

Skripsi_M. Galih Rizki Aminullah_221020700058

19%
Suspicious texts

9% Similarities
0% similarities between quotation marks mentioned
0% among the sources mentioned

6% Unrecognized languages

5% Texts potentially generated by AI

Document name: Skripsi_M. Galih Rizki Aminullah_221020700058.docx	Submitter: UMSIDA Perpustakaan	Number of words: 3,811
Document ID: f461900616acab38efab468b4be29eb22d5b1326	Submission date: 2/27/2026	Number of characters: 27,650
Original document size: 205.13 KB	Upload type: interface	
	analysis end date: 2/27/2026	

Location of similarities in the document:



Sources of similarities

Main sources detected

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	dx.doi.org Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode ... http://dx.doi.org/10.32672/jse.v8i2.5977	5%		Identical words: 5% (170 words)
2	Journal.universitassuryadarma.ac.id ANALISIS SISTEM PRODUKSI TWO-PIECE ... https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtir/article/download/975/943 1 similar source	1%		Identical words: 1% (50 words)
3	talentaconfseries.usu.ac.id https://talentaconfseries.usu.ac.id/ee/article/download/2650/2229/	< 1%		Identical words: < 1% (31 words)
4	www.technocuyy.com Istilah dalam Line Balancing PKK - TechnoCuyy https://www.technocuyy.com/2022/11/istilah-dalam-line-balancing.html 1 similar source	< 1%		Identical words: < 1% (27 words)

Sources with incidental similarities

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	repository.unissula.ac.id ANALISIS PERFORMANSI LINTASAN PADA PROSES SE... https://repository.unissula.ac.id/35594/1/Teknik_Industri_3160200007_fullpdf.pdf	1%		Identical words: 1% (40 words)
2	technosaq.com Istilah Dalam Line Balancing PKK – Technosaq https://technosaq.com/2021/11/istilah-dalam-line-balancing-pkk.html	1%		Identical words: 1% (37 words)
3	doi.org Productivity Improvement through Line Balancing Measurement in the L... https://doi.org/10.21070/jjins.v26i4.1581	< 1%		Identical words: < 1% (32 words)
4	Artikel Firda Mahasiswa UMSIDA.docx Artikel Firda Mahasiswa UMSIDA #bc8b66 ♥ Comes from my group	< 1%		Identical words: < 1% (20 words)
5	archive.umsida.ac.id https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/10436/75160/83463	< 1%		Identical words: < 1% (20 words)

Points of interest

□

Production Path Optimization Using Line Balancing Integration and Arena Simulation in Heat Exchanger Production
[Optimasi Lintasan Produksi Menggunakan Integrasi Line Balancing
Dan Simulasi Arena Pada Produksi Heat Exchanger]
Mochammad Galih Rizki Aminullah1),



Indah Apriliana Sari Wulandari*,2)



archive.umsida.ac.id

<https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/10436/75160/83463>

1)



[Journal.universitassuryadarma.ac.id](https://journal.universitassuryadarma.ac.id) | ANALISIS SISTEM PRODUKSI TWO-PIECE BEVERAGE CAN DENGAN METODE LINE BALANCING DI PT XYZ

<https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jitr/article/download/975/943>

Program

Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo,

Indonesia

2) Program Studi Teknik Industri,

Universitas



Artikel Firda Mahasiswa UMSIDA.docx | Artikel Firda Mahasiswa UMSIDA

Comes from my group

Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi:

indahapriliana@umsida.ac.id

Abstract.

PT. XYZ is a heat exchanger manufacturing company facing workload imbalance across its production stations. The initial production line condition showed a line efficiency of only 53% with a high balance delay of 47% and a Smoothness Index of 298.29 indicating significant bottlenecks particularly at the Brazing station with a utilization rate of 94.36%. This study aims to optimize the production line by integrating the Line Balancing method using the Ranked Positional Weight (RPW) approach with ARENA software simulation.



RPW calculation results showed that consolidating from 7 to 5 workstations successfully increased line efficiency from 53% to 74% and reduced balance delay from 47% to 26%. These findings were validated through ARENA simulation, where merging the Washing with Testing Coil stations and the Final Assembly with Electric Assembly stations improved line efficiency from 54% to 75%. The integration of both methods proved consistent and effective in balancing workloads, reducing idle time, and improving overall production line productivity

Keywords – Line Balancing, Ranked Positional Weight (RPW), ARENA Simulation, Line Efficiency

Abstrak. PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur heat exchanger yang menghadapi permasalahan ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun produksi. Kondisi awal lintasan produksi menunjukkan line efficiency hanya sebesar 53% dengan balance delay tinggi mencapai 47% serta nilai Smoothness Index sebesar 298,29 mengindikasikan adanya bottleneck yang signifikan terutama pada stasiun Brazing dengan utilisasi 94,36%.



Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan lintasan produksi melalui integrasi metode Line Balancing dengan pendekatan Ranked Positional Weight (RPW) dan simulasi software ARENA. Hasil perhitungan RPW menunjukkan bahwa penggabungan dari 7 menjadi 5 stasiun kerja berhasil meningkatkan line efficiency dari 53% menjadi 74% dan menekan balance delay dari 47% menjadi 26%. Hasil ini dikonfirmasi melalui simulasi ARENA di mana penggabungan stasiun Washing dengan Testing Coil serta Final Assembly dengan Electric Assembly menghasilkan peningkatan line efficiency dari 54% menjadi 75%.

Integrasi kedua metode terbukti konsisten dan efektif dalam menyeimbangkan beban kerja, mengurangi idle time serta meningkatkan produktivitas lintasan produksi secara keseluruhan.

Kata Kunci - Line Balancing, Ranked Positional Weight (RPW), Simulasi ARENA, Line Efficiency

Pendahuluan

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan manufaktur terkemuka di dunia untuk berbagai jenis penukar panas seperti pendingin, kondensator, evaporator, dan komponen pendukung lainnya. Dengan jangkauan global di berbagai negara seperti Meksiko,



Rusia, Swiss, Jerman, Hungaria, Cina, Brazil, dan Indonesia, PT.

XYZ telah menunjukkan komitmennya untuk menawarkan solusi pertukaran panas berkualitas tinggi ke pasar global. Perusahaan ini beroperasi di bawah perusahaan induk yang berbasis di Jerman dan Hungaria, yang berkontribusi untuk memposisikannya sebagai pemain penting dalam industri ini secara regional dan global. Peningkatan produktivitas merupakan tujuan utama setiap perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasionalnya[1]. Dalam konteks ini, PT. XYZ perlu memastikan bahwa setiap aspek dalam proses produksi mereka berjalan dengan baik dan efisien. Efisiensi dalam manufaktur tidak hanya berarti mengurangi biaya produksi tetapi juga mencakup kemampuan memenuhi permintaan konsumen dengan tepat waktu dan sesuai spesifikasi yang diharapkan. Kunci sukses dalam mencapai efisiensi tersebut adalah pengelolaan produksi yang baik terutama pada proses-proses yang kritis terhadap jalur produksi.

Namun, PT. XYZ dihadapkan pada berbagai macam tantangan dalam upayanya untuk mempertahankan efisiensi operasional seperti halnya yang dihadapi oleh perusahaan-perusahaan manufaktur lainnya. Berdasarkan pengamatan dan evaluasi di lapangan salah satu rintangan yang menonjol adalah teridentifikasinya bottleneck pada lintasan produksi.



talentaconfseries.usu.ac.id

<https://talentaconfseries.usu.ac.id/ee/article/download/2650/2229/>

Bottleneck produksi terjadi ketika salah satu stasiun mengalami keterlambatan akibat kapasitas mesin yang terbatas, ketidakmerataan beban kerja, atau permasalahan teknis yang menyebabkan penumpukan

material, peningkatan waktu tunggu, dan biaya operasional lebih

tinggi[2]. Masalah seperti itu tidak hanya mengakibatkan keterlambatan dalam proses produksi, tetapi juga menyebabkan penurunan produktivitas dan peningkatan biaya operasional. PT. XYZ telah memberikan beberapa solusi untuk menangani masalah tersebut seperti penambahan operator tiap stasiun kerja. Tetapi dengan adanya solusi tersebut hasil yang didapatkan oleh perusahaan belum memberikan efisiensi yang maksimal.

Berdasarkan permasalahan yang telah diketahui maka dalam penelitian ini akan memberikan beberapa alternatif yaitu diantaranya dengan mengintegrasikan line balancing dengan simulasi arena.



media.neliti.com

<https://media.neliti.com/media/publications/520656-none-6d813b1e.pdf>

Tujuan dari konsep line balancing adalah mendapatkan nilai balance delay/idle time (waktu menganggur) yang minimum dan efisiensi yang

maksimal[3]. Pada dasarnya line balancing bertujuan untuk menyeimbangkan lintasan serta beban kerja pada produksi yang berupaya untuk mendistribusikan cycle time lebih merata sehingga dapat mengurangi idle time tiap stasiun kerja[4]. Line Balancing mencakup paduan antara stasiun kerja yang digunakan untuk menghasilkan produk yang berisi banyak area kerja dan diambil alih oleh satu atau lebih operator sehingga berbagai alat dapat digunakan untuk menanganinya[5].



Adapun untuk metode line balancing diantaranya yaitu Ranked Positional Weight (RPW),

Large Candidate Rule (LCR). Model Ranked Positional Weight akan



dx.doi.org | Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi

<http://dx.doi.org/10.32672/jse.v8i2.5977>

mengedepankan nilai kondisi setiap proses produksi di mana akan menempatkan workstation diikuti oleh workstation lain yang memiliki waktu siklus terendah

[6]. Largest Candidate Rule mengurutkan item-item pekerjaan dari waktu yang terlama hingga waktu terpendek[7]. Pada umumnya line balancing dengan metode Region Approach berupaya memprioritaskan pembebanan pada elemen kerja yang lebih awal[8].

Dalam penelitian ini untuk metode yang digunakan yaitu metode Ranked Position Weight (RPW) dikarenakan metode ini dipakai karena dinilai paling baik dari metode lainnya. Simulasi membantu dalam menentukan garis waktu dalam proses produksi yang belum pernah dicatat sebelumnya sekaligus menunjukkan area mana yang perlu ditingkatkan. Software yang digunakan untuk melakukan simulasi dalam penelitian ini adalah software ARENA. Software Arena adalah perangkat lunak simulasi untuk keperluan umum berdasarkan Graphical User Interface (GUI) yang diproduksi oleh Systems Modeling Corp di Amerika Serikat [9]. Arena merupakan perangkat lunak untuk melakukan simulasi dan otomatisasi untuk membangun suatu model eksperimen dengan memanfaatkan berbagai pilihan modul yang menggambarkan proses atau suatu logika tertentu [10]. ARENA menjadi salah satu alternatif yang biasa digunakan sebelum dilakukan implementasi perubahan lintasan produksi secara langsung, serta membantu meminimalisasi biaya yang keluar saat melakukan perubahan secara langsung di lintasan produksi [11].

Penelitian serupa juga telah dilakukan contohnya pada perusahaan manufaktur produksi kemasan berbahan polypropylene. Pada penelitian tersebut proses produksi mengalami bottleneck dan ditindak lanjuti dengan menerapkan line balancing. Dalam penelitian tersebut mengindikasikan bahwa dengan menerapkan line balancing terbukti



doi.org | Productivity Improvement through Line Balancing Measurement in the Loom Section Using the Ranked Positional Weight (RPW) Method

<https://doi.org/10.21070/ijns.v26i4.1581>

efektif dalam menyeimbangkan beban kerja antar stasiun, mengoptimalkan alur proses kerja, dan mendorong peningkatan produktivitas di area produksi

[12]. Namun pada penelitian tersebut output yang didapatkan hanya berupa data tentang lintasan produksi yang optimal tanpa ada visualisasi dari lintasan produksinya. Seharusnya dengan adanya visualisasi dari lintasan produksi hasil yang didapatkan akan lebih representatif. Maka dari itu, pada penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan hasil lintasan produksi yang optimal berupa data saja tetapi juga memberikan visualisasi dari proses produksi baik berupa kondisi eksisting dan juga dengan solusi alternatif yang diterapkan.



Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan jalur produksi dengan menggabungkan penyeimbangan line dan simulasi Arena, sehingga meningkatkan efisiensi serta kapasitas produksi secara keseluruhan. Hasil penelitian ini memberikan beberapa pilihan jalur produksi yang akan digunakan sebagai acuan dalam mengambil keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengatasi hambatan dengan menyeimbangkan tugas antar stasiun, sehingga mengurangi waktu menganggur.

Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ yang bergerak di bidang produksi heat exchanger dengan sistem make to order. Perusahaan berlokasi di kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

Pengambilan data dilakukan pada periode November sampai Desember 2025.

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian kali ini dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Berikut merupakan penjelasan dari tiap data tersebut.

Data primer

Data primer merupakan data mentah yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung tentang variabel-variabel yang mempengaruhi lintasan produksi meliputi alur proses produksi, cycle time tiap stasiun produksi serta jumlah mesin dan operator pada tiap stasiun.

Data Sekunder

Data sekunder dari penelitian ini yaitu berupa informasi hasil wawancara pada pihak perusahaan terkait faktor-faktor keterlambatan dalam lintasan produksi serta kajian literatur berupa jurnal mengenai line balancing serta simulasi ARENA untuk mempermudah proses penelitian.

Alur Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan yaitu metode Line Balancing diintegrasikan dengan software

ARENA dengan alur penelitian sebagai berikut:

□

Gambar 1. Alur Penelitian

Pada penelitian ini untuk mewujudkan lintasan produksi yang optimal terdapat dua metode yang diintegrasikan yaitu metode line balancing dan pendekatan simulasi ARENA untuk memvisualisasikan lintasan produksi. Analisis Line Balancing dilakukan untuk menyeimbangkan beban kerja di setiap stasiun guna meningkatkan efisiensi dan mengurangi waktu mengganggu sehingga menghasilkan satu atau lebih skenario perbaikan. Skenario perbaikan ini kemudian diuji melalui alternatif simulasi untuk memverifikasi efektivitas dan membandingkan hasilnya dengan kondisi awal. Metode line balancing yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Ranked Positional Weight (RPW) yang merupakan metode line balancing yang bekerja berdasarkan bobot posisi dan precedence diagram. Model Ranked Positional Weight akan



dx.doi.org | Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi
<http://dx.doi.org/10.32672/jse.v8i2.5977>

mengedepankan nilai kondisi setiap proses produksi di mana akan menempatkan workstation diikuti oleh workstation lain yang memiliki waktu siklus terendah

Dalam analisis line balancing terdapat beberapa istilah yang harus diketahui untuk menunjang terwujudnya lintasan produksi yang optimal yaitu:

Precedence Diagram
Precedence diagram



Journal.universitassuryadarma.ac.id | ANALISIS SISTEM PRODUKSI TWO-PIECE BEVERAGE CAN DENGAN METODE LINE BALANCING DI PT XYZ
<https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/download/975/943>

merupakan gambaran secara grafis dari urutan kerja operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di



technosaq.com | Istilah Dalam Line Balancing | PKK – Technosaq
<https://technosaq.com/2021/11/istilah-dalam-line-balancing-pkk.html>

dalamnya

[13].

Line Efficiency

Line Efficiency adalah perbandingan antara total waktu stasiun kerja dengan jumlah stasiun kerja dikalikan waktu stasiun kerja terbesar [8].



$$\text{Line Efficiency} = \frac{\sum t_i}{K \times CT} \times 100 \% (1)$$

(K x CT)

Sumber :

[8] Keterangan :

$\sum t_i$ = Jumlah semua waktu operasi (menit) K = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu stasiun kerja terbesar (menit)

Balance Delay

Balance Delay merupakan jumlah waktu mengganggu suatu lini proses produksi arena pembagian kerja antar stasiun yang tidak merata [14].



$$D = \frac{(K \times CT) - \sum t_i}{K \times CT} \times 100 \% (2)$$

(K x CT)

Sumber :

[8] Keterangan :

D = Balance Delay (%)

$\sum t_i$ = Jumlah semua waktu operasi (menit) K = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu stasiun kerja terbesar (menit)

Smoothness Index

□

Smoothness index merupakan



Journal.universitassuryadarma.ac.id | ANALISIS SISTEM PRODUKSI TWO-PIECE BEVERAGE CAN DENGAN METODE LINE BALANCING DI PT XYZ
<https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/download/975/943>

indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu

[15].

$$SI = \sqrt{\frac{\sum (ST_{max} - ST_i)^2}{3}} (3)$$

Sumber : [8] Keterangan :

SI = Smoothness Index

ST_{max} = Waktu maksimum stasiun kerja (menit)

ST_i = Waktu stasiun kerja ke-i (menit)

Adapun untuk data yang digunakan dalam perhitungan line balancing dengan menggunakan metode

Ranked Positional Weight (RPW) adalah sebagai berikut :

Cycle Time

Cycle time adalah jumlah waktu yang dihabiskan tim untuk benar-benar bekerja memproduksi suatu barang hingga produk siap dikirim [16]. Waktu siklus mencakup waktu yang bernilai tambah dan juga waktu yang tidak bernilai tambah

Waktu Standar

Waktu standar merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerjanormal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik[17].Berikut ini merupakan perhitungan untuk mencaari waktu standar :

$$WN = WS \times PR$$

100%
(4)

Sumber :[17]

Keterangan :

WN= Waktu Normal WS= Waktu Siklus

PR = Performance Rating

Pada penelitian ini juga menggunakan pendekatan simulasi salah satu metode analisis untuk memvisualisasikan kondisi linstasan produksi baik sebelum ataupun setelah perbaikan. Model simulasi adalah alat yang bisa menunjukkan bagaimana sebuah sistem bekerja secara rumit dan membantu menyelesaikan masalah yang susah dipecahkan dengan cara biasa menggunakan rumus matematika, karena model ini cukup fleksibel. Simulasi bisa dilakukan dengan membuat sebuah eksperimen yang meniru kondisi nyata sebaik mungkin, lalu mengamati bagaimana sistem tersebut berperilaku. Analisis sistem produksi dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak simulasi Arena. Software Arena adalah alat yang bisa digunakan secara fleksibel untuk menganalisis, membuat model simulasi, dan mampu menampilkan berbagai sistem secara virtual dengan akurat [18]

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data



dx.doi.org | Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi
<http://dx.doi.org/10.32672/jse.v8i2.5977>

Teknik pengukuran waktu dilakukan dengan observasi proses produksi heat exchanger dengan mencatat waktu siklus kerja tiap-tiap mesin dengan menggunakan metode jam henti (stopwatch). Adapun hasil

pengukuran waktu siklus untuk pembuatan heat exchanger dapat dilihat pada precedence diagram dan Tabel 1 berikut:

Gambar 1. Precedence Diagram

Tabel 1 Data Cycle Time Produksi Heat Exchanger

Elemen Kerja Waktu Siklus (detik) Waktu Siklus (Menit)

Coil Assembly 3248,14 54,14

Brazing 5371,77 89,53

Washing 4058,40 67,64

Testing Coil 1127,82 18,80

Final Assembly 2176,28 36,37

Electrical Assembly 2703,97 45,07

Packing 3610,02 60,17

Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku



dx.doi.org | Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi
<http://dx.doi.org/10.32672/jse.v8i2.5977>

Waktu baku dapat dikatakan waktu yang dibutuhkan untuk menuntaskan pekerjaan dengan mempertimbangkan faktor kelonggaran dan faktor

penyesuaian. Berikut adalah hasil faktor kelonggaran yang didapatkan dari hasil wawancara.

Tabel 2 Allowance

Faktor-Faktor Kelonggaran Keterangan %

Tenaga Bekerja dengan alat bantu ringan 2

Sikap Pekerja Berdiri 2

Lelah pada Mata Pemeriksaan Teliti 2

Kebutuhan Pribadi Operator Pria 3

Kondisi Ruang Kerja Suhu ruangkerja normal 1

Total Allowance 10



dx.doi.org | Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi
<http://dx.doi.org/10.32672/jse.v8i2.5977>

Setelah menentukan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran, kemudian data tersebut akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya, maka waktu normal dan waktu baku bisa diolah menggunakan

rumus berikut.

$W_n = W_s (1 + \text{Rating Factors})$ $W_b = W_n + (W_n \times \text{Allowance})$

Adapun untuk rating factor didapatkan melalui perbandingan dari cycle time actual dendan cycle time standar dari perusahaan. Berikut merupakan tabel serta grafik perbandingan dari data tersebut.

Tabel 3 Perbandingan Act. Cycle Time dan Est.



Cycle Time

Elemen Kerja Cycle time Actual Cycle Time Estimate

Coil Assembly 54,

Brazing 89,53 74,08
 Washing 67,64 81,55
 Testing Coil 18,80 10
 Final Assembly 36,37 40,71
 Electrical Assembly 45,07 61,06
 Packing 60,17 77,38

□ Perbandingan Act.



Cycle Time dan Est. Cycle Time
 Packing Electrical Assembly Final Assembly Testing Coil Washing
 Brazing
 Coil Assembly
 0,00
 20,00
 40,00
 60,00
 80,00
 100,00
 Cycle Time Estimate
 Cycle time Actual

Perbandingan Act. Cycle Time dan Est. Cycle Time
 Packing Electrical Assembly Final Assembly Testing Coil Washing
 Brazing
 Coil Assembly
 0,

00
 20,00
 40,00
 60,00
 80,00
 100,00
 Cycle Time Estimate
 Cycle time Actual

Gambar 2 Grafik Perbandingan Act. Cycle Time dan Est. Cycle Time
 Performance Rating didapatkan melalui perhitungan rasio dari kedua cycle time yaotu dengan rumus berikut :



□
 $Performance\ Rating = \frac{Act.Cycle\ Time}{Est.}$

Cycle Time

Dalam hal ini terdapat 3 kategori pengerjaan dalam tiap elemen kerja yaitu kategori fast, normal dan late dengan rincian sebagai berikut :

FAST: Rating Faktor < 0.90 (Aktual lebih cepat dari estimasi)
 NORMAL : Rating Faktor 0.90 - 1.10 (Aktual sesuai dengan estimasi)
 LATE: Rating Faktor > 1.10 (Aktual lebih lambat dari estimasi) Tabel 4 Nilai Rating Faktor
 Elemen Kerja Cycle time Actual Cycle Time Estimate Performanve Rating Kategori
 Coil Assembly 54,14 56,08 0,97 Normal
 Brazing 89,53 74,08 1,21 Late
 Washing 67,64 81,55 0,83 Fast
 Testing Coil 18,80 10 1,88 Late
 Final Assembly 36,37 40,71 0,89 Fast
 Electrical Assembly 45,07 61,06 0,74 Fast
 Packing 60,17 77,38 0,78 Fast

Berdasarkan rumus waktu normal dan waktu baku sebelumnya



dx.doi.org | Penerapan Line Balancing Produksi Arm Rear Brake dengan Metode Ranked Positional Weight di PT. Ciptaunggul Karya Abadi
<http://dx.doi.org/10.32672/jjse.v6i2.5977>

didapat waktu baku yang dilakukan oleh seluruh operator pada setiap work station. Berikut Tabel 3.5 merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu baku dan waktu normal

untuk tiap-tiap elemen kerja.

Tabel 5 Nilai Waktu Normal dan Waktu Baku

Elemen Kerja Wn Wb
 Coil Assembly 106,41 117,05
 Brazing 197,73 217,51
 Washing 123,74 136,12

Testing Coil 54,14 59,56
 Final Assembly 68,86 75,75
 Electrical Assembly 78,34 86,17
 Packing 106,96 117,65

Total 736,18 809,80

Perhitungan Kondisi Awal Lintasan Produksi

Dalam menghitung efisiensi lintasan ada beberapa hal yang diketahui dan dihitung yaitu sebagai berikut:

Menentukan Jumlah Minimum Workstation

$$\begin{aligned} & \square \\ \text{Workstation Minimum} &= \sum Wb \\ Wb \text{ max} &= 809,80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \square \\ & 217,51 \\ & = 3,72 \approx 4 \text{ Workstation.} \end{aligned}$$

Menghitung Efisiensi Workstation dan Idle Time

$$\begin{aligned} & \square \\ \text{Efisiensi Workstation} &= Wbi \\ Wb \text{ max} & \\ & \times 100\% \end{aligned}$$

Idle Time= Wb max – Wbi Tabel 6 Perhitungan Efisiensi Work Station dan Idle Time

Elemen Kerja Wb Efisiensi Workstation Idle Time

Coil Assembly 117,05 54% 100,46

Brazing 217,51 100% 0,00

Washing 136,12 63% 81,39

Testing Coil 59,56 27% 157,95

Final Assembly 75,75 35% 141,76

Electrical Assembly 86,17 40% 131,33

Packing 117,65 54% 99,85

Total 809,80 3,72 712,74

$$\text{Line Efficiency} = \sum ti \text{ (K} \times \text{CT)}$$

$$\begin{aligned} & \square \\ & = 809, \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & 80 \\ & (7 \times 217,51) \end{aligned}$$

$$\times 100\% = 53\%$$

$$\begin{aligned} \text{Balance Delay} &= (K \times \text{CT}) - \sum ti \times 100\% \\ & (K \times \text{CT}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \square \\ & = (7 \times 217,51) - 809,80 \times 100\% = 47\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \square \\ & (7 \times 217,51) \\ \text{Smoothness Index} &= \sqrt{\sum (ST_{max} - ST_i)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \square \\ & = \sqrt{88977,15} = 298,29 \end{aligned}$$

Line Efficiency 53%

Balance Delay 47%

Smoothness Index 298,

29

Berdasarkan tabel hasil perhitungan performansi lintasan saat ini (existing) diperoleh nilai Line Efficiency sebesar 53%. Angka ini menunjukkan bahwa pemanfaatan waktu pada lintasan produksi belum optimal yang diperkuat dengan tingginya nilai Balance Delay mencapai 47%. Tingginya persentase tersebut mengindikasikan adanya ketidakseimbangan beban kerja yang cukup besar antar stasiun kerja. Adapun untuk nilai Smoothness Index sebesar 298,29 menunjukkan tingkat kelancaran produksi yang masih rendah. Oleh karena itu, diperlukan perancangan ulang susunan lintasan menggunakan metode RPW untuk meminimalkan Balance Delay dan meningkatkan efisiensi lintasan secara keseluruhan

Perhitungan Alternatif Lintasan Produksi dengan Metode Ranked Positional Weight.

Dalam mencari alternatif lintasan produksi dengan metode RPW langkah pertama yang dilakukan yaitu dengan menentukan ketergantungan dari tiap stasiun kerja. Berikut merupakan tabel 3.6 yang menunjukkan ketergantungan dari tiap stasiun kerja.

Tabel 7 Ketergantungan Tiap Stasiun Kerja

Stasiun Kerja Stasiun Kerja Pengikut

1 2 3 4 5 6 7

1 - 1 1 1 1 1 1

2 0 - 1 1 1 1 1

3 0 0 - 1 1 1 1

4 0 0 0 - 1 1 1

5 0 0 0 0 - 1 1

6 0 0 0 0 0 - 1

7 0 0 0 0 0 0 -



Setelah itu dibuat prioritas bobot posisi dengan memakai metode RPW (Ranked Positional Weight) dengan memasukkan waktu baku setiap Workstation

Tabel 8 Perhitungan Nilai Bobot Posisi Metode RPW

Stasiun Kerja	Wb	Stasiun Kerja	Pengikut	Bobot	Posisi
1	117,05	2	136,12	3	59,56
2	217,51	0	136,12	59,56	75,75
3	136,12	0	0	59,56	75,75
4	59,56	0	0	0	75,75
5	75,75	0	0	0	0
6	86,17	0	0	0	0
7	117,65	0	0	0	0

Berdasarkan hasil pengolahan data pada tabel di atas yaitu perhitungan bobot posisi untuk setiap stasiun kerja dengan menggunakan metode Ranked Positional Weight (RPW). Nilai bobot posisi ini diperoleh dari penjumlahan waktu elemen kerja pada stasiun tersebut (Wb) dengan waktu stasiun kerja pengikutnya. Dari tabel tersebut diketahui bahwa stasiun kerja 1 memiliki nilai bobot posisi terbesar yaitu 841,28. Hal ini menunjukkan bahwa Stasiun Kerja 1 memiliki beban urutan yang paling panjang karena merupakan awal dari rangkaian proses produksi heat exchanger. Sebaliknya, stasiun kerja 7 memiliki nilai bobot posisi terendah yaitu 203,82 hal tersebut dikarenakan stasiun tersebut merupakan tahap akhir yang tidak lagi memiliki stasiun kerja pengikut.



Selanjutnya melakukan penggabungan Workstation sesuai dengan prioritas bobot posisi. Perhitungan waktu baku, efisiensi Workstation dan waktu menganggur setelah menggabungkan Workstation dapat dilihat

pada tabel dibawah ini.

Stasiun Kerja	Operasi	Jumlah Wb	Idle Time	Efisiensi Stasiun Kerja
1	Coil Assembly	117,05	100,46	54%
2	Brazing	217,51	0,00	100%
3	Washing	195,68	21,83	90%
	Testing Coil			
4	Final Assembly	161,		



92 55,59 74%
 Electric Assembly
 5 Packing 117,65 99,85 54%
 Total 809,80 277,73 3,72

$$\text{Line Efficiency} = \frac{\sum t_i}{K \times CT}$$

$$= \frac{809,80}{5 \times 217,51}$$

$$\times 100\% = 74\%$$

$$\text{Balance Delay} = \frac{K \times CT - \sum t_i}{K \times CT} \times 100\%$$

$$= \frac{5 \times 217,51 - 809,80}{5 \times 217,51} \times 100\% = 26\%$$

$$\text{Smoothness Index} = \sqrt{\sum (ST_{max} - ST_i)}$$

$$= \sqrt{23628,46} = 153,72$$

Line Efficiency 74%
 Balance Delay 26%
 Smoothness Index 153,

Setelah dilakukan optimasi menggunakan metode RPW terjadi peningkatan performansi yang signifikan di mana Line Efficiency naik menjadi 83%. Sehingga Balance Delay berhasil ditekan hingga 17% dan nilai Smoothness Index menurun menjadi 102,94. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penerapan metode RPW terbukti efektif dalam menyeimbangkan beban kerja, mengurangi penumpukan material (bottleneck), dan meningkatkan produktivitas lintasan produksi secara keseluruhan. Analisa Lintasan Produksi dengan Simulasi ARENA.

□ Untuk langkah selanjutnya yaitu melakukan visualisasi kondisi lintasan produksi dengan simulasi ARENA. Berikut merupakan hasil running software ARENA pada kondisi awal lintasan produksi.

Gambar 3 Data Statistik Simulasi Kondisi Awal

Dari gambar diatas diketahui bahwa terdapat ketimpangan utilisasi yang cukup signifikan antar operator. Operator Brazing memiliki utilisasi tertinggi sebesar 94,36% yang mengindikasikan mendekati kapasitas penuh dan berpotensi menjadi bottleneck. Di sisi lain, Operator Testing Coil hanya terpakai 17,63% menunjukkan adanya sumber daya yang sangat kurang dimanfaatkan. Operator Washing (64,51%) dan Coil Assembly (62,04%) berada di tingkat menengah dan Final Assembly (31,



73%) dan Electric (37,56%) tergolong rendah.

Nilai utilisasi tersebut digunakan untuk menghitung nilai line efficiency pada lintasan produksi dengan rumus sebagai berikut :

□ $LE = \frac{\sum \text{Utilisasi Semua Operator}}{\text{Jumlah Stasiun Kerja} \times \text{utilisasi tertinggi}} \times 100\%$

□ $LE = 0,$



$9436+0,6204+0,3756+0,3173+0,4614+0,1763+0,6451 \times 100\%$
 $7 \times 0,9436$
 $LE = 0,54 \times 100\% = 5$

4 %

Berdasarkan nilai tersebut maka dapat diketahui bahwa efisiensi lintasan tersebut masih kurang optimal dan diperlukan adanya perbaikan.

Dalam konsep line balancing tujuan utamanya adalah meminimalkan balance delay yaitu selisih utilisasi antar stasiun kerja. Kondisi ideal adalah semua operator atau stasiun memiliki utilisasi yang seragam dan mendekati 100%. Sementara itu, utilisasi rendah pada Testing Coil dan Final Assembly menunjukkan idle time yang tinggi yang berarti pemborosan biaya tenaga kerja (waste of waiting). Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan dan salah satu caranya yaitu penggabungan stasiun kerja yang memiliki utilisasi rendah. Terdapat beberapa stasiun kerja yang berutilisasi rendah diantaranya proses Testing Coil , Final Assembly dan Electric Assembly. Dalam penelitian ini terdapat alternatif yaitu dimana 4 proses digabungkan menjadi 2 stasiun kerja yaitu Washing dengan Testing Coil dan Final Assembly dengan Electric Assembly.

□ Gambar 4 Data Statistik Simulasi Alternatif Lintasan

Setelah dilakukan penggabungan Electric + Final Assembly menghasilkan utilisasi 69,29% jauh lebih baik dibanding rata-rata keduanya yang hanya sekitar 34,65%. Penggabungan Washing + Testing Coil menghasilkan utilisasi 82,14% naik drastis dari rata-rata sebelumnya yaitu 41,07%. Hal ini menunjukkan bahwa idle time berhasil dikurangi serta memberikan lintasan produksi yang lebih seimbang. Adapaun untuk perhitungan line efficiency pada alternatif lintasan ini yaitu sebagai berikut:

□ $LE = \frac{\sum \text{Utilisasi Semua Operator}}{\text{Jumlah Stasiun Kerja} \times \text{Utilisasi tertinggi}} \times 100\%$

□ $LE = 0,$



$9436+0,6204+0,6929+0,4614+0,8214 \times 100\%$
 $5 \times 0,$

9436

$LE = 0,75 \times 100\% = 75 \%$

Peningkatan LE sebesar 21% yaitu dari 54% menjadi 75% merupakan hasil yang sangat signifikan. Dengan menggabungkan 2 pasang stasiun kerja lini produksi berhasil menggunakan sumber daya manusia jauh lebih produktif tanpa menambah beban kerja apapun. Strategi penggabungan tugas terbukti efektif mengurangi idle time dan meningkatkan keseimbangan lintasan.

Simpulan Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di PT. XYZ didapatkan bahwa kondisi awal lintasan produksi menunjukkan ketidakseimbangan beban kerja yang signifikan antar 7 stasiun kerja dengan line efficiency hanya 53% dan balance delay tinggi sebesar 47% yang menunjukkan jauh dari kondisi ideal. Untuk mengatasi hal ini penelitian mengintegrasikan dua pendekatan yaitu metode Ranked Positional Weight (RPW) untuk merancang ulang penggabungan stasiun kerja, dan Simulasi Software ARENA untuk memvisualisasikan dan memvalidasi hasilnya. Hasil yang diperoleh dari dua pendekatan tersebut konsisten satu sama lain yaitu sebagai berikut:

Dari perhitungan RPW setelah penggabungan dari 7 menjadi 5 stasiun kerja didapatkan line efficiency meningkat dari 53% menjadi 74% dan balance delay turun dari 47% menjadi 26%. Dari simulasi ARENA yaitu penggabungan stasiun Electric Assembly dengan Final Assembly dan Washing dengan Testing Coil menghasilkan peningkatan line efficiency dari 54% menjadi 75% sehingga mengindikasikan bahwa simulasi ini sejalan dengan hasil perhitungan RPW.

Secara keseluruhan integrasi kedua metode ini terbukti efektif dalam menyeimbangkan beban kerja, mengurangi idle time, dan meningkatkan produktivitas lintasan produksi meski Brazing sebagai bottleneck (utilisasi 94,36%) dan Packing (utilisasi 46,14%) masih menjadi peluang perbaikan lanjutan untuk mencapai line efficiency ideal di atas 85%.



Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT. XYZ yang telah memberikan izin penelitian serta menyediakan data produksi yang diperlukan dalam penyusunan karya ilmiah ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perusahaan dan menjadi referensi dalam pengembangan penelitian selanjutnya.