

USULAN PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINTASAN PERAKITAN DEPARTEMEN ASSEMBLING MENGGUNAKAN METODE RPW-MVM DAN SIMULASI (KASUS PT.XYZ)

Andri Rachmat Kumalasian Nasution, Danang Adi Kusumo, Ilham Darmawan
Universitas Jenderal Achmad Yani
Email: andri.rachmatk@lecture.unjani.ac.id, danangadi619@gmail.com,
ilham.darmawan4@gmail.com

Abstract

PT. XYZ is a manufacturing company engaged in the shoe industry. Shoe products manufactured by PT. XYZ has PDH, PDL and Casual shoe models. The three shoe models consist of two main parts, namely the upper which is the upper part of the shoe and the part which bottom is the bottom of the shoe and the shoe models go through the same production process so that if one shoe model is delayed, the other model will have an impact. and experiencing delays also caused by delays in achieving the production target of upper and bottom shoes. The delay in achieving the production target is due to the imbalance of work time for each work station on the assembly line of the department assembling. In this study, the assembly line balancing was carried out using the RPW-MVM method and simulation design using the application Promodel. After balancing the assembly line, the results were obtained, a decrease in the number of work stations to 13 work stations, an increase in the line efficiency bottleneck situation to 88.28%, the balancing efficiency increased to 91.76% and an increase in the output average of 117 pairs of shoes.

Keywords: *assembly line balancing; ranked positional weighted-moving target (RPW-MVM); mixed-model assembly line balancing problem (MALBP).*

Abstrak

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri sepatu. Produk sepatu yang diproduksi oleh PT. XYZ memiliki model sepatu PDH, PDL dan Casual. Ketiga model sepatu terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *upper* yang merupakan bagian atas sepatu dan bagian *bottom* merupakan bagian bawah sepatu dan model-model sepatu tersebut melewati proses produksi yang sama sehingga jika salah satu model sepatu mengalami keterlambatan maka model yang lain akan berdampak dan mengalami keterlambatan juga yang disebabkan oleh keterlambatan pencapaian target produksi *upper* dan *bottom* sepatu. Keterlambatan pencapaian target produksi tersebut disebabkan tidak seimbangnnya waktu kerja setiap stasiun kerja pada lintasan perakitan departemen *assembling*. Pada penelitian ini dilakukan penyeimbangan lintasan perakitan menggunakan metode RPW-MVM dan perancangan simulasi dengan menggunakan aplikasi *Promodel*. Setelah dilakukan penyeimbangan lintasan perakitan diperoleh hasil, penurunan jumlah stasiun kerja menjadi 13 stasiun kerja, peningkatan *line efficiency bottleneck*

situation menjadi 88,28%, *balancing efficiency* meningkat menjadi 91,76% dan penambahan *output* rata – rata 117 pasang sepatu.

Kata Kunci : *assembly line balancing, ranked positional weighted-moving target (RPW-MVM), mixed-model assembly line balancing problem (MALBP).*

Pendahuluan

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan produsen dan penjual sepatu. Beberapa produk yang dibuat antara lain sepatu dinas lapangan dan dinas harian TNI dan POLRI dan konsumen swasta. Strategi memenuhi permintaan konsumen ini adalah *Make to Order (MTO)* untuk sepatu militer yang biasa dipakai untuk instansi seperti sepatu pakaian dinas harian (PDH) dan sepatu dinas lapangan (PDL) serta strategi *Make to Stock (MTS)* untuk produksi sepatu *casual*. Data target dan realisasi mengenai sepatu PDH, PDL dan *casual* di perusahaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Target dan Realisasi Produksi Sepatu Tahun 2019

No	Bulan	Target dan Realisasi Produksi Sepatu Tahun 2019 (dalam satuan pasang)					
		Model Sepatu PDH		Model Sepatu PDL		Model Sepatu Casual	
		Permintaan	Realisasi	Permintaan	Realisasi	Target	Realisasi
1	Januari	9866	9866	0	0	100	100
2	Februari	0	0	6472	6472	100	100
3	Maret	11770	10749	1339	1339	100	92
4	April	13250	12761	1094	1094	100	85
5	Mei	13757	13476	1855	1832	100	78
6	Juni	9287	9127	4309	4278	100	63
7	Juli	12343	11786	1505	1505	100	88
8	Agustus	8602	8602	5850	5254	100	76
9	September	11947	11298	2888	2784	100	87
10	Oktober	0	0	10351	10321	100	55
11	November	13492	13382	1905	1776	100	72
12	Desember	7426	7426	0	0	100	100
	Total	111740	108473	37568	36785	1200	996

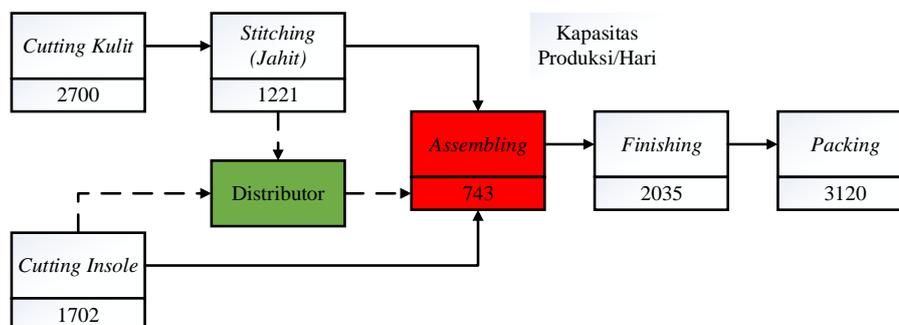
Ketiga jenis sepatu ini melewati proses produksi (lihat Gambar 1.) dengan fasilitas yang sama secara bergantian. Apabila proses produksi salah satu model sepatu mengalami keterlambatan maka model yang lain akan mengalami keterlambatan penyelesaian produk. Berdasarkan data yang telah disajikan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa sepatu jenis *casual* menjadi produk yang paling sering tidak memenuhi target produksi bulanan, hal ini menyebabkan perusahaan mengalami *loss sales*. Jika terus dibiarkan maka kepercayaan konsumen akan hilang dan akan berdampak pada terus menurunnya pendapatan perusahaan. Data total *loss sales* dapat dilihat pada Tabel 2.

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Perakitan Departemen Assembling
Menggunakan Metode RPW-MVM dan Simulasi (Kasus PT.XYZ)

Tabel 2
Data *Loss Sale* Tahun 2019

No	Bulan	Target (Pasang)	Realisasi (Pasang)	Kekurangan (Pasang) (a)	Harga (b)	<i>Loss Sales</i> (a)*(b)
1	Januari	100	100	0	Rp. 1.250000. 00	Rp. 0
2	Februari	100	100	0	Rp. 1.250000. 00	Rp. 0
3	Maret	100	92	8	Rp. 1.250000. 00	Rp 10.000.000. 00
4	April	100	85	15	Rp. 1.250000. 00	Rp 18.750.000. 00
5	Mei	100	78	22	Rp. 1.250000. 00	Rp 27.500.000. 00
6	Juni	100	63	37	Rp. 1.250000. 00	Rp 46.250.000. 00
7	Juli	100	88	12	Rp. 1.250000. 00	Rp 15.000.000. 00
8	Agustus	100	76	24	Rp. 1.250000. 00	Rp 30.000.000. 00
9	September	100	87	13	Rp. 1.250000. 00	Rp 16.250.000. 00
10	Oktober	100	55	45	Rp. 1.250000. 00	Rp 56.250.000. 00
11	November	100	72	28	Rp. 1.250000. 00	Rp 35.000.000. 00
12	Desember	100	100	0	Rp. 1.250000. 00	Rp. 0
Total		1200	996	204	Rp. 15.000000. 0.00	Rp 255.000.000. 00

Dari data diatas dapat diketahui bahwa perusahaan mengalami kerugian setiap bulannya dengan total *loss sales* sebesar Rp. 255.000.000,00. Jika terus dibiarkan akan menghilangkan kepercayaan pada perusahaan, yang akan berdampak pada jangka panjang pada pendapatan perusahaan. Hal ini disebabkan pada proses produksi yang sering mengalami keterlambatan.

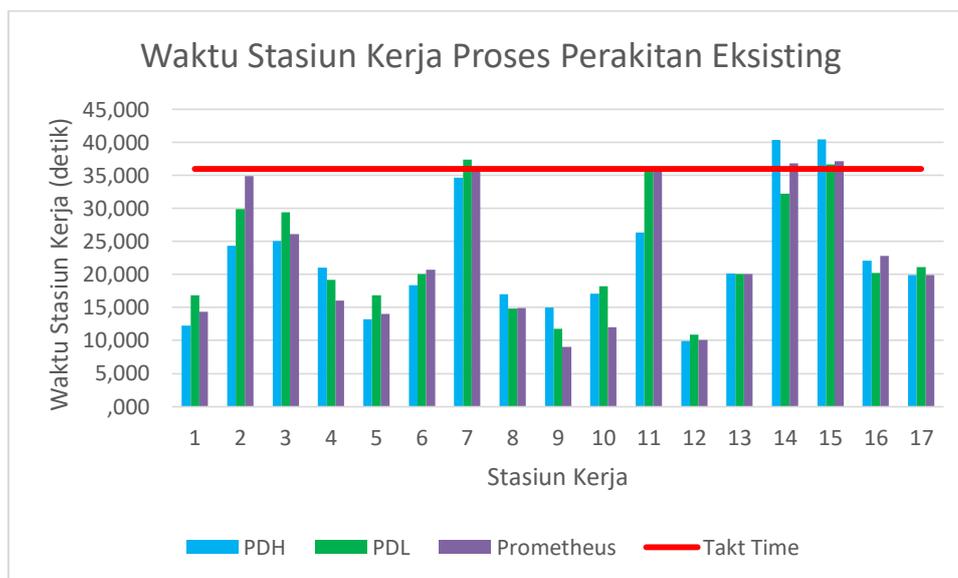


Gambar 1 Aliran dan Kapasitas Produksi PT. XYZ

Gambar 1 menjelaskan alur proses produksi dan kapasitas yang dihasilkan pada setiap proses dalam pembuatan sepatu dimulai pada proses *cutting* dimana pada proses *cutting* ini merupakan awalan bagi seluruh proses dalam pembuatan sepatu dimana bahan dasar sepatu yaitu kulit dipotong sesuai pola yang telah dibuat, Proses kedua *stitching* (Jahit) pada proses ini setiap komponen yang sudah dipotong dilakukan proses penjahitan yang sebelumnya sudah dilakukan pemberian pola jahit, Proses ketiga yaitu proses assembling pada tahapan ini komponen kulit serta Insole yang telah menyatu disatukan dengan *Outsole*, Proses keempat yaitu *finishing* pada tahapan ini meninjau kembali sisa – sisa lem yang masih menempel pada sisi sepatu serta proses pemberian *spray* pada

sepatu agar sepatu terlihat mengkilap, Proses terakhir yaitu proses *packing* pada tahapan ini sepatu diberikan tatakan sepatu dan pemberian tali sepatu serta pada tahapan ini pemeriksaan terakhir sepatu sebelum dikemas ke dalam *box*.

Proses produksi sering mengalami keterlambatan pada target produksi dikarenakan proses *assembling* yang mengalami waktu terlalu lama, ini dikarenakan karena proses *assembling* ini memiliki kapasitas yang lebih kecil dibandingkan dengan proses *cutting* maupun *stitching* yang lebih besar, Proses *Assembling* ini lebih kompleks pada saat pengerjaan dimana terdapat 29 elemen kerja yang harus dilakukan dan melalui 17 stasiun kerja dalam satu lintasan kerja yang pada prosesnya saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Proses perakitan yang dikerjakan adalah proses penggabungan *upper* dan *bottom* sepatu. 3 varian model sepatu baik itu sepatu PDH, PDL maupun *casual* dikerjakan pada satu lintasan perakitan yang sama dengan melalui 17 stasiun kerja tersebut. Selama ini lintasan perakitan tersebut dapat dikatakan belum berjalan efisien karena terdapat waktu stasiun kerja yang tidak seimbang. Penyebab terjadinya waktu stasiun yang tidak seimbang diakibatkan oleh jumlah elemen kerja yang tidak terdistribusi secara merata pada setiap stasiun kerja. Berikut ini merupakan data waktu stasiun di lintasan perakitan *upper* dan *bottom* sepatu model PDL, PDH dan *Casual*, yang dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2 Waktu stasiun perakitan sepatu PDL, PDH dan *Casual*

Gambar 2 memperlihatkan waktu setiap proses yang terdapat pada setiap stasiun kerja departemen *assembling*, Terdapat waktu stasiun yang lebih tinggi dibandingkan stasiun kerja sebelumnya, terutama pada stasiun kerja 3, stasiun kerja 7, stasiun kerja 11, stasiun kerja 14 dan stasiun kerja 15 sehingga menimbulkan *bottleneck* (antrian kerja) pada proses perakitan. Terjadinya *bottleneck* pada proses perakitan *bottom* dan *upper* menyebabkan adanya waktu menganggur pada beberapa stasiun kerja, hal ini merupakan kegiatan yang tidak produktif karena waktu yang seharusnya dapat dimanfaatkan untuk

kegiatan perakitan digunakan untuk menunggu produk dari stasiun kerja sebelumnya sehingga hal ini menyebabkan keterlambatan target produksi upper sepatu.

Penelitian-penelitian mengenai kesetimbangan lintasan telah banyak dilakukan dan terbukti memberikan manfaat bagi perusahaan. Beberapa kasus kesetimbangan yang berhasil dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh (Salim, dkk. 2016), (Saiful, dkk. 2016), (Ahyadi, dkk. 2015), (Dasanti, dkk. 2020), (Djunaidi, dkk. 2018), (Ponda, dkk. 2019). Penelitian-penelitian tersebut membahas produk yang berjumlah satu produk. Jika produk yang dibahas lebih dari satu atau pembahasan operator kombinasi antara mesin dan operator dapat diselesaikan dengan metode-metode heuristic atau meta heuristic seperti pendekatan *Mixed – model assembly line balancing problem*. Beberapa penelitian yang membahas mengenai *Mixed – model assembly line balancing problem* antara lain (Alakaş dan Toklu, 2020), (Çil, dkk. 2020), (Mönch, dkk. 2020), (Yang dan Cheng 2020). Apabila proses perbaikan kesetimbangan lintasan telah dilakukan namun hasil kesetimbangan telah mendekati 100 % maka salah satu langkah selanjutnya yaitu perlu melakukan penambahan kapasitas dan melakukan studi kelayakan yang langkah-langkahnya dapat mengacu pada penelitian (Nasution dan Nurhadi 2019).

Berdasarkan permasalahan – permasalahan yang telah diuraikan diatas, penelitian ini merancang keseimbangan lintasan perakitan pembuatan sepatu dengan pendekatan *Mixed – model assembly line balancing problem* guna meningkatkan efisiensi lintasan perakitan pada departemen *assembling* untuk meningkatkan *output* di PT. XYZ.

Berdasarkan perumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian ini adalah merancang perbaikan keseimbangan lintasan perakitan pada departemen *assembling* guna meningkatkan efisiensi lintasan perakitan dan meningkatkan *output* di PT. XYZ.

Sistem produksi adalah kumpulan komponen-komponen yang saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya untuk tujuan mentransformasikan input produksi menjadi *output* produksi. Dalam proses produksi mempunyai elemen-elemen utama yaitu input, proses, dan *output* (Arman Hakim Nasution, 2003). Lebih rinci lagi dibahas oleh (Gaspersz 1998), konsep dasar sistem produksi terdiri dari:

a. Elemen Input dalam Sistem Produksi

Elemen input dapat diklasifikasikan kedalam dua jenis, yaitu: input tetap (*fixed input*) merupakan input produksi yang tingkat penggunaannya tidak bergantung pada jumlah *output* yang akan diproduksi. Sedangkan input variabel (*variable input*) merupakan input produksi yang tingkat penggunaannya bergantung pada *output* yang akan diproduksi. Dalam sistem produksi terdapat beberapa input baik variabel maupun tetap adalah sebagai berikut :

1. Tenaga Kerja (labor)

Operasi sistem produksi membutuhkan campur tangan manusia dan orang-orang yang terlibat dalam proses sistem produksi. Input tenaga kerja yang termasuk diklasifikasikan sebagai input tetap.

2. Modal

Operasi sistem produksi membutuhkan modal. Berbagai macam fasilitas peralatan, mesin produksi, bangunan, gudang, dapat dianggap sebagai modal. Dalam jangka pendek modal diklasifikasikan sebagai input variabel.

3. Bahan Baku

Bahan baku merupakan faktor penting karena dapat menghasilkan suatu produk jadi. Dalam hal ini bahan baku diklasifikasikan sebagai input variabel.

4. Energi

Dalam aktivitas produksi membutuhkan banyak energi untuk menjalankan aktivitas seperti untuk menjalankan mesin dibutuhkan energi berupa bahan bakar atau tenaga listrik, air untuk keperluan perusahaan. *Input energy* diklasifikasikan dalam input tetap atau input variabel tergantung dengan penggunaan energi itu tergantung pada kuantitas produksi yang dihasilkan.

5. Informasi

Informasi sudah dipandang sebagai input tetap karena digunakan untuk mendapatkan berbagai macam informasi tentang: kebutuhan atau keinginan pelanggan, kuatitas permintaan pasar, harga produk dipasar, perilaku pesaing dipasar, peraturan ekspor impor, kebijaksanaan pemerintah, dan lain-lain.

6. Manajerial

Sistem perusahaan saat ini berada pada pasar global yang sangat kompetitif membutuhkan tenaga ahli untuk meningkatkan perfomansi sistem itu secara terus-menerus.

b. Proses dalam Sistem Produksi

Proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan suatu kegiatan melalui suatu aliran material dan informasi yang mentransformasikan berbagai input ke dalam *output* yang bertambah nilai tinggi.

c. Elemen *Output* dalam Sistem Produksi

Output dari proses dalam sistem produksi dapat berbentuk barang atau jasa. Pengukuran karakteristik *output* sebaiknya mengacu pada kebutuhan atau keinginan pelanggan dalam pasar. Pengukuran pada tingkat *output* sistem produksi yang relevan adalah mempertimbangkan kuantitas produk, efisiensi, efektifitas, fleksibilitas, dan kualitas produk.

Pengertian MRP II

MRP II (*Manufacturing Resources Planning*) merupakan sistem perencanaan dan pengendalian yang paling banyak diterapkan pada proses job shop dan flow shop (*make to order dan small batch flow process*) juga diterapkan pada *assemble to order* dan *make to stock*. MRP II biasa juga dikenal dengan MRP & CRP, sebab manajemen material dan kapasitas merupakan inti dari MRP II. Sistem MRP II akan lebih cocok untuk merencanakan dan mengendalikan *job shop manufacturing* dan memang telah terbukti lebih baik dibandingkan dengan sistem perencanaan dan pengendalian yang lain. Konsep – konsep seperti *push system and complex scheduling* dapat diterapkan dalam *job shop manufacturing*.

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Perakitan Departemen Assembling Menggunakan Metode RPW-MVM dan Simulasi (Kasus PT.XYZ)

MRP II merupakan suatu sistem informasi terintegrasi yang menyediakan data di antara berbagai aktivitas produksi dan area fungsional lainnya dari bisnis keseluruhan. Sistem MRP II merupakan sistem yang mengintegrasikan marketing, finansial dan operasi. Ini merupakan semua aspek dari perusahaan manufaktur, dari business planning pada level eksekutif sampai perencanaan dan pengendalian yang sangat detail pada level managerial seperti eksekusi lantai pabrik dan *purchasing*.

Pengertian Keseimbangan lini

Keseimbangan lini merupakan suatu metode penugasan sejumlah pekerjaan ke dalam stasiun kerja yang saling berkaitan dalam satu lini produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dari stasiun kerja tersebut. Keterkaitan sejumlah pekerjaan dalam suatu lini produksi harus dipertimbangkan dalam menentukan pembagian pekerjaan ke dalam masing-masing stasiun kerja. Hubungan atau saling keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya digambarkan dalam suatu *Precedence Diagram* atau diagram pendahuluan, sedangkan hubungan itu disebut *precedence job* atau *precedence network*. Konsep keseimbangan lini bertujuan untuk meminimalkan total waktu menganggur dalam proses produksi. Dalam konsep ini, elemen-elemen operasi akan digabung-gabung menjadi beberapa stasiun kerja. Tujuan umum penggabungan ini adalah untuk mendapatkan rasio *delay/idle* (menganggur) yang serendah mungkin. Jika memungkinkan rasio delay ini diupayakan 0% yang berarti efisiensi sama dengan 100%. Dengan demikian, modal tidak akan dialokasikan pada kegiatan menganggur. Sehingga penghematan biaya dapat diperoleh. Hasil penghematan biaya ini selanjutnya dapat digunakan untuk mengurangi harga jual atau dialokasikan pada kegiatan produktif lainnya (Bedworth, 1997).

Dalam menyelesaikan permasalahan line balancing terdapat beberapa teori yang dikemukakan oleh para ahli yang meneliti pada bidang ini. Secara garis besar bahwa permasalahan line balancing dapat diselesaikan oleh dua metode yaitu:

1) Metode Analitis/Matematis

Metode yang dilakukan dengan pendekatan analitis/matematis adalah suatu metode yang dapat memberikan solusi yang optimal dalam memecahkan masalah line balancing namun metode ini memiliki kelemahan yaitu memerlukan perhitungan yang besar dan rumit. Berikut ini beberapa metode menurut (Kriengkorakot dan Pianthong 2007):

a) Metode Optimasi Exact

1. *Linear Programming*
2. *Integer Programming*
3. *Dynamic Programming*
4. *Goal Programming*
5. *Shortest-path techniques*
6. *Maximal-path techniques*
7. *Branch and Bound*

b) Metode Optimasi non-Exact, Heuristik

1. Priority ranking and assignment
2. Tree search or heuristic branch and bound
3. *Trade and transfer*
- c) Metode Meta-heuristik
 1. *Simulated Annealing (SA)*
 2. *Tabu Search (TS)*
 3. *Genetic Algorithm (GA)*
 4. *Ant Colony Optimization (ACO)*
- 2) Metode Heuristik

Metode heuristik merupakan metode yang menggunakan pendekatan *trial and error* dan metode ini memberikan hasil secara matematis yang secara praktik memberikan hasil yang cepat dan mendekati optimal. Menurut (Baroto 2002) terdapat empat metode heuristic kesetimbangan lintasan, antara lain:

 - a. Metode *Region Approach (Kilbridge Wester Heuristic)*
 - b. Metode *Ranked Positional Weight (Helgeson-Birnie)*
 - c. Metode *Largest Candidate Rule*
 - d. Metode *J-Wagon (Aquilano)*

Pengertian RPW-MVM

Metode Ranked Positional Weight (RPW) merupakan metode untuk menyelesaikan permasalahan line balancing yang paling umum digunakan pada kasus kesetimbangan lintasan. Metode ini dikembangkan oleh (Helgeson dan Birnie 1961). Menurut (Boctor 1995), model RPW dapat memberikan solusi memuaskan dan cepat. Pada metode ini dilakukan perhitungan pembebanan (*weighted*) pada masing-masing elemen kerja (task) berdasarkan *Precedence Diagram*. Pembebanan (*weighted*) merupakan penjumlahan dari masing-masing waktu elemen kerja dengan *predececor* operasi. Terdapat aturan pengurutan pembebanan pada metode ini yaitu bobot posisional diatur dalam urutan menurun, urutan pengalokasian elemen kerja mengikuti urutan pembebanannya dan memperhatikan *precedence constraint* yang ada (Reginato, dkk. 2016).

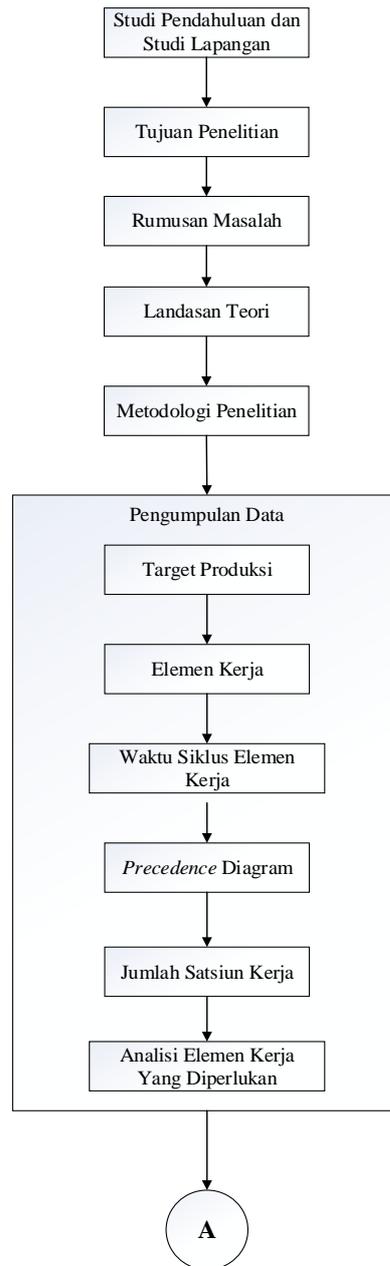
Metode RPW-MVM menggunakan bobot posisional RPW yang diusulkan oleh Helgeson & Birnie dan proporsi *demand* untuk setiap model untuk memecahkan permasalahan *Mix-Model Assembly Line Balancing*. Metode RPW-MVM memungkinkan lini perakitan dapat memenuhi permintaan produksi dengan waktu *workstation* untuk setiap model kurang dari waktu siklus/*Takt time* yang telah. Pemecahan masalah line balancing pada lini perakitan menggunakan metode RPW yang murni di-set dengan waktu siklus yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga dapat diasumsikan bahwa dalam pengalokasian elemen kerja ke dalam *workstation* berdasarkan waktu siklus yang tetap, hal ini mengakibatkan pengalokasian elemen kerja di setiap *workstation* memiliki ketidakseimbangan yang terakumulasi yang biasanya menghasilkan performansi yang kurang baik, untuk menghilangkan batasan target yang tetap/waktu siklus yang tetap maka alokasi elemen kerja harus dapat dialokasikan dimana saja dan kapan saja sehingga dikembangkan metode line balancing pada lintasan

perakitan berdasarkan pembobotan dengan target bergerak atau *Moving-Target* (MVM). Perhitungan *Moving-Target* (MVM) pada lini perakitan dilakukan pada setiap *workstation* dan menyeimbangkan lini perakitan berdasarkan jumlah *workstation* yang ada kemudian nilai *Moving-Target* (MVM) digunakan sebagai acuan untuk melakukan penyeimbangan pengalokasian elemen kerja pada *workstation*. Perhitungan *Moving-Target* (MVM) pada proses penyeimbangan lini perakitan akan mempermudah dalam mengkonfigurasi stasiun kerja dengan mengalokasikan elemen kerja secara seimbang ke *workstation* yang telah ditentukan (Reginato,dkk. 2016)

Menurut (Harrell 2004) mendefinisikan simulasi sebagai tiruan dari suatu sistem dinamis yang dibuat menggunakan model komputer dengan tujuan untuk mengevaluasi dan memperbaiki performansi sistem yang mana sistem merupakan sekumpulan elemen-elemen yang berfungsi bersama untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Sistem yang ditiru terdiri dari sekumpulan elemen-elemen yang meliputi entitas, aktivitas, sumber daya dan kontrol. Secara ringkas, bahwa simulasi merupakan suatu cara untuk melakukan evaluasi dan perbaikan suatu sistem yang meliputi entitas, aktivitas, sumber daya dan kontrol, melalui suatu imitasi model yang dibuat menggunakan program komputer. Model simulasi seringkali dibuat menggunakan program yang ditujukan khusus untuk pemodelan. Beberapa program yang sering digunakan diantaranya adalah ProModel, FlexSim, ARENA, dan Simul8. Program-program tersebut pada dasarnya memiliki fungsi yang sama yaitu untuk memodelkan suatu sistem.

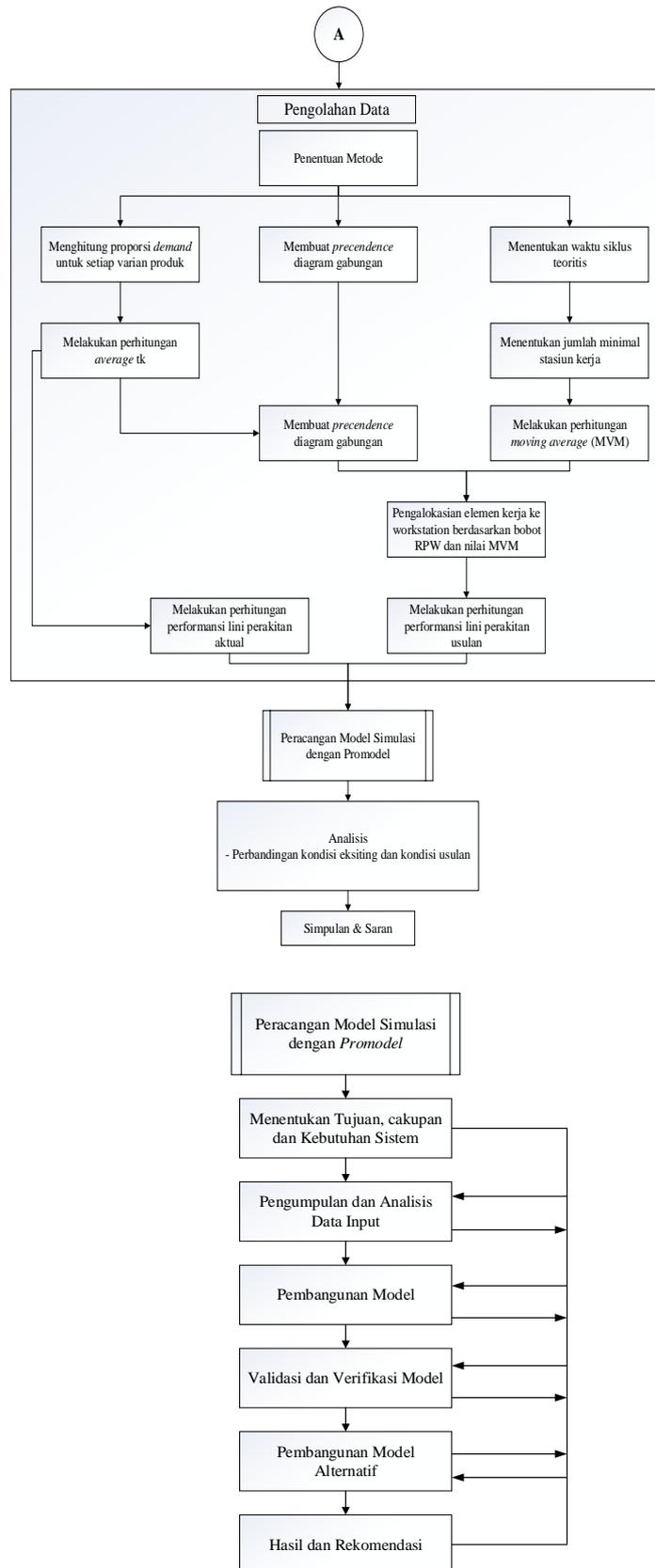
Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan – tahapan atau prosedur yang saling berhubungan untuk menyelesaikan masalah berdasarkan dengan tujuan penelitian. Objek yang dikaji pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan perbaikan perancangan lintasan perakitan di PT. XYZ. Adapun tahap – tahap penelitian ini digambarkan melalui *flowchart* pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. *Flowchart* metodologi penelitian

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Perakitan Departemen Assembling Menggunakan Metode RPW-MVM dan Simulasi (Kasus PT.XYZ)



Gambar 4. Flowchart metodologi penelitian (Lanjutan)

1. Line Balancing menggunakan Metode RPW-MVM

- a. Membuat *Precedence Diagram* gabungan untuk setiap model.
- b. Melakukan perhitungan proporsi *demand* tiap varian model.

$$pdm = \frac{dm}{D} \dots\dots\dots(3.1)$$

dm merupakan permintaan produk pada periode *p*, dengan model $m = 1..M$; dan *D* merupakan total permintaan dari seluruh model yang diproduksi pada periode *p*.

- c. Melakukan perhitungan waktu siklus/*Takt time* (*Tc*) berdasarkan total permintaan produksi

$$Tc = \frac{\text{waktu yang tersedia pada periode } p}{\text{total permintaan pada periode } p} \dots\dots\dots(3.2)$$

- d. Melakukan perhitungan Bobot Waktu Rata-rata ($t\bar{k}$) dan Total Waktu Stasiun Rata-rata ($S\bar{j}$) untuk pengalokasian elemen kerja pada RPW-MVM dikarenakan metode ini memperhitungkan varian model dari mix-model assembly line.

$$t\bar{k} = \sum_{m=1}^M pdm tk, m \dots\dots\dots(3.3)$$

$$S\bar{j} = \sum_{m=1}^M tk \dots\dots\dots(3.4)$$

- e. Melakukan perhitungan RPW untuk masing-masing elemen kerja dengan menjumlahkan *tk* dari proses pendahulu berdasarkan *Joint Precedence*.
- f. Urutkan sesuai pembobotan RPW.
- g. Melakukan perhitungan jumlah minimum *workstation* (Min W).
- h. afa

$$CTTm = \sum_{m=1}^M tk, m \dots\dots\dots(3.5)$$

$$MinW = \frac{CTTm}{Tc}, m = 1, \dots, M \dots\dots\dots(3.6)$$

- i. Tentukan jumlah stasiun $j=W$
- j. Melakukan perhitungan jumlah target bergerak (MVM) *workstation* terbaru untuk setiap model (MVM $j,m=1..M$).

$$CTAj, m = CTA_{j-1, m} + S_{j, m} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$MVM_{j, m} = \frac{CTTm - CTA_{j+1, m}}{MinW - (MinW - j)} \dots\dots\dots(3.8)$$

- k. Melakukan alokasi elemen kerja untuk setiap model ke *workstation* berdasarkan pembobotan RPW dengan memperhatikan join precedence dan bobot rata-rata stasiun kerja ($S\bar{j}$) dengan tujuan pengalokasian elemen kerja tidak melebihi bobot MVM tertinggi ($S\bar{j} \leq$ (major MVM $j,m=1, \dots, M$)) dan perhatikan total waktu elemen kerja untuk setiap model pada masing-masing stasiun kerja agar tidak melebihi waktu siklus/*Takt time* ($S_{j, m=1, \dots, M} \leq Tc$);
- l. Melakukan pengulangan alokasi elemen kerja sampai elemen kerja untuk setiap model tidak dapat dipindah kembali.
- m. Tentukan ($j = j - 1$) dan lakukan perhitungan ulang MVM $j,m=1, \dots, M$
- n. Melakukan validasi terhadap tingkat ketidak-merataan (inequality) yaitu jika ((major MVM $j,m=1, \dots, M$) $\leq Tc$) maka lakukan langkah selanjutnya, jika ((major MVM $j,m=1, \dots, M$) $\geq Tc$) maka ulangi langkah ke-8 dengan menghitung ($MinW = MinW + 1$) dan lakukan pengulangan alokasi elemen kerja kemudian lakukan pengulangan perhitungan dari langkah ke-10 sampai dengan ke-13 hingga seluruh elemen kerja terdistribusi.

2. Pembangunan Model Simulasi

Pembangunan model simulasi merupakan tahap konversi dari model existing menjadi sebuah model simulasi yang representatif dengan model *existing*. Pembangunan model terdiri dari pembangunan model struktural dan operasional.

3. Verifikasi dan Validasi Model

Uji verifikasi dan uji validasi berguna untuk menyatakan bahwa sistem nyata dan model simulasi adalah sama. Sebelum melakukan verifikasi dan validasi model, terlebih dahulu perlu dilakukan uji replikasi untuk menentukan banyaknya replikasi yang dilakukan untuk melakukan simulasi.

4. Pembangunan Model Simulasi Berdasarkan Perhitungan RPW-MVM

Pembuatan sistem usulan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan line balancing menggunakan metode RPW- MVM yang telah dilakukan sebelumnya.

5. Hasil dan Rekomendasi

Tahapan ini merupakan penarikan kesimpulan berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, apakah pengujian usulan dapat dieksekusi di lapangan atau tidak. Jika hasil simulasi dikatakan lebih baik berdasarkan indikator Performansi metode RPW-MVM yang membuktikan bahwa sistem usulan lebih baik dari sistem nyata, maka sistem usulan dapat diterima.

6. Indikator Performansi Metode RPW-MVM

Adapun indikator performansi penyeimbangan lini perakitan metode RPW-MVM yang digunakan sebagai berikut (Peinado & Graeml, 2007) :

a. *Line Efficiency bottleneck situation (LEb)*

$$LE_b = \frac{\sum_{k=1}^N tk}{W \times Tg} \times 100 \dots \dots \dots (3.12)$$

b. Balancing Efficiency

$$BE = [1 - \frac{\sum_{j=1}^W |S_j - Sav|}{W \times Sav}] \times 100 \dots \dots \dots (3.13)$$

c. Kapasitas Produksi

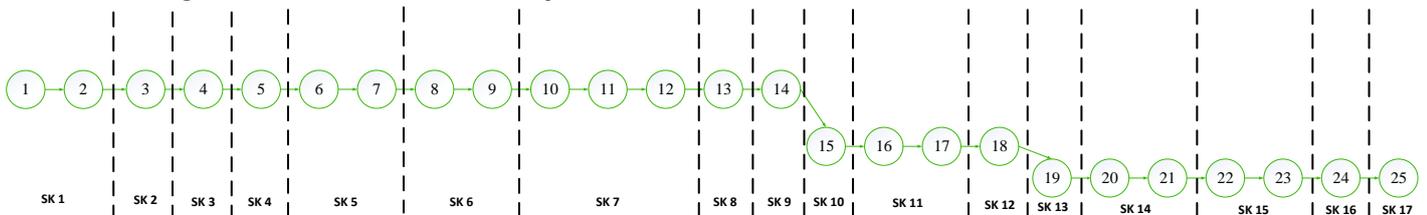
$$Capb = \frac{\text{waktu yang tersedia pada periode } p}{Tg} \dots \dots \dots (3.14)$$

Dimana, Tg merupakan waktu siklus terbesar.

Hasil dan Pembahasan

1. Keseimbangan Perakitan Kondisi Eksisting

a. Diagram keterkaitan elemen kerja



Gambar 5. Diagram Keterkaitan Elemen Kerja

b. Jumlah stasiun kerja

Pada lini perakitan *bottom dan upper* sepatu model PDH, PDL dan *Casual* memiliki 17 stasiun kerja yang saling terhubung satu sama lain.

c. Proporsi *Demand*.

Tabel 3.
Permintaan Produk per model

Model	<i>Demand</i> (Pasang/hari)	Proporsi <i>Demand</i>
PDL	300	37.50
PDH	400	50.00
Casual	100	12.50
Total	800	100.00

d. Perhitungan rata – rata waktu proses (tk)

Tabel 4.
Rata-rata Waktu Proses

No	Pekerjaan	PDH	PDL	Casual	Rata - rata	Stasiun Kerja
		0.38	0.50	0.13		
1	Pengolesan cairan tolen ke stifinner	7.26	6.10	6.17	6.55	14.82
2	Pasang Stifinner ke bagian <i>upper</i>	4.99	10.76	8.17	8.27	
3	Proses pembentukan tumit sepatu	24.37	38.09	34.94	32.55	32.55
4	Proses pemberian latex ke toepuff	25.06	29.44	26.15	27.39	27.39
5	Proses Pemakuan <i>insole</i>	21.04	19.18	16.01	19.48	19.48
6	Pemberian latex pada <i>insole</i>	7.14	6.02	6.04	6.44	16.18
7	Pemberian latex pada <i>upper</i>	6.08	10.86	16.23	9.74	
8	Proses Pemanasan	7.93	12.91	10.74	10.77	23.13
9	<i>Press Upper Hot</i>	10.46	10.09	27.05	12.35	
10	Proses pembentukan kaki depan (<i>toelasting</i>)	15.10	8.41	23.00	12.74	37.60
11	Proses tarik pinggang	7.72	14.93	12.89	11.97	
12	Proses Penarikan tumit sepatu (<i>heelasting</i>)	11.85	14.08	11.21	12.88	16.84
13	Prose pelepasan paku pada <i>insole</i>	17.04	14.85	24.17	16.84	
14	Proses penghalusan slep bawah	18.01	17.15	9.02	16.46	16.46
15	Proses gambar pola <i>outsole</i>	17.13	18.21	12.00	17.03	17.03
16	Proses perapihan pinggir slep bawah	16.14	19.76	21.19	18.58	32.29
17	Proses perapihan gosokan	10.26	15.97	14.99	13.71	
18	Penyesuain garis sejajar kiri dan kanan (QC)	12.14	10.90	10.06	11.26	11.26
19	Pemeriksaan bahan <i>outsole</i>	20.17	20.07	20.12	20.11	20.11

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Perakitan Departemen Assembling
Menggunakan Metode RPW-MVM dan Simulasi (Kasus PT.XYZ)

20	Pengeleman Outsole	28.22	22.17	26.80	25.02	35.85
21	Pengeringan Lem Outsole	12.15	10.05	10.04	10.83	
22	Pengeleman Outsole	28.29	25.89	25.02	26.68	38.16
23	Pengeringan Lem Outsole	12.19	10.78	12.13	11.48	
24	Menempelkan outsole dan Upper	22.06	20.23	32.13	22.40	22.40
25	Press outsole dan upper	19.91	21.10	28.07	21.53	21.53

e. Waktu siklus lini perakitan

Tabel 5.
Waktu Siklus Lini Perakitan Per Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	PDH	PDL	Casual	Sj
1	12.25	16.87	14.34	14.82
2	24.37	38.09	34.94	32.55
3	25.06	29.44	26.15	27.39
4	21.04	19.18	16.01	19.48
5	13.22	16.88	22.27	16.18
6	18.40	23.01	37.79	23.13
7	34.67	37.42	47.10	37.60
8	17.04	14.85	24.17	16.84
9	18.01	17.15	9.02	16.46
10	17.13	18.21	12.00	17.03
11	26.39	35.74	36.18	32.29
12	12.14	10.90	10.06	11.26
13	20.17	20.07	20.12	20.11
14	40.36	32.22	36.84	35.85
15	40.48	36.66	37.16	38.16
16	22.06	20.23	32.13	22.40
17	19.91	21.10	28.07	21.53

f. Takt time dan Kapasitas Produksi

i. Takt time

Untuk mengetahui waktu acuan dalam proses perakitan *bottom dan upper* sepatu diperlukan perhitungan *Takt time*. Dengan mengetahui *Takt time* permasalahan dalam memenuhi target produksi dengan menurunkan waktu siklus hingga sama dengan *Takt time*. Berikut merupakan perhitungan *Takt time* aktual yang dapat dilihat pada perhitungan 4.1.

$$T_c = \frac{\text{waktu yang tersedia pada periode } p}{\text{total permintaan pada periode } p} = T_c = \frac{28800 \text{ detik}}{800 \text{ pasang}} = 36 \text{ detik/pasang} \dots \dots \dots (4.1)$$

ii. Kapasitas Produksi

Untuk mengetahui kapasitas produksi dapat dilakukan dengan cara membagi waktu kerja tersedia dengan waktu siklus yang mana waktu siklus merupakan waktu

stasiun rata – rata (sj) terlama yang terdapat pada lini perakitan. Berikut ini merupakan perhitungan kapasitas produksi kondisi eksisting yang dapat dilihat pada perhitungan 4.2.

$$Capb = \frac{\text{waktu yang tersedia pada periode } p}{Tg} = Capb = \frac{28800 \text{ detik/hari}}{38.63 \text{ detik/pasang}} = 745$$

.....(4.2)

g. *Line Efficiency bottleneck situation (LEb)*

Nilai efisiensi lini perakitan eksisting dapat dihitung dengan membagi rata – rata waktu proses (tk) perakitan *bottom dan upper* sepatu model PDH, PDL dan *Casual* dengan jumlah stasiun kerja dikalikan dengan waktu siklus (*Takt time*) terlama yang terdapat pada proses perakitan. Sehingga diperoleh nilai efisiensi lini perakitan *bottom dan upper* sepatu model PDH, PDL dan *Casual* aktual yaitu :

$$LE_b = \frac{\sum_{k=1}^N tk}{W x Tg} x 100 = LE_b = \frac{383,25}{17 x 38.63} x 100 = 58,35\%.....(4.3)$$

h. *Balancing Efficiency*

Balancing efficiency lini perakitan eksisting proses perakitan *bottom dan upper* sepatu model PDH, Pdl dan *Casual* menggunakan perhitungan yang dapat dilihat pada perhitungan 4.4.

$$BE = [1 - \frac{\sum_{j=1}^W |Sj - Sav|}{W x Sav}] x 100 = BE = [1 - \frac{123,67}{17 x 22,54}] x 100 = 67,73\%.....(4.4)$$

2. Perencanaan Lintasan Perakitan Usulan

a. Perhitungan Pembobotan RPW Setiap Elemen Kerja

Tabel 6.
Pembobotan RPW Elemen Kerja

No	Pekerjaan	PDH	PDL	Casual	Rata - rata	Bobot	Rank
		0.50	0.38	0.13			
1	Pengolesan cairan tolen ke stifinner	7.26	6.10	6.17	6.69	6.69	25
2	Pasang Stifinner ke bagian <i>upper</i>	4.99	10.76	8.17	7.55	14.24	24
3	Proses pembentukan tumit sepatu	24.37	38.09	34.94	30.84	38.39	5
4	Proses pemberian latex ke toepuff	25.06	29.44	26.15	26.84	57.68	1
5	Proses Pemakuan <i>insole</i>	21.04	19.18	16.01	19.71	19.71	22
6	Pemberian latex pada <i>insole</i>	7.14	6.02	6.04	6.58	26.29	15
7	Pemberian latex pada <i>upper</i>	6.08	10.86	16.23	9.14	35.98	8
8	Proses Pemanasan	7.93	12.91	10.74	10.15	19.29	23
9	<i>Press Upper Hot</i>	10.46	10.09	27.05	12.40	22.55	20
10	Proses pembentukan kaki depan (<i>toelasting</i>)	15.10	8.41	23.00	13.58	25.98	16
11	Proses tarik pinggang	7.72	14.93	12.89	11.07	24.65	17

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Perakitan Departemen Assembling
Menggunakan Metode RPW-MVM dan Simulasi (Kasus PT.XYZ)

12	Proses Penarikan tumit sepatu (<i>heelasting</i>)	11.85	14.08	11.21	12.61	23.68	19
13	Prose pelepasan paku pada <i>insole</i>	17.04	14.85	24.17	17.11	29.72	14
14	Proses penghalusan slep bawah	18.01	17.15	9.02	16.56	33.67	11
15	Proses gambar pola <i>outsole</i>	17.13	18.21	12.00	16.89	33.45	12
16	Proses perapihan pinggir slep bawah	16.14	19.76	21.19	18.13	35.02	9
17	Proses perapihan gosokan	10.26	15.97	14.99	12.99	31.12	13
18	Penyesuain garis sejajar kiri dan kanan (QC)	12.14	10.90	10.06	11.42	24.41	18
19	Pemeriksaan bahan <i>outsole</i>	20.17	20.07	20.12	20.13	20.13	21
20	Pengeleman <i>Outsole</i>	28.22	22.17	26.80	25.77	45.90	2
21	Pengeringan Lem <i>Outsole</i>	12.15	10.05	10.04	11.10	36.87	7
22	Pengeleman <i>Outsole</i>	28.29	25.89	25.02	26.98	38.08	6
23	Pengeringan Lem <i>Outsole</i>	12.19	10.78	12.13	11.65	38.63	4
24	Menempelkan <i>outsole</i> dan Upper	22.06	20.23	32.13	22.63	34.29	10
25	Press <i>outsole</i> dan upper	19.91	21.10	28.07	21.38	44.01	3

b. Perhitungan Stasiun Kerja Minimal

Tabel 7.
Stasiun Kerja Minimal

	Seri/Model Produk Sepatu		
	PDL	PDH	Casual
CTTm (detik)	377.51	391.60	381.16
Tc (detik)	36.00	36.00	36.00
Jumlah Stasiun Kerja Minimal (MINw)	10.49	10.88	10.6
Jumlah Stasiun Kerja (W=j)	11		

c. Perhitungan Moving Target dan Pengalokasian Elemen Kerja Usulan Berdasarkan Pembobotan RPW dan Nilai Moving Target

Setelah melakukan pengalokasian elemen kerja ke stasiun kerja diperlukannya perhitungan jumlah target bergerak (MVM) stasiun kerja terbaru untuk setiap model (MVM j , $m=1, \dots, M$) sebagai acuan untuk melakukan pengalokasian elemen kerja ke stasiun kerja baru. Perhitungan moving target (MVM) pada rumus (3.8).

Tabel 8.
Perhitungan Moving Target dan Alokasi Elemen Kerja

Seri/Model Produk Sepatu	PDH	PDL	Casual	Waktu stasiun kerja (Sj)			Average Total Station Time	MAX AVM m	TAK T TIME
				SJ,A	SJ,B	SJ,C			
J(m)	11	11	11						
) CTTm	377.51	391.60	381.16						

13	CTAj+ ₁	0.00	0.00	0.00	32.31	35.54	32.32	33.39	35.79	36.00
	AVMm	35.44	36.77	35.79						
12	CTAj+ ₁	32.31	35.54	32.32	35.18	31.86	29.13	32.06	32.75	36.00
	AVMm	32.41	33.43	32.75						
11	CTAj+ ₁	35.18	31.86	29.13	25.86	34.95	29.98	30.26	33.05	36.00
	AVMm	32.14	33.78	33.05						
10	CTAj+ ₁	25.86	34.95	29.98	34.28	31.73	32.24	32.75	32.97	36.00
	AVMm	33.02	33.49	32.97						
9	CTAj+ ₁	34.28	31.73	32.24	24.37	29.94	34.94	29.75	32.76	36.00
	AVMm	32.23	33.79	32.76						
8	CTAj+ ₁	24.37	29.94	34.94	27.30	30.82	29.94	29.35	32.51	36.00
	AVMm	33.16	33.96	32.51						
7	CTAj+ ₁	27.30	30.82	29.94	35.36	28.19	32.84	32.13	32.98	36.00
	AVMm	32.88	33.87	32.98						
6	CTAj+ ₁	35.36	28.19	32.84	27.59	28.31	21.97	25.95	32.70	36.00
	AVMm	32.12	34.12	32.70						
5	CTAj+ ₁	27.59	28.31	21.97	24.90	31.87	28.05	28.27	33.73	36.00
	AVMm	32.85	34.11	33.73						
4	CTAj+ ₁	24.90	31.87	28.05	28.76	34.11	28.90	30.59	33.15	36.00
	AVMm	33.11	33.78	33.15						
3	CTAj+ ₁	28.76	34.11	28.90	28.29	25.89	25.02	26.40	33.07	36.00
	AVMm	32.74	33.57	33.07						
2	CTAj+ ₁	28.29	25.89	25.02	22.06	20.23	22.80	21.70	33.44	36.00
	AVMm	32.79	34.34	33.44						
1	CTAj+ ₁	22.06	20.23	22.80	31.24	28.17	33.03	30.81	33.65	36.00
	AVMm	33.37	34.87	33.65						

d. Perhitungan Indikator Performansi Lintasan Perakitan Usulan:

1. *Line Efficiency* (LEb)

$$LE_b = \frac{\sum_{k=1}^N tk}{W \times Tg} \times 100 = LE_b = \frac{383,25}{13 \times 33,39} \times 100 =$$

88,28%.....(4.8)

2. *Balancing Efficiency*

Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Perakitan Departemen Assembling
Menggunakan Metode RPW-MVM dan Simulasi (Kasus PT.XYZ)

$$BE = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^W |S_j - Sav|}{W \times Sav} \right] \times 100 = BE = \left[1 - \frac{31,59}{13 \times 29,49} \right] \times 100 = 91,76\% \dots \dots \dots (4.9)$$

3. *Kapasitas Produksi Kondisi Usulan*

$$Capb = \frac{\text{waktu yang tersedia pada periode } p}{Tg} = Capb = \frac{28800 \text{ detik/hari}}{33,39 \text{ detik/pasang}} = 862 \text{ pasang/hari} \quad (4.10)$$

e. Output Simulasi Kondisi Usulan dengan Metode RPW-MVM

Setelah pembangunan simulasi usulan maka selanjutnya akan disimulasikan. Hal ini dilakukan dengan tujuan melihat hasil *output* model yang telah disimulasikan, Berikut merupakan *output* pada *entries activity* dapat dilihat jumlah entitas dalam sistem dan jumlah entitas yang keluar dari sistem atau produk jadi untuk 10 kali simulasi.

Name	Replication	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System [SEC]	Avg Time In Move Logic [SEC]
PDH	1	356.00	0.00	4587.96	46.00
PDH	2	333.00	0.00	4543.18	46.00
PDH	3	337.00	0.00	4659.91	46.00
PDH	4	313.00	0.00	4513.79	46.00
PDH	5	358.00	0.00	4500.97	46.00
PDH	6	347.00	0.00	4690.74	46.00
PDH	7	347.00	0.00	4922.93	46.00
PDH	8	337.00	0.00	4724.04	46.00
PDH	9	349.00	0.00	4369.17	46.00
PDH	10	330.00	0.00	4588.97	46.00
PDL	1	234.00	0.00	4771.74	46.00
PDL	2	266.00	0.00	4749.68	46.00
PDL	3	228.00	0.00	4810.37	46.00
PDL	4	275.00	0.00	4494.09	46.00
PDL	5	241.00	0.00	4737.26	46.00
PDL	6	247.00	0.00	4610.34	46.00
PDL	7	235.00	0.00	4879.56	46.00
PDL	8	242.00	0.00	4598.15	46.00
PDL	9	249.00	0.00	4681.17	46.00
PDL	10	252.00	0.00	4218.14	46.00
PROMETHEUS	1	73.00	0.00	4506.07	46.00
PROMETHEUS	2	64.00	0.00	4532.64	46.00
PROMETHEUS	3	99.00	0.00	4358.02	46.00
PROMETHEUS	4	82.00	0.00	4365.10	46.00
PROMETHEUS	5	66.00	0.00	4424.83	46.00
PROMETHEUS	6	73.00	0.00	4321.71	46.00
PROMETHEUS	7	70.00	0.00	4978.59	46.00
PROMETHEUS	8	87.00	0.00	4537.19	46.00
PROMETHEUS	9	74.00	0.00	4247.83	46.00
PROMETHEUS	10	87.00	0.00	4335.71	46.00

Gambar 6 *Output* Simulasi Kondisi Usulan Metode RPW-MVM

Berdasarkan gambar 4.27 diatas dapat diketahui bahwa berdasarkan 10 kali simulasi dengan 8 jam kerja yang disesuaikan dengan jam kerja nyata pada perusahaan PT. XYZ dapat dihasilkan sepatu untuk proses perakitan *bottom* dan *upper* sepatu dengan rata – rata total *output* 665,1 pasang/hari.

Uji Komparasi

Pembangunan model alternatif perlu diuji komparasi untuk menentukan alternatif yang paling baik. Adapun sistem usulan yang akan dikomparasi adalah sebanyak dua buah. Uji Komparasi berdasarkan uji independensi t-test akan dilakukan menggunakan aplikasi SPSS.

Hipotesis :

H0: $\mu_1 = \mu_2$

H1: $\mu_1 \neq \mu_2$

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Hasil_Simulasi	Equal variances assumed	8.165	.010	5.619	18	.000	9.80000	1.74420	6.13558	13.46442
	Equal variances not assumed			5.619	9.059	.000	9.80000	1.74420	5.85829	13.74171

Gambar 7 Hasil Uji Komparasi Simulasi Eksisting dan Usulan

Dasar Pengambilan Keputusan dengan menggunakan Alpha 10%:

- Jika nilai Sig (2-tailed) $\leq 0,10$, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil simulasi eksisting dan simulasi usulan.
- Jika nilai Sig. (2-tailed) $> 0,10$, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara simulasi eksisting dan simulasi usulan.

Berdasarkan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa **H₀ ditolak** yang artinya terdapat perbedaan/perubahan antara simulasi eksisting dan simulasi usulan.

Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh PT. XYZ tidak terpenuhinya target produksi sepatu PDH, PDL dan *Casual* yang disebabkan oleh lintasan perakitan yang tidak seimbang dan terdapat waktu stasiun kerja yang melampaui takt time yang telah ditentukan, maka penelitian ini melakukan penyeimbangan lintasan perakitan departemen *assembling* sepatu model PDH, PDL dan *Casual* dengan meratakan beban kerja untuk setiap tahun kerja menggunakan metode RPW-MVM. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai hasil yang diperoleh dari penyeimbangan lintasan:

1. Berdasarkan perhitungan performansi terdapat peningkatan kapasitas produksi setelah dilakukannya penyeimbangan lintasan perakitan sebesar 117 pasang sepatu. Dimana kondisi aktual lintasan perakitan memiliki kapasitas produksi sebesar 745 pasang, Kemudian setelah dilakukannya penyeimbangan lintasan perakitan kapasitas produksi yang dapat dicapai sebesar 862 pasang dengan metode RPW-MVM.
2. Didapatkan indeks performansi yang lebih baik dimana pada kondisi eksisting *line efficiency bottleneck situation* sebesar 58,35% dan *balancing efficiency* sebesar 67,73%, sedangkan lintasan perakitan usulan dengan metode RPW-MVM memiliki *line efficiency bottleneck situation* sebesar 88,28% dan *balancing efficiency* sebesar 91,76%.

Bibliografi

- Ahyadi, Harawan, Saputra, Rudi, & Suhartanto, Eko. (2015). Analisis Keseimbangan Lintasan Untuk Meningkatkan Proses Produksi Pada Air Mineral Dalam Kemasan. *Bina Teknika*, 11(2), 139–148.
- Alakaş, Hacı Mehmet, & Toklu, Bilal. (2020). Problem Specific Variable Selection Rules for Constraint Programming: A Type II Mixed Model Assembly Line Balancing Problem Case. *Applied Artificial Intelligence*, 34(7), 564–584. <https://doi.org/10.1080/08839514.2020.1731782>
- Baroto, Teguh. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Galia.
- Bedworth, D. D. .. (1997). *Integrated Production COntrol System: Analysis, Design* (2nd ed.). New york: John Wiley and SOns.
- Boctor, Fayez F. (1995). A multiple-rule heuristic for assembly line balancing. *Journal of the Operational Research Society*, 46(1), 62–69. <https://doi.org/10.1057/jors.1995.7>
- Çil, Zeynel Abidin, Li, Zixiang, Mete, Suleyman, & Özceylan, Eren. (2020). Mathematical model and bee algorithms for mixed-model assembly line balancing problem with physical human–robot collaboration. *Applied Soft Computing Journal*, 93, 106394. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106394>
- Dasanti, a F., Jakdan, F., & Santoso, T. (2020). Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Di PT GARMENT JAKARTA. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 2(1), 2–7.
- Djunaidi, Much, & . Angga. (2018). Analisis Keseimbangan Lintasan (Line Balancing) Pada Proses Perakitan Body Bus Pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(2), 77–84. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v5i2.1788>
- Gaspersz, Vincent. (1998). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT. Sun.
- Harrell, Charles. (2004). *Simalation Using Promodel* (2nd ed.). Boston: Massachusetts B.
- Helgeson, W. P., & Birnie, D. P. (1961). Assembly Line Balancing Using the Ranked Positional Weight Techniqu. *Journal of Industrial Engineering*, 12(6), 384–398.
- Kriengkorakot, Nuchsara, & Pianthong, Nalin. (2007). The Assembly Line Balancing Problem : Review articles *. *KKU Engineering Journal*, 34(2), 133–140.
- Mönch, Tobias, Huchzermeier, Arnd, & Bebersdorf, Peter. (2020). Variable takt times in mixed-model assembly line balancing with random customisation. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–20.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1769874>

- Nasution, Andri Rachmat Kumalasian, & Nurhadi, Nurhadi. (2019). Studi Kelayakan Bisnis Produksi & Pemasaran Cake Di Kota Bandung (Kasus Di Cv. Yeye Group). *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 18(1), 38. <https://doi.org/10.26874/jt.vol18no1.95>
- Nasution, Arman Hakim. (2003). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi* (1st ed.). Surabaya: Guna Widya.
- Ponda, Henri, Hardono, Joko, & Pikri, Sofi Khaerul. (2019). Analisa Keseimbangan Lintasan Produksi Pada Pembuatan Radiator Mitsubishi Ps 220 Dengan Metode Ranked Positional Weight (Rpw). *Journal Industrial Manufacturing*, 4(1), 77. <https://doi.org/10.31000/jim.v4i1.1251>
- Reginato, Gustavo, Anzanello, Michel José, & Kahmann, Alessandro. (2016). Mixed assembly line balancing method in scenarios with different mix of products. *Gestão & Produção*, 23(2), 294–307. <https://doi.org/10.1590/0104-530x1874-14>
- SAIFUL, HAMBALI, MULYADI, & MUHADI RAHMAN, TRI. (2016). PENYEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI DENGAN METODE HEURISTIK (STUDI KASUS PT XYZ MAKASSAR). *Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 182. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol15.no2.182-189>
- Salim, Hengky K., Setiawan, Kuswara, & Hartanti, Lusia PS. (2016). Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi Menggunakan Pendekatan Simulasi Dan Metode Ranked Positional Weights. *JTi Undip: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 53–60. <https://doi.org/10.12777/jati.11.1.53-60>
- Yang, Wucheng, & Cheng, Wenming. (2020). Modelling and solving mixed-model two-sided assembly line balancing problem with sequence-dependent setup time. *International Journal of Production Research*, 58(21), 6638–6659. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1683255>