiensi Lini Produksi di PT. XYZ Menggunakan Metode Ranked Positional Weight

Diska Widyo Pratama¹, Inggit Marodiyah²
{diskawp@gmail.com¹, inggit@umsida.ac.id²}

^{1,2} Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstrak

PT XYZ menghadapi kendala serius berupa penyebaran beban operasional yang tidak merata di 40 stasiun kerja perakitan *upper* sepatu. Kondisi ini memicu munculnya penumpukan material (*bottleneck*) serta lonjakan waktu menganggur (*idle time*), yang berujung pada merosotnya produktivitas sistem manufaktur secara keseluruhan. Persoalan tersebut menuntut penanganan cepat lantaran berpotensi merusak ritme aliran produk, menggerus *output* kerja, dan menghambat pencapaian target pemenuhan volume produk korporasi. Tujuan utama riset ini adalah mengevaluasi kinerja efisiensi lintas produksi melalui implementasi strategi *Ranked Positional Weight* (RPW). Penelitian kuantitatif ini menghimpun data primer melalui pengamatan langsung di lapangan, diskusi mendalam dengan praktisi, analisis berkas internal perusahaan, serta pencatatan durasi siklus kerja memakai *stopwatch time study*. Proses pengolahan data mencakup estimasi durasi normal, perhitungan waktu standar baku, pemetaan diagram pendahulu (*precedence diagram*), serta eksekusi skema RPW untuk merancang kembali pembagian stasiun kerja. Hasil analisis membuktikan penurunan kuantitas ruang kerja dari 40 menjadi 32 unit, disertai lonjakan efisiensi lintasan (*line efficiency*) dari semula 36% menjadi 80%, serta reduksi *balance delay* dari 64% menuju angka 20%. Kesimpulan ini menegaskan keandalan metodologi RPW dalam menyelaraskan beban tugas antar stasiun, menekan sisa waktu kosong, sekaligus mengoptimalkan kelancaran sirkulasi material pada lini pembuatan *upper* sepatu di PT XYZ.

Kata Kunci : *Line Balancing, Ranked Positional Weight, Efisiensi Lini Produksi, Idle Time, Balance Delay.*

Abstract

PT XYZ encounters a severe challenge regarding uneven operational workload distribution across 40 workstations within its shoe upper assembly line. This imbalance triggers material accumulation (*bottlenecks*) and excessive idle time, significantly undermining the overall manufacturing line efficiency. Addressing this issue is critical, as it continuously disrupts production flows, deflates labor productivity, and impedes the organization from satisfying its strategic output obligations. This investigation intends to appraise the output metrics of the manufacturing line by deploying the *Ranked Positional Weight* (RPW) approach. Adopting a quantitative framework, empirical data were gathered via systematic direct observations, field interviews, administrative documents, and duration monitoring utilizing a *stopwatch time study*. The analysis sequence incorporates normal time validation, standard time formulation, *precedence diagram* construction, and the operationalization of the RPW technique to reconfigure work cell allocation. The analytical results verify that the total workstation count dropped from 40 to 32 units, alongside an expansion in line efficiency from 36% to 80%, and a *balance delay* contraction from 64% down to 20%. These outcomes confirm that the RPW method successfully balance workloads across stations, minimizes inactive periods, and enhances structural manufacturing flows inside the shoe upper production division at PT XYZ.

Keyword : *Line Balancing, Ranked Positional Weight, Production Line Efficiency, Idle Time, Balance Delay.*

I. PENDAHULUAN

Aktivitas manufaktur pada PT XYZ kerap terhambat oleh masalah ketidakseimbangan alokasi beban tugas di sepanjang 40 stasiun kerja yang ada. Dampaknya terlihat nyata pada sebagian area kerja yang mencatatkan waktu menganggur (*idle time*) yang sangat tinggi, sedangkan area kerja lainnya justru kewalahan menghadapi penumpukan komponen produk yang menghambat kelancaran sirkulasi material. Kondisi pincang seperti ini mereduksi performa efisiensi lintasan secara masif, menyulitkan pemenuhan volume *output* target harian, serta memperbesar peluang terjadinya keterlambatan penyelesaian pesanan konsumen. Untuk meminimalisasi ketidakseimbangan pada lintasan produksi tersebut, rekayasa penyeimbangan lini menggunakan pendekatan *Ranked Positional Weight* (RPW) dapat dijadikan jalan keluar terbaik. Konsep penyeimbangan lini atau *line balancing* pada dasarnya merupakan integrasi dari beberapa stasiun kerja berurutan yang difungsikan untuk merakit komponen produk secara kontinu. Lintasan perakitan ini biasanya terbagi menjadi beberapa kompartemen kerja atau stasiun kerja yang diawasi oleh operator

tunggal maupun kelompok dengan bantuan beragam fasilitas peralatan penunjang kerja [1]. Upaya menyeimbangkan lini perakitan memegang peranan krusial dalam operasional lantai produksi, sebab sistem kerja yang harmonis akan mendorong efisiensi pemanfaatan sumber daya internal sekaligus memangkas waktu sia-sia [2]. Salah satu langkah strategis untuk mewujudkan target tersebut adalah merestrukturisasi operasional pabrikasi melalui eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah atau pemborosan (*waste*) yang tidak diperlukan [3].

Kendala mendasar yang kerap mendominasi lini manufaktur ini berpusat pada tidak meratanya pembagian durasi kerja pada masing-masing stasiun perakitan [4]. Pembagian garis produksi ini secara umum dipisahkan ke dalam beberapa kompartemen zona kerja yang dinamakan tempat kerja, di mana operasionalnya dipegang oleh satu atau lebih tenaga kerja dengan memanfaatkan berbagai jenis instrumen mekanis [5]. Adanya jurang pemisah muatan kerja pada aktivitas perakitan ditandai oleh stasiun kerja yang pasif di satu sisi, sementara di sisi lain terdapat stasiun kerja yang beroperasi melampaui kapasitas normalnya. Fenomena ketimpangan ini memicu terjadinya *bottleneck* atau kemacetan aliran material di titik-titik tertentu [6]. Jika dibiarkan tanpa penanganan, situasi ini akan menjelma menjadi ancaman serius bagi kelangsungan usaha serta *profitabilitas korporasi*. Oleh sebab itu, pelaku industri wajib menetapkan teknik rekayasa yang tepat agar mampu mempertahankan daya saing di pasar global. Dalam lanskap dunia usaha, setiap aktivitas operasional pabrik pada prinsipnya berorientasi untuk melahirkan nilai tambah ekonomis pada suatu produk [7]. Guna menyelesaikan hambatan penyeimbangan beban lini ini, penggunaan metode *heuristik* sangat disarankan. Istilah *heuristik* berakar dari diksi Yunani yang bermakna "menemukan", di mana esensi utama dari kerangka berpikir ini berfokus pada penerapan prosedur praktis yang efektif dalam memperkecil kompleksitas masalah produksi. Salah satu varian *heuristik* yang sangat populer dan banyak diaplikasikan adalah teknik *Ranked Positional Weight* (RPW) [8].

Melalui landasan teoritis tersebut, manajemen dapat menyelaraskan kembali lini manufaktur lewat aplikasi rekayasa *line balancing* agar pembagian muatan tugas di 40 stasiun kerja menjadi lebih merata. Langkah ini efektif mengurangi potensi hambatan aliran material (*bottleneck*), menekan akumulasi waktu kosong (*idle time*), serta memacu efisiensi serta produktivitas manufaktur secara menyeluruh [9]. Kendati demikian, efektivitas eksekusi *line balancing* sangat dipengaruhi oleh variabel pendukung lain, seperti kultur kerja personal, dedikasi jajaran manajemen, serta kompetensi teknis sumber daya manusia dalam mengoperasikan lini produksi. Banyak pembuktian empiris memperlihatkan bahwa tingkat kepatuhan dan integritas karyawan menjadi pilar utama penentu kesuksesan implementasi penyeimbangan lintasan. Partisipasi aktif dari tenaga kerja di lapangan terbukti mampu mempermudah pembagian beban kerja yang adil, melancarkan transisi material antar departemen, serta mengeliminasi gangguan teknis di tiap stasiun kerja [10]. Oleh karena itu, *penelitian* ini difokuskan untuk menyelaraskan lini produksi melalui adopsi prinsip *line balancing* dengan mengandalkan akurasi perhitungan Metode *Ranked Positional Weight* (RPW).

II. METODE

2.1 Waktu dan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan sepanjang 1 bulan penuh pada periode tahun 2026. Lokasi pengamatan dipusatkan di fasilitas manufaktur PT. XYZ yang beralamat di Jl. Raya Pabean No. 109, Warurejo, Kejapanan, Kec. Gempol, Pasuruan, Jawa Timur.

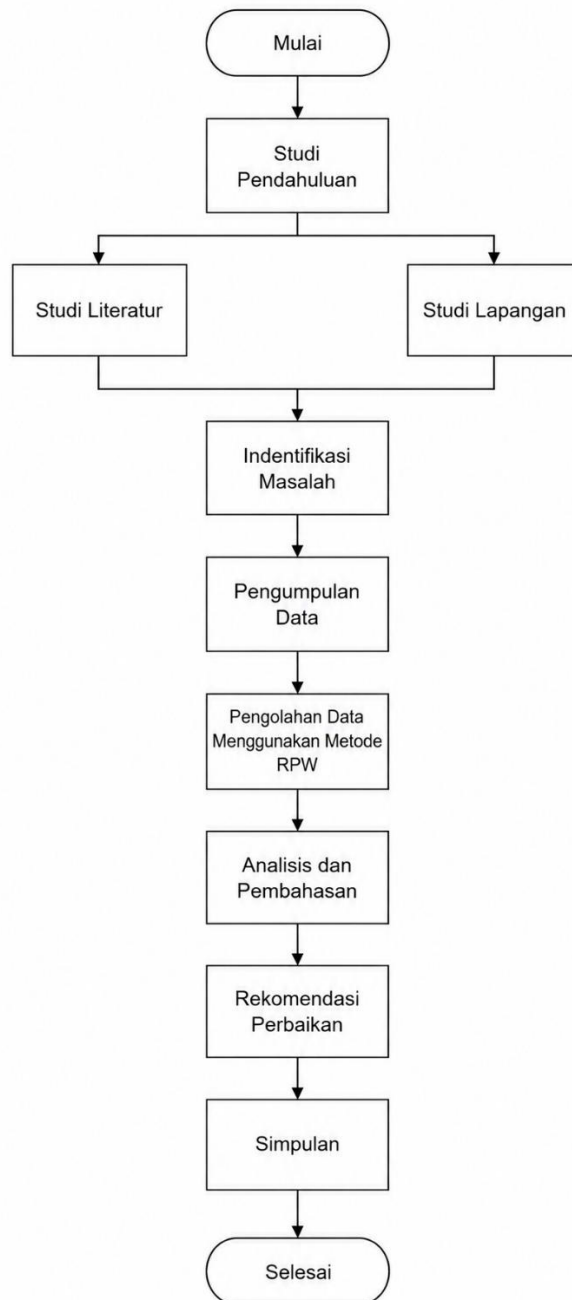
2.2 Metode yang Digunakan

Metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dikategorikan sebagai salah satu algoritma *heuristik* dalam penyeimbangan lintasan produksi yang menitikberatkan pada pembobotan stasiun elemen kerja. Langkah pembobotan ini mengintegrasikan variabel durasi proses serta keterkaitan *sekuensial* antar-elemen tugas yang saling mendahului [11]. Secara teknis, terdapat lima tahapan utama dalam mengoperasikan skema RPW, yaitu memetakan matriks ketergantungan operasi pendahulu, mengalkulasi bobot stasiun pada tiap komponen aktivitas, merangkum total nilai bobot stasiun, mendistribusikan beban operasi ke dalam rancangan stasiun kerja baru, dan memvisualisasikan *precedence* diagram berdasarkan hasil rekayasa ulang tersebut [12].

Penggunaan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) bertindak sebagai instrumen *problem-solving* yang andal untuk mengurai kerumitan variasi beban lintasan sekaligus memunculkan solusi optimal secara cepat. Hal ini ditempuh melalui estimasi jumlah kebutuhan stasiun kerja minimal, memetakan setiap tugas (*task*) ke dalam kompartemen kerja, serta menyematkan nilai bobot stasiun pada masing-masing area [4]. Langkah awal riset ini diawali dengan *penelitian* pengukuran kerja untuk memvalidasi alokasi waktu nyata yang dihabiskan operator dalam menuntaskan setiap elemen kerja di dalam sistem perakitan. Pencatatan waktu memanfaatkan instrumen *stopwatch time study* melalui observasi yang dilakukan berulang kali dalam beberapa siklus guna menjamin keaslian dan keterwakilan data. Seluruh data kronologis tersebut wajib melewati pengujian aspek keseragaman serta kecukupan data sebelum diolah dalam formula durasi normal dan durasi baku, sehingga hasil akhir merepresentasikan realitas di lantai pabrik. Konversi menjadi waktu normal diperoleh dengan mengalikan waktu rata-rata pengamatan dengan faktor penyesuaian performa (*performance rating*). Penilaian performa operator ini mengacu pada empat indikator

utama, yaitu tingkat keterampilan (*skill*), kesungguhan kerja (*effort*), kondisi lingkungan kerja (*working condition*), dan konsistensi kerja (*consistency*). Selanjutnya, kalkulasi waktu baku diselesaikan dengan membubuhkan nilai kelonggaran (*allowance*) ke dalam waktu normal yang telah didapatkan. Aspek kelonggaran ini mewakili toleransi atas keperluan personal pekerja, faktor kelelahan fisik (*fatigue*), serta hambatan eksternal yang tidak dapat dihindari di tengah proses pabrikasi. Nilai durasi baku inilah yang dijadikan fondasi dasar untuk mengukur waktu siklus sekaligus mengeksekusi penyeimbangan lintasan perakitan. Alur kerja penelitian secara komprehensif dipaparkan melalui Gambar 2.1, yang memperlihatkan *sekuens* riset mulai dari perekaman durasi kerja, formulasi waktu normal dan baku, pembentukan peta ketergantungan, penentuan bobot stasiun, pengelompokan elemen tugas ke stasiun kerja baru, hingga review menyeluruh atas efisiensi lini pasca-penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) [13].

2.3 Desain Penelitian



Gambar 2.1 Flowchart Penelitian.

Bagan di atas mengilustrasikan urutan operasional penelitian yang dieksekusi secara terstruktur, terhitung dari fase inisiasi hingga perumusan konklusi akhir. Masing-masing tahapan berinteraksi secara sinergis demi menjamin tercapainya sasaran riset secara akurat. Berikut merupakan rincian langkah pelaksanaan *penelitiannya*:

2.4 Studi Pendahuluan

Peneliti melaksanakan observasi awal terhadap ekosistem manufaktur perusahaan untuk memetakan alur kerja pabrikasi sekaligus memvalidasi anomali hambatan yang terjadi pada lini perakitan.

2.5 Studi Literatur

Peneliti mengeksplorasi beraneka ragam referensi ilmiah, termasuk buku teks, artikel jurnal bereputasi, laporan tesis, serta publikasi terdahulu yang mengkaji teori keseimbangan lintasan, teknik *Rank Positional Weight* (RPW), kalkulasi waktu standar, efisiensi operasional lintas, *balance delay* sebagai pilar acuan teoritis.

2.6 Studi Lapangan

Peneliti terjun langsung ke lokasi produksi untuk menangkap realitas objektif mengenai mekanisme manufaktur, diagram alir proses, serta aktivitas riil di setiap stasiun kerja.

2.7 Identifikasi Masalah

Berdasarkan kompilasi *penelitian* teori dan temuan riil di lapangan, peneliti merumuskan akar permasalahan utama, yakni tingginya disparitas muatan tugas antar stasiun perakitan yang memicu penumpukan barang setengah jadi (*bottleneck*), besarnya persentase waktu menganggur, dan rendahnya efisiensi lintasan produksi.

2.8 Pengumpulan Data

Pada fase ini, kompilasi data yang relevan dikumpulkan secara detail, mencakup peta *sekuensial* proses perakitan (*precedence diagram*), durasi siklus tiap komponen tugas, total stasiun kerja terpasang, ketersediaan waktu operasional bersih, serta dokumen penunjang produksi lainnya.

2.9 Pengolahan Data Menggunakan Metode *Rank Positional Weight* (RPW)

Data mentah yang telah terkumpul kemudian dikalkulasikan dengan algoritma RPW. *Sequence* pemrosesan ini melibatkan penyusunan matriks ketergantungan proses, penghitungan bobot stasiun (*stasiunitional weight*), pemeringkatan prioritas elemen tugas, rekonstruksi susunan stasiun kerja baru, hingga kalkulasi parameter performa berupa *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index*.

2.10 Analisis dan Pembahasan

Output pengolahan data dibedah secara mendalam untuk menilai komparasi tingkat keseimbangan lini perakitan pada fase pra-rekayasa dan pasca-rekayasa RPW. Analisis difokuskan pada fluktuasi jumlah stasiun kerja, pemerataan beban tugas, serta besaran peningkatan efisiensi operasional.

2.11 Rekomendasi Perbaikan

Merujuk pada konklusi hasil pembahasan, diajukan draf usulan perbaikan berupa restasiun elemen kerja yang lebih berimbang guna mengeliminasi *bottleneck*, menekan akumulasi *idle time*, serta mendongkrak efisiensi lintas produksi secara berkelanjutan.

2.12 Simpulan

Tahapan penutup ini menyajikan ringkasan intisari yang ditarik dari temuan empiris serta pembuktian atas tercapainya sasaran riset yang dicanangkan sejak awal.

Metode pengumpulan data dalam kajian ilmiah ini mengandalkan teknik observasi partisipatif serta wawancara langsung terstruktur di area kerja produksi PT XYZ. Langkah observasi ditujukan untuk menguraikan ragam elemen tugas, tata letak urutan stasiun perakitan, durasi operasional riil stasiun kerja, serta indikasi inefisiensi seperti hambatan penumpukan barang dan besarnya waktu pasif. Di samping itu, penguatan data sekunder didapatkan melalui penelusuran dokumen internal operasional korporasi seperti rekam jejak *output* harian dan *Standard Operating Procedure* (SOP) [14].

Proses rekayasa data dalam riset ini bertumpu pada perancangan ulang tata letak penyeimbangan lintasan menggunakan skema *Ranked Positional Weight* (RPW). Fase analisis diawali dengan membedah komponen pekerjaan pada lintasan pabrikasi lalu menetapkan durasi operasi standar untuk masing-masing elemen kerja. Berikutnya, dilakukan penghitungan waktu siklus (*cycle time*) guna menyesuaikan target kapasitas *output*, disusul estimasi bobot stasiun pada setiap aktivitas tugas. Melalui penerapan metode RPW, elemen-elemen pekerjaan dipetakan ke dalam formasi stasiun kerja baru dengan misi menyeimbangkan muatan kerja, menekan durasi menganggur (*idle time*), serta menyingkirkan penyumbatan material (*bottleneck*) [15]. Nilai bobot stasiun dari suatu komponen tugas dihitung dengan mengakumulasi durasi tugas bersangkutan dengan total durasi seluruh tugas yang berada di jalurnya, yang diformulasikan secara matematis melalui persamaan berikut [13]:

a. Bobot stasiun (*stasiunitional weight*)

$$PW_i = t_i + \sum t_j \dots \dots \dots (1)$$

Besaran bobot stasiun diraih dengan menjumlahkan durasi elemen tugas terkait dengan akumulasi waktu seluruh operasi kerja yang stasiunnya berada setelah elemen tersebut. Komponen tugas yang mencatatkan akumulasi bobot stasiun tertinggi memperoleh hak prioritas utama untuk didistribusikan ke dalam stasiun kerja terdekat.

b. Jumlah minimum stasiun kerja

$$K_{min} = \frac{\sum ti}{CT} \dots\dots\dots(2)$$

Formulasi ini diaplikasikan untuk mengestimasi batas minimum jumlah stasiun kerja yang secara teoritis wajib tersedia guna memenuhi kapasitas lini.

c. Waktu stasiun kerja

$$ST_k = \sum ti_k \dots\dots\dots(3)$$

Durasi stasiun kerja menggambarkan akumulasi waktu dari keseluruhan elemen tugas yang dialokasikan pada satu stasiun kerja, di mana nilainya tidak diperkenankan melampaui batas waktu siklus.

d. *Line efficiency*

$$LE = \frac{\sum ST_k}{K \times CT} \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

Indikator *line efficiency* merepresentasikan persentase optimasi waktu kerja pada lini perakitan pasca-penerapan tata letak baru berbasis skema RPW.

e. *Balance delay*

$$BD = 100 \% - LE \dots\dots\dots(5)$$

Indikator *balance delay* memperlihatkan persentase sisa waktu kosong atau menganggur yang masih tersisa di dalam lini perakitan tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Precende Diagram*

Penelitian ini dijalankan pada lintasan manufaktur PT. XYZ yang mengoperasikan total 40 stasiun kerja. Merujuk pada hasil observasi awal, ditemukan fenomena ketimpangan muatan kerja antar stasiun yang signifikan, dicirikan oleh tingginya waktu pasif di beberapa stasiun serta penumpukan barang setengah jadi di stasiun lainnya yang mengacaukan ritme aliran kerja. *Sequence* dari ketidakseimbangan ini berujung pada penurunan efisiensi lintasan secara drastis serta terhambatnya pemenuhan target *output*. Oleh karena itu, *precedence* diagram disusun untuk memetakan jalur ketergantungan kronologis serta tata urutan setiap elemen tugas sebagai pijakan utama analisis penyeimbangan lintasan. Data kompilasi hasil pengukuran durasi siklus untuk pabrikasi produk sepatu terdokumentasi dalam Tabel 3.1.

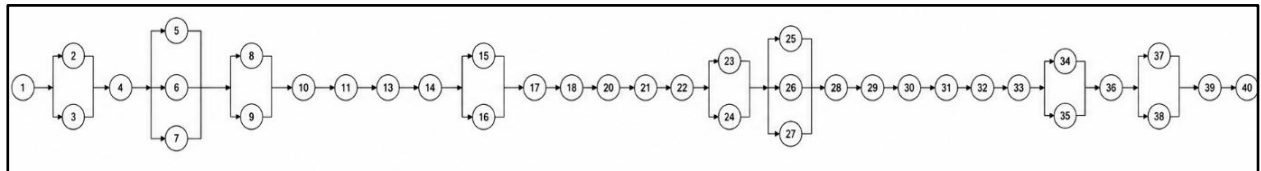
Tabel 3.1 Data Task Time

Stasiun Kerja	Uraian	Cycle Time Ke-			Rata-rata Cycle Time	Preceding Task
		1	2	3		
1	Lem Lining dan Eyestay	7,82	7,10	7,34	7,42	-
2	Tempel Eyestay	5,10	5,21	5,05	5,12	1
3	Tempel Out Colar	10,69	10,21	10,13	10,34	1
4	Lem Out Colar	2,14	2,23	2,00	2,12	3,4
5	Zigzag Vamp ke Quarter	9,38	1,67	8,58	6,54	4
6	Zigzag Belakang	7,98	8,06	7,79	7,94	4
7	Zigzag Toe Exts	12,16	12,29	10,18	11,54	4
8	Jahit Toecap	11,56	12,00	11,69	11,75	5,6,7
9	Jahit Eyestay	4,15	4,89	4,72	4,59	5,6,7
10	Tempel Back Counter	5,80	5,36	5,59	5,58	8,9
11	Lem Back Counter	3,82	3,95	2,82	3,53	10
12	Tempel Reinf ke Back Counter	4,30	3,95	4,11	4,12	11
13	Jahit Back Counter	3,00	2,98	2,45	2,81	12
14	Mal Vamp	5,54	8,88	7,21	7,21	13
15	Lem Quarter	1,35	1,62	1,27	1,41	14

Tabel 3.1 Data *Task Time* (Lanjutan...)

Stasiun Kerja	Uraian	Cycle Time Ke-			Rata-rata Cycle Time	Preceding Task
		1	2	3		
16	Tempel <i>Reinf Eyestay</i>	3,55	1,62	2,04	2,40	14
17	Lem <i>Eyestay</i>	1,54	2,91	1,27	1,91	15,16
18	Jahit Webbing	11,60	10,89	10,20	10,90	17
19	Lem <i>Reinf Back Tab</i>	9,48	9,25	11,42	10,05	18
20	Tempel <i>Reinf ke Back Tab</i>	10,90	10,75	9,58	10,41	19
21	Lem <i>Back Tab</i>	13,45	14,01	13,48	13,65	20
22	Tempel <i>Backing</i>	9,89	9,53	10,23	9,88	21
23	Jahit <i>Back Tab</i>	11,00	10,59	10,26	10,62	22
24	Jahit Colar	13,01	12,45	12,52	12,66	22
25	Lem Colar	9,68	10,21	11,03	10,31	23,24
26	Lem <i>Laceloop</i>	10,97	10,30	9,48	10,25	23,24
27	Lem Busa	13,01	12,64	9,56	11,74	23,24
28	Tempel <i>Laceloop dan Foam</i>	11,87	10,95	11,45	11,42	25,26,27
29	Balik Busa	9,99	8,49	9,91	9,46	28
30	Plong	11,36	11,12	11,05	11,18	29
31	Lem Toecap	12,77	11,56	13,54	12,62	30
32	Tempel Toecap	12,56	12,66	10,90	12,04	31
33	Jahit <i>Laceloop</i>	14,01	13,74	11,13	12,96	32
34	Pasang Label	12,36	12,00	10,47	11,61	33
35	Jahit Lingkar	13,75	13,89	11,94	13,19	33
36	Lem Lingkar	10,56	9,51	9,94	10,00	34,35
37	Jahit Tutup <i>Tongue</i>	10,78	10,25	10,36	10,46	36
38	Zigzag Colar	9,21	9,23	9,10	9,18	36
39	Trap	11,64	12,50	11,65	11,93	37,38
40	Balik dan Bentuk	9,63	10,11	10,30	10,01	39

Berdasarkan paparan data pada Tabel 3.1, mekanisme operasional pabrikasi mencakup 40 elemen tugas yang terangkai secara *sekuensial* dari urutan pertama hingga terakhir, di mana tiap bagian memiliki keterikatan mutlak dengan operasi pendahulunya. Durasi pemrosesan bergerak fluktuatif dari angka terkecil 1,41 detik hingga mencapai durasi terlama 13,65 detik, dengan akumulasi waktu penyelesaian total sebesar 352,89 detik. Konfigurasi *precedence diagram* disajikan secara visual pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Precedence Diagram*

Visualisasi Gambar 3.1 memperlihatkan bahwa kondisi awal lintas produksi di PT. XYZ murni menerapkan pembagian tugas konvensional bawaan korporasi, di mana masing-masing aktivitas kerja didistribusikan ke stasiun tertentu secara kaku. Kondisi ini berimplikasi pada ketimpangan bobot kerja antar stasiun yang belum merata, memicu lonjakan *idle time* di beberapa titik kerja, sedangkan titik kerja lainnya menderita kelebihan beban operasional. Ketidakseimbangan struktural inilah yang melandasi urgensi pelaksanaan rekonstruksi *line balancing* lewat skema *Ranked Positional Weight* (RPW) demi merancang tata letak stasiun kerja yang harmonis sekaligus mendongkrak efisiensi lintasan. Pemetaan *precedence diagram* ini menjadi pilar utama dalam analisis penyeimbangan karena setiap komponen aktivitas kerja wajib tunduk pada tata urutan pengerjaan yang sebenarnya di lantai pabrik.

3.2 Waktu Normal dan Waktu Baku

Analisis penyeimbangan lintasan sangat membutuhkan basis data waktu kerja yang valid sebagai instrumen. Dalam penelitian ini, pencatatan waktu siklus diperoleh melalui teknik pengukuran langsung pada setiap stasiun perakitan di lini manufaktur PT XYZ. Langkah berikutnya adalah menghitung waktu normal dengan melibatkan faktor penyesuaian (*performance rating*), sementara waktu baku dikalkulasi dengan membubuhkan angka kelonggaran (*allowance*) yang mengakomodasi kebutuhan personal, kelelahan fisik operator, beserta kendala tak terduga selama operasional pabrikasi. Rincian data waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku yang diaplikasikan dalam penelitian ini terangkum dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Waktu Siklus dan Waktu Baku

Stasiun Kerja	Uraian	Cycle Time Ke-			Allowance	Rata-rata Cycle Time	Waktu Baku	Efisien	Idle Time
		1	2	3					
1	Lem Lining dan Eyestay	7,82	7,10	7,34	0,08	5,59	6,03	41%	8,71
2	Tempel Eyestay	5,10	5,21	5,05	0,08	5,12	5,53	38%	9,21
3	Tempel Out Colar	10,69	10,21	10,13	0,08	10,34	11,17	76%	3,57
4	Lem Out Colar	2,14	2,23	2,00	0,08	2,12	2,29	16%	12,45
5	Zigzag Vamp ke Quarter	9,38	1,67	8,58	0,08	6,54	7,07	48%	7,67
6	Zigzag Belakang	7,98	8,06	7,79	0,08	7,94	8,58	58%	6,16
7	Zigzag Toe Exts	12,16	12,29	10,18	0,08	11,54	12,47	85%	2,27
8	Jahit Toecap	11,56	12,00	11,69	0,08	11,75	12,69	86%	2,05
9	Jahit Eyestay	4,15	4,89	4,72	0,08	4,59	4,95	34%	9,78
10	Tempel Back Counter	5,80	5,36	5,59	0,08	5,58	6,03	41%	8,71
11	Lem Back Counter	3,82	3,95	2,82	0,08	3,53	3,81	26%	10,93
12	Tempel Reinf ke Back Counter	4,30	3,95	4,11	0,08	4,12	4,45	30%	10,29
13	Jahit Back Counter	3,00	2,98	2,45	0,08	2,81	3,03	21%	11,70
14	Mal Vamp	5,54	8,88	7,21	0,08	7,21	7,79	53%	6,95
15	Lem Quarter	1,35	1,62	1,27	0,08	1,41	1,53	10%	13,21
16	Tempel Reinf Eyestay	3,55	1,62	2,04	0,08	2,40	2,60	18%	12,14
17	Lem Eyestay	1,54	2,91	1,27	0,08	1,91	2,06	14%	12,68
18	Jahit Webbing	11,60	10,89	10,20	0,08	10,90	11,77	80%	2,97
19	Lem Reinf Back Tab	9,48	9,25	11,42	0,08	10,05	10,85	74%	3,88
20	Tempel Reinf ke Back Tab	10,90	10,75	9,58	0,08	10,41	11,24	76%	3,50
21	Lem Back Tab	13,45	14,01	13,48	0,08	13,65	14,74	100 %	0,00
22	Tempel Backing	9,89	9,53	10,23	0,08	9,88	10,67	72%	4,06
23	Jahit Back Tab	11,00	10,59	10,26	0,08	10,62	11,47	78%	3,27
24	Jahit Colar	13,01	12,45	12,52	0,08	12,66	13,67	93%	1,07
25	Lem Colar	9,68	10,21	11,03	0,08	10,31	11,13	76%	3,61
26	Lem Laceloop	10,97	10,30	9,48	0,08	10,25	11,07	75%	3,67
27	Lem Busa	13,01	12,64	9,56	0,08	11,74	12,68	86%	2,06

Tabel 3.2 Waktu Siklus dan Waktu Baku

Stasiun Kerja	Uraian	Cycle Time Ke-			Allowance	Rata-rata Cycle Time	Waktu Baku	Efisien	Idle Time
		1	2	3					
28	Tempel <i>Laceloop</i> dan Foam	11,87	10,95	11,45	0,08	11,42	12,34	84%	2,40
29	Balik Busa	9,99	8,49	9,91	0,08	9,46	10,22	69%	4,52
30	Plong	11,36	11,12	11,05	0,08	11,18	12,07	82%	2,67
31	Lem Toecap	12,77	11,56	13,54	0,08	12,62	13,63	93%	1,11
32	Tempel Toecap	12,56	12,66	10,90	0,08	12,04	13,00	88%	1,74
33	Jahit <i>Laceloop</i>	14,01	13,74	11,13	0,08	12,96	14,00	95%	0,74
34	Pasang Label	12,36	12,00	10,47	0,08	11,61	12,54	85%	2,20
35	Jahit Lingkar	13,75	13,89	11,94	0,08	13,19	14,25	97%	0,49
36	Lem Lingkar	10,56	9,51	9,94	0,08	10,00	10,80	73%	3,93
37	Jahit Tutup <i>Tongue</i>	10,78	10,25	10,36	0,08	10,46	11,30	77%	3,44
38	Zigzag Colar	9,21	9,23	9,10	0,08	9,18	9,91	67%	4,82
39	Trap	11,64	12,50	11,65	0,08	11,93	12,88	87%	1,85
40	Balik dan Bentuk	9,63	10,11	10,30	0,08	10,01	10,81	73%	3,92

Hasil estimasi durasi waktu yang tertera pada Tabel 3.2 dimanfaatkan sebagai data kondisi awal lini produksi dalam tahapan formulasi keseimbangan lintasan. Akumulasi total waktu baku diraih melalui penjumlahan kumulatif dari seluruh durasi standar pada proses pembuatan *upper* sepatu, menghasilkan nilai total Waktu Baku = WB = 376,83 detik.

$$\sum \text{Waktu Baku} = \sum \text{WB} = 376,83$$

3.3 Kondisi Lini Awal

Sebelum mengeksekusi rekayasa perbaikan keseimbangan lintasan pada proses manufaktur di departemen operasional, terlebih dahulu dihitung nilai parameter *line efficiency*, *balance delay*, serta *smoothness index*. Rangkuman data evaluasi ini disajikan secara transparan dalam Tabel 3.3, yang bertujuan memotret performa awal efisiensi lintasan perakitan sebelum dilakukan tindakan optimasi sistem lebih lanjut.

Tabel 3.3 Kondisi Lini Awal

Stasiun Kerja	Uraian	Waktu Baku	Efisien	Idle Time
1	Lem <i>Lining</i> dan <i>Eyestay</i>	6,03	41%	8,71
2	Tempel <i>Eyestay</i>	5,53	38%	9,21
3	Tempel <i>Out Colar</i>	11,17	76%	3,57
4	Lem <i>Out Colar</i>	2,29	16%	12,45
5	Zigzag <i>Vamp</i> ke Quarter	7,07	48%	7,67
6	Zigzag Belakang	6,73	46%	8,01
7	Zigzag Toe Exts	12,47	85%	2,27
8	Jahit Toecap	12,69	86%	2,05
9	Jahit <i>Eyestay</i>	4,95	34%	9,78
10	Tempel <i>Back Counter</i>	6,03	41%	8,71
11	Lem <i>Back Counter</i>	3,81	26%	10,93
12	Tempel <i>Reinf</i> ke <i>Back Counter</i>	4,45	30%	10,29
13	Jahit <i>Back Counter</i>	3,03	21%	11,70
14	Mal <i>Vamp</i>	7,79	53%	6,95
15	Lem Quarter	1,53	10%	13,21

Tabel 3.3 Kondisi Lini Awal (Lanjutan...)

Stasiun Kerja	Uraian	Waktu Baku	Efisien	Idle Time
16	Tempel <i>Reinf Eyestay</i>	2,60	18%	12,14
17	Lem <i>Eyestay</i>	2,06	14%	12,68
18	Jahit Webbing	11,77	80%	2,97
19	Lem <i>Reinf Back Tab</i>	10,00	68%	4,74
20	Tempel <i>Reinf</i> ke <i>Back Tab</i>	11,24	76%	3,50
21	Lem <i>Back Tab</i>	14,74	100%	0,00
22	Tempel <i>Backing</i>	10,67	72%	4,06
23	Jahit <i>Back Tab</i>	11,47	78%	3,27
24	Jahit Colar	13,67	93%	1,07
25	Lem Colar	11,13	76%	3,61
26	Lem <i>Laceloop</i>	11,07	75%	3,67
27	Lem Busa	12,68	86%	2,06
28	Tempel <i>Laceloop</i> dan Foam	12,34	84%	2,40
29	Balik Busa	10,22	69%	4,52
30	Plong	12,07	82%	2,67
31	Lem Toecap	14,03	95%	0,71
32	Tempel Toecap	13,00	88%	1,74
33	Jahit <i>Laceloop</i>	14,00	95%	0,74
34	Pasang Label	12,54	85%	2,20
35	Jahit Lingkar	14,25	97%	0,49
36	Lem Lingkar	10,80	73%	3,93
37	Jahit Tutup <i>Tongue</i>	11,30	77%	3,44
38	Zigzag Colar	9,91	67%	4,82
39	Trap	12,88	87%	1,85
40	Balik dan Bentuk	10,81	73%	3,92

Parameter *performansi line* yang ditunjukkan pada Tabel 2 menggunakan perhitungan:

n = Jumlah stasiun kerja = 40 stasiun kerja

$CT = Wb \text{ maks} = 14,74 \text{ detik}$

$\sum Wbst = 376,83 \text{ detik}$

$\sum Idle \text{ Time} = 210,40 \text{ detik}$

Line Efficiency (LE):

$$LE = \frac{\sum Wbst \times 100 \%}{n \times CT} = \frac{376,83 \times 100 \%}{40 \times 14,74} = 36 \%$$

Balance delay (BD):

$$BD = 100 \% - LE = 100\% - 36\% = 64\%$$

Formulasi nilai parameter performa lintas produksi yang ditunjukkan oleh Tabel 3.3 bersandar pada indikator variabel berikut: n = Total stasiun kerja terpasang = 40 stasiun, $CT = Wb \text{ maksimum} = 14,74 \text{ detik}$, $\sum Wbst = 376,83 \text{ detik}$, dan $\sum Idle \text{ Time} = 210,40 \text{ detik}$. Melalui rumus matematika baku, diperoleh capaian *Line Efficiency* (LE) awal sebesar 36%, sedangkan persentase *Balance Delay* (BD) bertengger di angka 64%.

Merujuk pada konklusi perhitungan di Tabel 3.3, capaian efisiensi lintasan (*line efficiency*) yang hanya menyentuh 36% mengindikasikan bahwa optimalisasi durasi kerja pada fase awal berjalan sangat buruk akibat timpangnya pembagian muatan tugas. Fakta ini menjadi bukti autentik bahwa terdapat potensi kapasitas waktu operasional yang terbuang sia-sia.

Tingginya nilai *balance delay* yang menembus 64% menegaskan bahwa akumulasi waktu menganggur di dalam lini produksi masih mendominasi operasional harian. Inefisiensi ini muncul ke permukaan akibat pembagian beban tugas antar departemen stasiun yang tidak merata, memicu kondisi di mana sebagian stasiun kerja memiliki waktu luang berlebih, sementara stasiun kerja lainnya memikul beban kerja yang terlampaui padat. Oleh karena itu, tindakan rekayasa *line balancing* sangat mendesak dilakukan demi mendongkrak efisiensi lintas produksi serta meminimalkan waktu pasif melalui skema redistribusi beban tugas yang proporsional.

b. *Line Balancing* dengan Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

Operasionalisasi metode *Ranked Positional Weight* (RPW) diinisiasi dengan mengalkulasi nilai bobot stasiun pada setiap elemen tugas, yaitu integrasi durasi internal elemen kerja dengan akumulasi waktu seluruh operasi yang mengekor di belakangnya berdasarkan bagan *precedence* diagram. Selanjutnya, seluruh elemen tugas disusun secara berurutan mulai dari pemilik bobot stasiun terbesar hingga nilai terkecil. Aktivitas dengan bobot stasiun paling tinggi mendapat prioritas utama untuk didistribusikan ke dalam stasiun kerja agar pembagian beban kerja menjadi seimbang dan indeks efisiensi lintasan terkoreksi stasiun. Kompilasi urutan bobot stasiun tiap komponen tugas terdokumentasi dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Keseimbangan lini dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

IM	Uraian	Waktu Baku (Detik)	Σ WB	Efisien	Idle Time
21	Lem <i>Back Tab</i>	14,74	14,74	100%	0,00
35	Jahit Lingkar	14,25	14,25	97%	0,49
33	Jahit <i>Laceloop</i>	14,00	14,00	95%	0,74
17, 18	Lem <i>Eyestay</i> , Jahit Webbing	13,83	13,83	94%	0,91
24	Jahit Colar	13,67	13,67	93%	1,07
31	Lem Toecap	13,63	13,63	93%	1,11
32	Tempel Toecap	13,00	13,00	88%	1,74
39	Trap	12,88	12,88	87%	1,85
8	Jahit Toecap	12,69	12,69	86%	2,05
27	Lem Busa	12,68	12,68	86%	2,06
34	Pasang Label	12,54	12,54	85%	2,20
7	Zigzag Toe Exts	12,47	12,47	85%	2,27
28	Tempel <i>Laceloop</i> dan Foam	12,34	12,34	84%	2,40
30	Plong	12,07	12,07	82%	2,67
14, 15, 16	Mal <i>Vamp</i> , Lem Quarter, Tempel <i>Reinf Eyestay</i>	11,91	11,91	81%	2,83
1, 2	Lem <i>Lining</i> dan <i>Eyestay</i> , Tempel <i>Eyestay</i>	11,56	11,56	78%	3,18
23	Jahit <i>Back Tab</i>	11,47	11,47	78%	3,27
37	Jahit Tutup <i>Tongue</i>	11,30	11,30	77%	3,44
11, 12, 13	Lem <i>Back Counter</i> , Tempel <i>Reinf</i> ke <i>Back Counter</i> , Jahit <i>Back Counter</i>	11,30	11,30	77%	3,44
20	Tempel <i>Reinf</i> ke <i>Back Tab</i>	11,24	11,24	76%	3,50
3	Tempel <i>Out Colar</i>	11,17	11,17	76%	3,57
25	Lem Colar	11,13	11,13	76%	3,61
26	Lem <i>Laceloop</i>	11,07	11,07	75%	3,67
9, 10	Jahit <i>Eyestay</i> , Tempel <i>Back Counter</i>	10,98	10,98	75%	3,75
19	Lem <i>Reinf Back Tab</i>	10,85	10,85	74%	3,88
40	Balik dan Bentuk	10,81	10,81	73%	3,92

Tabel 3.4 Keseimbangan lini dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

IM	Uraian	Waktu Baku (Detik)	ΣWB	Efisien	Idle Time
36	Lem Lingkar	10,80	10,80	73%	3,93
22	Tempel <i>Backing</i>	10,67	10,67	72%	4,06
29	Balik Busa	10,22	10,22	69%	4,52
38	Zigzag Colar	9,91	9,91	67%	4,82
4, 5	Lem Out Colar, Zigzag Vamp ke Quarter	9,36	9,36	64%	5,38
6	Zigzag Belakang	8,58	8,58	58%	8,01

Berdasarkan analisis Tabel 3.4, kolom kode IM merepresentasikan identitas nomor elemen tugas selaras dengan bagan *precedence* diagram yang dijadikan acuan pemeringkatan bobot stasiun dalam skema *Ranked Positional Weight* (RPW). Hasil urutan prioritas tersebut dipakai untuk memetakan elemen tugas ke dalam kompartemen stasiun kerja baru dengan tetap menghormati batas durasi siklus (*cycle time*). Pasca-implementasi metodologi RPW, total stasiun kerja terpasang berhasil dipangkas dari semula 40 unit menyusut menjadi 32 unit saja. Penghematan ruang kerja ini diwujudkan melalui penggabungan beberapa elemen tugas yang kompatibel ke dalam satu stasiun tunggal, sehingga beban kerja tersebar merata, durasi pasif berkurang, dan produktivitas lintasan meningkat tajam.

Estimasi performansi lintas pasca-penerapan teknik *Ranked Positional Weight* (RPW) menghasilkan parameter operasional baru: n = Total stasiun kerja usulan = 32 stasiun, CT = Wb maksimum = 14,74 detik, $\Sigma Wbst$ = 379,19 detik, dan $\Sigma Idle Time$ = 94 detik. Kondisi ini menghasilkan lompatan nilai *Line Efficiency* (LE) menjadi 80%, dengan sisa *Balance Delay* (BD) menyusut drastis ke level 20%.

Pengurangan ini dilakukan dengan menggabungkan beberapa elemen kerja dalam satu stasiun sehingga beban kerja menjadi lebih merata, waktu menganggur berkurang, dan efisiensi lintasan produksi meningkat.

$$RPW = 14,74 + 14,25 + 14,00 + 13,83 + 13,67 + 13,63 + 13,00 + 12,88 + 12,69 + 12,68 + 12,54 + 12,47 + 12,34 + 12,07 + 11,91 + 11,56 + 11,47 + 11,30 + 11,30 + 11,24 + 11,17 + 11,13 + 11,07 + 10,98 + 10,85 + 10,81 + 10,80 + 10,67 + 10,22 + 9,91 + 9,36 + 8,58 = 379,19 \text{ detik}$$

Perhitungan performansi setelah penerapan *Ranked Positional Weight* (RPW) :

n = Jumlah stasiun kerja = 32 stasiun kerja

$CT = Wb \text{ maks} = 14,74 \text{ detik}$

$\Sigma Wbst = 379,19 \text{ detik}$

$\Sigma Idle Time = 94 \text{ detik}$

Line Efficiency (LE):

$$LE = \frac{\Sigma Wbst \times 100\%}{n \times CT} = \frac{379,19 \times 100\%}{32 \times 14,74} = 80\%$$

Balance delay (BD):

$$BD = 100\% - LE = 100\% - 80\% = 20\%$$

Pada keseimbangan lini dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) memiliki *line efficiency* 80 %, *balance delay* 20%,

Setelah seluruh rangkaian kalkulasi dan pengolahan data terselesaikan, diperoleh potret komparasi nilai *line efficiency* dan *balance delay* dari skema rekonstruksi lintasan yang diujikan. Berikut disajikan tabel perbandingan performa antara kondisi awal operasional pabrik dengan hasil akhir pasca-penerapan metode penyeimbangan lintasan yang dirangkum dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perbandingan hasil perhitungan kondisi lini awal dan metode *Ranked Positional Weight* (RPW).

Metode	Line efficiency (LE)	Balance delay (BD)
Kondisi lini awal	36%	64%
<i>Ranked Positional Weight</i> (RPW)	80%	20%

Data komparasi membuktikan terjadinya lonjakan masif pada nilai *line efficiency* dari level 36% meroket ke angka 80%, mencatatkan pertumbuhan bersih sebesar 44%, sedangkan *balance delay* berhasil ditekan jatuh dari 64% menuju kisaran 24%. Penurunan drastis pada parameter *balance delay* mengonfirmasi penyusutan waktu menganggur

secara signifikan pada lini manufaktur, sekaligus menjadi bukti konkret bahwa pembagian muatan tugas antar stasiun kerja berjalan jauh lebih adil dan proporsional. Secara operasional, temuan empiris ini menegaskan bahwasanya reorganisasi elemen tugas via skema RPW terbukti andal dalam memangkas jumlah stasiun kerja terpasang, mengoptimalkan utilitas waktu operasional, serta melancarkan sirkulasi proses produksi pada lini manufaktur. Fakta tersebut menjadi bukti sah bahwa metode *Ranked Positional Weight* (RPW) sangat efektif diaplikasikan guna mendongkrak kualitas penyeimbangan lintasan dalam ekosistem manufaktur.

3.4 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan konklusi hasil analisis mendalam terhadap performa riil lapangan serta uji coba skema *line balancing* berbasis teknik *Ranked Positional Weight* (RPW), divalidasi bahwa pembagian beban tugas antar stasiun operasional masih menyisakan celah ketimpangan. Oleh sebab itu, dirumuskan draf usulan perbaikan berkelanjutan yang ditargetkan untuk menyempurnakan alokasi komponen tugas, memacu efisiensi lintasan manufaktur, sekaligus mengeleminasi potensi penyumbatan material (*bottleneck*) dalam proses pabrikasi sepatu.

Implementasi metode RPW sebaiknya dijalankan secara kontinu sebagai instrumen monitoring berkala untuk menyelaraskan alur kerja harian terhadap fluktuasi target volume *output*, kapasitas mesin, maupun penataan ulang fasilitas produksi. Di samping itu, program akselerasi kompetensi operator serta penguatan koordinasi kerja antar departemen wajib ditempatkan sebagai prioritas utama agar penerapan *line balancing* tidak mandek sebagai kajian teoritis di atas kertas, melainkan mampu memberikan dampak pada performa operasional lantai pabrik [16].

Pihak korporasi direkomendasikan untuk segera mengadopsi struktur penataan stasiun kerja baru hasil formulasi metode RPW sebagai acuan baku tata letak lini manufaktur, sekaligus menjadikan *line balancing* sebagai instrumen evaluasi kinerja operasional yang dieksekusi secara periodik. Lebih jauh lagi, *penelitian* serupa patut diintegrasikan ke departemen produksi lainnya serta diperkaya dengan pengujian komparatif mengandalkan variasi metode *line balancing* alternatif demi melahirkan solusi tata letak yang paling bernilai ekonomis. Sebab, inefisiensi yang dibiarkan pada proses operasional berisiko memicu pemborosan masif, degradasi produktivitas kerja, hingga kerugian finansial yang nyata bagi perusahaan, sehingga tindakan peningkatan efisiensi proses mutlak diperlukan [17].

IV. KESIMPULAN

Melalui adopsi metode *Ranked Positional Weight* (RPW), tingkat efisiensi operasional dari lini perakitan dapat diukur dan dievaluasi secara presisi. Metodologi ini sukses merestrukturisasi pembagian elemen tugas sehingga mampu mereduksi jumlah stasiun kerja aktif dari 40 menjadi tinggal 32 unit tanpa melanggar batasan *precedence* urutan proses yang berlaku. Parameter *line efficiency* mencatatkan lompatan performa dari 36% menuju level 80%, diikuti penyusutan *balance delay* dari angka 64% jatuh ke level 20%. Temuan ini menjadi bukti valid bahwa teknik RPW sangat andal dalam menciptakan penyebaran muatan kerja yang seimbang, mengikis waktu pasif yang terbuang sia-sia, serta memperlancar sirkulasi material operasional. Oleh karena itu, pendekatan ini sangat layak dijadikan referensi utama dalam perencanaan rancang bangun maupun agenda perbaikan keseimbangan lintas produksi bagi korporasi manufaktur yang memiliki kesamaan karakteristik proses bisnis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT XYZ atas bimbingan, pengetahuan, dan arahan yang diberikan dari awal sampai akhir penulisan laporan ini.

REFERENSI

- [1] M. L. A. Meldia Fitri, Muhammad Ilham Adelino, “Analisis Line Balancing Untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi Perakitan,” vol. 5, no. 2, pp. 295–300, 2022.
- [2] S. M. W. Wawan Gunawan, “Analisis Perbandingan Kriteria Line Balancing Dengan Menggunakan Automation Cell (*Penelitian Kasus Di PT. UNP*),” vol. 4, no. 4, pp. 95–107, 2022.
- [3] A. Khunaifi, R. Primadasa, and S. B. Sutono, “Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode *Value Stream Mapping* di PT . Pura Barutama,” vol. 4, no. 2, pp. 87–93, 2022.
- [4] W. Harapan, R. Siagian, and A. B. Sulistyo, “*Line Balancing* Pada Produksi Kabel Serat Optik Dengan Metode *Ranked Stasiunitional Weight*,” vol. 9, no. 2, pp. 144–156, 2024.
- [5] A. M. Naufal Abdurrahman Hawari, Geubrina Hikmah, Yasmin Nelyanda Pulungan, “Lintasan Produksi Stasiun Kerja Produksi Kapal Mainan dengan *Line TALENTA Conference Series* Lintasan Produksi Stasiun Kerja Produksi Kapal Mainan dengan *Line*,” vol. 7, no. 1, 2024.
- [6] J. R. Nazareth and R. M. Dewi, “Peningkatan efisiensi Lintasan Produksi Dengan Metode *Line*

- Balancing*,” vol. 2, no. 1, pp. 17–24, 2024.
- [7] A. Rizal Nurhadi, Ade Suhara, “Penerapan *Line Balancing* Dengan Metode *Value Stream Mapping* (VSM) Dan Moodie Young Dalam Upaya Meminimalkan *Idle Time* Dan Bottleneck,” vol. 4, no. 3, pp. 1143–1153, 2025.
 - [8] M. Febe Mugilia Wastiti , Wahyu Wulandari, “Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) Pada Sistem Produksi,” vol. 5, no. 35, pp. 1–10.
 - [9] F. Achmadi, B. Harsanto, and A. Yunani, “Analisis cycle time proses perakitan senjata di PT Pindad (Persero) (Cycle time analysis of weapon assembly process in PT Pindad (Persero)),” vol. 13, no. 2, pp. 159–168, 2021.
 - [10] R. Rusmiland, D. J. Permana, I. Maulana, and R. Nuhidayati, “Penguatan Pemahaman Lean Manufacturing Melalui Sosialisasi Dan Diskusi Di PT.COSMOTECH MULTI MANDIRI,” vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2026.
 - [11] H. I. Kusuma and H. Purnomo, “Analisis Perancangan Stasiun Kerja dalam Memproduksi Produk Inalcafa Jacket dengan Lima Metode Line Balancing,” vol. 8, no. 1, pp. 546–553, 2024.
 - [12] Z. B. Fitaloka and A. E. Nugraha, “Penerapan line balancing pada perakitan AC menggunakan metode ranked stasiunional weight (RPW) Application of line balancing in AC assembly using ranked stasiunional weight (RPW) method,” vol. 7, pp. 379–388, 2026.
 - [13] N. A. Syafitrah and M. R. Faturrahman, “Analisis line balancing produksi tinta untuk meningkatkan efisiensi lini dengan metode ranked stasiunional weight (RPW) Line balancing analysis of ink production to improve line efficiency using the ranked stasiunional weight (RPW) method,” vol. 7, pp. 466–475, 2026.
 - [14] T. A. Akhsanul Amal Mursyid, Nurhayati Rauf, “Analisis Line Balancing Menggunakan Metode Ranked Stasiunional Weight (Rpw) Pada Lintasan Produksi Air Mineral Dalam Kemasan Di PT.BU,” vol. 3, no. 3, pp. 159–167, 2025.
 - [15] M. H. A. Chendrasari Wahyu Oktavia, Fitriya Gemala Dewi, “Pendekatan *Penelitian Waktu* Dan Line Balancing Dalam,” vol. 22, no. 1, pp. 2623–2391, 2025.
 - [16] R. A. Pratama, “Penerapan Line Balancing pada Proses Produksi Rafia dengan Metode Ranked Stasiunional Weight,” 2024.
 - [17] H. C. Wahyuni, L. P. S. Hartanti, I. Marodiyah, M. W. S Kurniawan and N. B. Fauzi “Sustainability Risk Analysis of the Halal Feed Supply Chain for Ruminant Commodities Through the Integration of the SCOR-FMEA Method,” vol.24, no.1, pp. 146-160, 2026.