



Peningkatan Efisiensi Tenaga Kerja pada Lintasan *Assy Wheel* dengan Metode *Line Balancing Ranked Positional Weight*

Muhammad Ilham Akbar Hariyanto¹, Hery Hamdi Azwir¹

¹) Faculty of Engineering, Industrial Engineering Department, President University
Jl. Ki Hajar Dewantara
Kota Jababeka, Cikarang, Bekasi - Indonesia 17550
Email: m_ilham_a_h@yahoo.co.id , hery.azwir@president.ac.id

ABSTRAK

Pada proses produksi sepeda motor di PT XYZ dilakukan berbagai proses manufaktur dan salah satunya adalah proses *Assy Wheel*. Proses *Assy Wheel* untuk *type K93X* yang dilakukan pada PT XYZ memiliki efisiensi lintasan yang cukup rendah. Hal tersebut terjadi karena ada beberapa stasiun kerja yang tidak seimbang yang mana kondisi tersebut cukup merugikan bagi perusahaan, sehingga hal tersebut perlu diminimalkan atau dihilangkan. Salah satu cara meminimalkan stasiun kerja yang tidak seimbang adalah dengan menyeimbangkan lintasan kerja dengan metode RPW (*Ranked Positional Weight*). Metode ini dilakukan dengan cara membuat *precedence* diagram, menentukan pembobotan posisi untuk setiap elemen kerja, mengurutkan elemen kerja berdasarkan posisi peringkat, penempatan elemen kerja pada stasiun kerja, menempatkan sisa waktu pada sebuah operasi dengan urutan selanjutnya pada stasiun kerja. Setelah dilakukan proses analisis pada Lintasan *Assy Wheel* ditemukan elemen kerja pada stasiun kerja yang perlu diubah dan diseimbangkan. Elemen kerja digabungkan pada stasiun kerja selanjutnya sehingga efisiensi lintasan meningkat dari 74 % menjadi 95 %, dan jumlah stasiun kerja dan tenaga kerja berkurang dari empat menjadi dua.

Kata Kunci: kapasitas produksi, *line assembling*, *line balancing*, *cycle time*, efisiensi lintasan

ABSTRACT

In the production of motorcycles at PT XYZ, there are various manufacturing processes and one of them is the Assy Wheel process. The Assy Wheel process for the K93X type performed on PT XYZ has a fairly low track efficiency. This happens because there are some unbalanced work stations where the conditions are quite detrimental to the company, so they need to be minimized or eliminated. One way to minimize unbalanced work stations is by balancing work tracks with the RPW (Ranked Positional Weight) method. This method is done by making a precedence diagram, determining the weighting of positions for each work element, sorting work elements by ranking position, placing work elements on a work station, placing the remaining time on an operation in the next sequence at the work station. After the analysis process is carried out on the Assy Wheel Track, there is a work element at the work station that needs to be changed and balanced. Work elements are combined at the next work station so that the track efficiency increases from 74% to 95%, the number of work stations and labor is reduced from four to two.

Keywords: production capacity, *line assembly*, *line balancing*, *cycle time*, *line efficiency*

1. Pendahuluan

Saat ini setiap perusahaan manufaktur berusaha memaksimalkan semua peralatan yang tersedia guna terciptanya efisiensi. Efisiensi yang tinggi sering kali kontraproduktif terhadap kapasitas produksi, karena efisiensi yang tinggi biasanya disertai dengan meminimalisir penggunaan peralatan sehingga harus didapatkan hal yang seimbang antara penggunaan peralatan dan kapasitas yang berdampak pada efisiensi pada lini produksi.

Line Balancing menggunakan metode *Ranked Positional Weight* telah digunakan pada perusahaan manufaktur untuk penyeimbangan lintasan seperti penelitian yang telah dilakukan oleh (Kays, Emrul, dkk., 2017). Dalam salah satu penelitian dikatakan bahwa *Line Balancing* dengan menggunakan metode *Rank Positional Weight* adalah metode yang paling banyak diaplikasikan dalam industri (Manaye, 2019). Di antara industri yang

mengaplikasikannya adalah industri sepatu bola (Afifuddin, 2019), industri rokok (Prabowo, 2016), industri farmasi (Astuti & Edy purwanto, 2019, dan industri alat berat (Azwir & Nugraha, 2020).

Pada proses *Assy Wheel* yang dilakukan PT XYZ ditemukan efisiensi lintasan yang cukup rendah yaitu sebesar 74%. Hal tersebut terjadi karena ada stasiun kerja yang tidak seimbang antara jumlah stasiun kerja dan elemen kerja yang dilakukan. Pada stasiun kerja *insert valve* memiliki *cycle time* 10.32 detik sedangkan pada proses *Final Inspection* memiliki *cycle time* 22,41 detik. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan waktu yang cukup signifikan antar proses di lintasan *Assy Wheel*. Hal ini cukup merugikan bagi perusahaan karena berdampak adanya tenaga kerja yang berlebih pada proses *assy wheel*, maka dari itu perlu dilakukan usaha untuk meminimalkan atau menghilangkan beberapa stasiun kerja sehingga efisiensi lintasan dapat meningkat dan jumlah tenaga kerja dapat diminimalisir.

2. Metodologi

Metodologi penelitian merupakan kerangka kerja secara sistematis yang akan menggambarkan tahapan-tahapan untuk mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis, memecahkan dan menyimpulkan suatu masalah sehingga lebih terarah dan beraturan dalam melakukan penelitian. Dalam penyusunan penelitian ini, kerangka penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

2.1 Observasi Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan di PT XYZ, pada tahap ini dilakukan penelitian di departemen Produksi. Penelitian dipusatkan pada salah satu proses produksi yaitu *Assy Wheel*. Penelitian dilakukan dengan mengamati secara langsung ke produksi seberapa besar penyebab tidak efisiensi yang terjadi dan apa penyebabnya.

2.2 Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan adalah tahapan dalam menemukan dan mengenali objek permasalahan yang akan diteliti. Setelah melakukan pengamatan di Produksi *Assy Wheel* ditemukan masalah *cycle time* yang tidak seimbang pada lini *Assy Wheel*.

2.3 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan dengan cara mempelajari konsep aktivitas dalam melakukan penelitian dengan landasan teori yang berisi teori-teori yang dapat menunjang penelitian untuk membantu memecahkan masalah yang ada tanpa keluar dari ruang lingkup batasan masalah yang telah dibuat sebelumnya. Pada penelitian ini untuk menyeimbangkan pada lintasan perakitan metode yang digunakan adalah metode Helgeson - Birnie, nama yang lebih populer dari metode ini adalah metode posisi peringkat (*Rank Positional Weight*). Metode ini sesuai dengan namanya dikemukakan oleh Helgeson dan Birnie. Metode ini dipilih karena lebih mudah penerapannya dibandingkan metode yang lain (Perwitasari, 2018).

2.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam tahapan ini, dilakukan pengumpulan data. Sumber data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dengan melakukan pertemuan dengan pihak - pihak terkait yang digunakan untuk pengolahan data perencanaan produksi, Serta data sekunder dari tinjauan dokumen berupa jumlah order bulanan *Wheel Assy* dan data waktu kerja efektif bulanan lintasan produksi *Wheel Assy*.

2.5 Analisis

Pengolahan data dilakukan dengan mengamati sistem yang ada dan dianalisis informasi serta tindakan apa saja yang kurang selama ini sehingga dapat diketahui perbaikan apa yang akan dilakukan. Langkah awal yang dilakukan adalah membuat *precedence* diagram, kemudian melakukan pembobotan posisi dan terakhir membagi proses kerja ke stasiun kerja untuk mendapatkan keseimbangan lintasan (Wignjosoebroto, 2008).

2.6 Kesimpulan

Tahapan ini berisi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang dilakukan atas rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya dan memberikan saran mengenai permasalahan yang ada dalam perusahaan yang ditemukan saat penelitian.

3. Hasil dan Diskusi

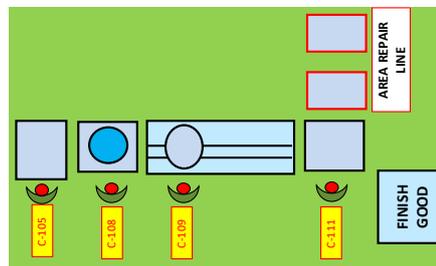
3.1 Pengenalan Produk dan Area Produksi

Proses *Assy Wheel* merupakan proses perakitan roda dimana komponen-komponen dari supplier di rakit untuk menjadi sebuah *Wheel Assy* seperti pada Gambar 1. Pada satu unit *Wheel Assy* terdiri atas tiga komponen yaitu *Tire*, *Casting Wheel*, dan *Valve Rim*.



Gambar 1. *Wheel Assy* type K93X

Satu unit *Wheel Assy* terdiri atas tiga komponen yang di rakit pada *Main Line* dengan jumlah stasiun kerja yang melakukan proses perakitan terdapat empat stasiun. Berikut ini *Layout* dari proses *Assy Wheel* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan *Assy Wheel* type K93X

Pada Gambar 2, lintasan *Assy Wheel*, setiap stasiun kerja terdapat tenaga kerja yang melakukan pekerjaan sesuai dengan standar operasi yang telah ditentukan. Untuk kode C-105 merupakan stasiun *Insert Valve*, C-108 merupakan stasiun *Tire Install*, C-109 merupakan stasiun *Air Filler*, dan yang terakhir C-111 merupakan stasiun *Final Inspection*

3.2 Pengamatan Faktor-faktor Penyesuaian

Untuk menghitung waktu standar diperlukan faktor-faktor penyesuaian. Pemberian nilai dari faktor-faktor penyesuaian dilakukan pada *Line Wheel Assy* diambil berdasarkan pengamatan dari empat operator, satu operator sebagai *Final Inspection* memiliki *skill* dan komunikasi yang lebih dari operator yang lain dan sebagai acuan pemberian faktor-faktor penyesuaian. (Sutalaksana, I. Z., Jann H. Tjakraatmadja, dan Ruhana Anggawisastra. 1979.) Untuk mengetahui keseluruhan nilai faktor penyesuaian pada masing-masing operator dapat dilihat pada Tabel 1.

3.3 Pengamatan Faktor Kelonggaran

Faktor-faktor kelonggaran diperlukan untuk menghitung waktu standar. Pemberian nilai dari faktor-faktor kelonggaran dilakukan berdasarkan pengamatan ketika proses produksi berlangsung dan diasumsikan sama untuk semua operator. Pada Tabel 2 dapat dilihat faktor kelonggaran untuk operator pada *line Wheel Assy*.

Tabel 1. Faktor - faktor penyesuaian

Station	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian	Jumlah
Insert Valve	Keahlian	Average	D	0.00	0.00
	Usaha	Average	D	0.00	
	Kondisi	Average	D	0.00	
	Konsistensi	Average	D	0.00	
Tire Install	Keahlian	Good	C2	0.03	0.03
	Usaha	Average	D	0.00	
	Kondisi	Average	D	0.00	
	Konsistensi	Average	D	0.00	
Air Filler	Keahlian	Average	D	0.00	0.00
	Usaha	Average	D	0.00	
	Kondisi	Average	D	0.00	
	Konsistensi	Average	D	0.00	
Final Inspection	Keahlian	Good	C2	0.03	0.03
	Usaha	Average	D	0.00	
	Kondisi	Average	D	0.00	
	Konsistensi	Average	D	0.00	

Tabel 2. Faktor - faktor kelonggaran

Faktor	Allowance	
Tenaga yang Dikeluarkan	Sangat Ringan	6%
Sikap Kerja	Berdiri diatas kaki	1%
Gerakan Kerja	Agak terbatas	0%
Kelelahan Mata	Pandangan yang terputus putus	0%
Keadaan Temperatur Tempat Kerja	Normal	0%
Keadaan Atmosfer	Baik	0%
Keadaan Lingkungan yang Baik	Siklus kerja berulang – ulang	0%
Kelonggaran Untuk Kebutuhan	Pria	0%
Total		7%

3.4 Waktu Kerja Efektif

Pada dasarnya waktu kerja normal produksi PT. XYZ saat ini adalah sebagai berikut:

1. Hari kerja produksi adalah 5 hari, yaitu hari Senin sampai hari Jum'at.
2. Waktu kerja produksi adalah dua shift, yaitu shift 1 dan shift 2.

Waktu kerja efektif merupakan waktu yang dapat digunakan untuk melakukan proses produksi. Waktu kerja efektif didapatkan dari pengurangan total waktu kerja normal dengan total waktu untuk melakukan *line stop* terencana. Pada Tabel 3 terdapat jam kerja efektif pada PT. XYZ.

Tabel 3. Waktu kerja efektif
Shift 1 (Senin - Jumat : 07.00 s/d 16.00)

Uraian	Waktu (menit)
Waktu kerja normal (Senin-Jumat)	540
<i>Line stop</i> terencana :	
1. P5M	5
2. Cleaning (5R)	
3. Istisrahat 10 menit (10.00 & 14.30)	20
4. Ishoma (Senin-Jumat : 11.50 s/d 12.40)	50
Total <i>line stop</i> terencana :	85
Waktu kerja efektif Shift 1	455

Shift 2 (Senin - Jumat : 16.00 s/d 00.00)

Uraian Kegiatan	Waktu
Waktu kerja normal (Senin-Jumat)	480
Line stop terencana	
1. P5M	5
2. Cleaning (5R)	10
3. Istirahat 10 menit (17.50 & 21.50)	20
4. Ishoma (Senin-Jumat : 19.10 s/d 20.00)	50
Total line stop terencana :	85
Waktu kerja efektif Shift 2	395

3.5 Planning Produksi Wheel Assy

Planning Produksi merupakan data jumlah barang yang harus diproduksi pada bulan tertentu. Berdasarkan Planning Produksi dapat diketahui jumlah produksi rata-rata setiap bulan. Data Planning Produksi akan menjadi acuan pada perhitungan cycle time yang harus dicapai oleh lintasan produksi. Sehingga Wheel Assy dapat diproduksi sesuai jumlah yang diinginkan. Pada Tabel 4 dapat dilihat Planning Produksi Wheel Assy.

Tabel 4. Planning produksi wheel assy

Bulan	Jan-19	Feb-19	Mar-19	Apr-19	May-19	Jun-19
Planning Produksi/Bulan	50000	46000	50000	46000	50000	36000
Jumlah Hari Produksi	25	23	25	23	25	18
Planning Produksi/Hari	2000	2000	2000	2000	2000	2000

3.6 Data Cycle Time

Pengambilan data Cycle Time dilakukan dengan metode jam henti dimana data diambil sebanyak 30 kali berturut-turut kemudian akan dilakukan pengolahan. Pengolahan data cycle time untuk memastikan data hasil waktu yang diambil telah cukup dan seragam.

Data perhitungan cycle time yang diambil adalah waktu kerja di setiap elemen kerja pada stasiun kerja proses perakitan Wheel Assy. Data diambil pada bulan Juni 2019 pada saat proses produksi Wheel Assy. Berikut pada Tabel 5

Tabel 5. Data Cycle Time Line Assy Wheel

Station	Elemen Kerja	Waktu Hasil Observasi (Detik)																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Insert Valve	1	1.39	1.25	1.08	1.28	1.09	1.22	1.18	1.06	1.20	1.39	1.08	1.09	1.03	1.03	1.02	1.05	1.05	1.42	1.21	1.12	1.11	1.38	1.15	1.11	1.01	1.50	1.13	1.10	1.24	1.05
	2	3.68	3.12	3.49	3.38	3.03	4.00	3.59	3.31	3.22	3.97	3.42	3.96	3.40	3.81	3.32	3.51	3.23	3.37	3.94	3.40	3.69	3.59	3.31	3.50	3.81	3.81	3.23	3.82	3.79	3.15
	3	2.22	2.20	2.07	2.24	2.61	2.56	2.91	2.69	2.69	2.65	2.51	2.33	2.31	2.93	2.16	2.20	2.38	2.02	2.91	2.98	2.19	2.93	2.80	2.55	2.80	2.08	2.62	2.31	2.17	2.15
	4	2.24	2.80	2.23	2.52	2.24	2.62	2.60	2.35	2.35	2.66	2.06	2.51	2.39	2.53	2.38	2.36	2.63	2.89	2.53	2.55	2.40	2.30	2.46	2.32	2.42	2.15	2.73	2.14	2.14	2.09
	5	2.95	2.53	2.70	2.67	2.08	3.00	2.29	2.35	2.90	2.93	2.88	2.58	2.57	2.41	2.88	2.00	2.80	2.33	2.79	2.03	2.24	2.07	2.71	2.96	2.35	2.50	2.30	2.70	2.12	2.67
Tire Install	1	5.54	5.39	5.23	5.31	5.74	5.51	5.35	5.80	5.10	5.27	5.82	5.39	5.69	5.74	5.04	5.41	5.93	5.75	5.70	5.07	5.93	5.61	5.32	5.80	5.44	5.51	5.75	5.78	5.81	
	2	2.02	2.08	2.21	2.35	2.41	2.74	2.67	2.00	2.97	2.35	2.25	2.84	2.05	2.15	2.11	2.52	2.78	2.93	2.34	2.31	2.57	2.35	2.52	2.39	2.57	2.36	2.63	2.89	2.04	2.43
	3	1.21	1.46	1.38	1.38	1.30	1.52	1.06	1.25	1.08	1.27	1.45	1.29	1.05	1.21	1.40	1.11	1.43	1.33	1.27	1.33	1.23	1.31	1.15	1.15	1.25	1.39	1.27	1.27	1.12	1.47
	4	3.11	3.09	3.04	3.32	3.17	3.05	3.00	3.03	3.47	3.13	3.11	3.23	3.50	3.35	3.33	3.48	3.21	3.17	3.50	3.05	3.49	3.38	3.22	3.40	3.37	3.08	3.34	3.46	3.07	3.06
	5	1.44	1.10	1.35	1.25	1.39	1.05	1.43	1.26	1.41	1.15	1.23	1.26	1.31	1.41	1.32	1.29	1.34	1.37	1.27	1.01	1.39	1.40	1.23	1.28	1.20	1.23	1.33	1.06	1.14	1.38
Air Filter	1	1.16	1.23	1.07	1.41	1.35	1.42	1.32	1.27	1.30	1.01	1.33	1.37	1.05	1.15	1.06	1.18	1.29	1.06	1.01	1.10	1.44	1.13	1.14	1.42	1.16	1.40	1.05	1.37	1.09	1.14
	2	1.34	1.03	1.37	1.26	1.45	1.48	1.50	1.49	1.40	1.26	1.40	1.44	1.31	1.46	1.40	1.43	1.07	1.00	1.30	1.34	1.14	1.27	1.22	1.41	1.47	1.04	1.34	1.32	1.04	1.49
	3	11.29	11.70	11.03	12.38	11.24	11.24	11.30	11.25	11.58	11.30	11.21	11.70	14.08	11.69	11.72	12.21	11.99	14.35	13.26	13.74	11.97	12.98	13.52	11.98	12.17	14.95	11.93	11.98	13.15	13.96
	4	2.20	2.74	2.99	2.67	2.89	2.57	2.44	2.41	2.60	2.20	2.02	2.51	2.20	2.10	2.10	2.84	2.27	2.56	2.14	2.60	2.96	2.98	2.81	2.25	2.62	2.41	2.26	2.40	2.91	2.44
	5	3.25	3.15	3.35	3.35	3.20	3.40	3.45	3.25	3.35	3.49	3.15	3.20	3.35	3.58	3.29	3.35	3.40	3.13	3.45	3.40	3.37	3.43	3.45	3.28	3.28	3.33	3.45	3.06	3.08	3.29
Final Inspection	1	3.14	3.14	3.09	3.22	3.03	3.44	3.20	3.05	3.58	3.18	3.48	3.38	3.96	3.35	3.35	3.38	3.38	3.02	3.07	3.41	3.46	3.34	3.43	3.43	3.44	3.09	3.17	3.28	3.30	
	2	3.44	3.19	3.38	3.08	3.38	3.38	3.39	3.49	3.52	3.47	3.28	3.33	3.33	3.49	3.38	3.42	3.48	3.35	3.17	3.08	3.15	3.09	3.50	3.32	3.03	3.19	3.44	3.48	3.44	3.01
	3	7.27	6.27	7.58	6.81	7.34	7.04	7.39	6.98	6.25	7.66	7.97	6.53	6.40	6.91	6.59	6.17	6.23	6.04	6.48	7.16	6.51	7.49	6.75	6.35	7.97	6.00	6.82	6.52	6.91	7.99
	4	7.01	7.61	7.75	7.99	7.96	7.01	7.95	7.98	7.92	6.72	7.58	6.91	7.41	6.80	7.04	7.99	6.28	6.28	6.43	6.07	7.31	7.29	7.22	6.09	7.32	7.13	6.08	6.46	7.97	6.27
	5	2.18	2.73	2.80	2.76	2.67	2.77	2.39	2.90	2.89	2.63	2.34	2.49	2.40	2.42	2.27	2.19	2.00	2.98	2.41	2.28	2.38	2.77	2.96	2.31	2.35	2.73	2.63	2.56	2.32	2.27
6	1.31	1.22	1.42	1.42	1.38	1.49	1.17	1.01	1.21	1.14	1.17	1.45	1.38	1.33	1.22	1.03	1.08	1.38	1.14	1.41	1.31	1.27	1.23	1.12	1.25	1.36	1.12	1.32	1.41	1.12	

3.7 Keseragaman Data

Setelah mendapat data cycle time setiap elemen kerja pada stasiun kerja, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji keseragaman data. Tools yang digunakan adalah Control Chart. Pemeriksaan dilakukan dengan melihat apakah data yang ada masuk dalam range Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB).

3.8 Kecukupan Data

Setelah data dinyatakan seragam dengan tidak adanya data berada di luar batas kendali, maka tahap selanjutnya adalah menguji kecukupan data. Pengujian kecukupan data berdasarkan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Berikut ini pada Tabel 6 merupakan hasil uji keseragaman dan kecukupan data pada lintasan Assy Wheel.

Tabel 6. Hasil Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

Station	Elemen Kerja ke-	Average	Std Dev	BKA	BKB	MAX	MIN	HASIL UJI	ΣN	ΣXi	ΣXi^2	$(\Sigma Xi)^2$	N'	UJI KECUKUPAN
Insert Valve	1	1.23	0.17	1.57	0.898161	1.497	1.007	SERAGAM	30	36.985	46.4084	1367.89	28.4949	CUKUP
	2	3.54	0.28	4.10	2.980739	4	3.03	SERAGAM	30	106.2	378.216	11278.4	9.6507	CUKUP
	3	2.46	0.31	3.08	1.839747	2.98	2.02	SERAGAM	30	73.78	184.233	5443.49	24.5418	CUKUP
	4	2.41	0.22	2.85	1.977881	2.89	2.06	SERAGAM	30	72.39	176.05	5240.31	12.573	CUKUP
Tire Install	1	2.52	0.33	3.17	1.858999	3	2	SERAGAM	30	75.45	192.877	5692.7	26.3069	CUKUP
	2	3.54	0.27	4.08	2.994475	3.93	3.04	SERAGAM	30	106.15	377.739	11267.8	9.13504	CUKUP
	3	2.40	0.30	2.99	1.803835	2.97	2	SERAGAM	30	71.98	175.275	5181.12	23.8187	CUKUP
	4	1.26	0.12	1.50	1.018548	1.467	1.031	SERAGAM	30	37.722	47.8453	1422.95	13.9524	CUKUP
	5	1.24	0.16	1.55	0.925753	1.498	1.029	SERAGAM	30	37.144	46.6967	1379.68	24.6133	CUKUP
	6	1.26	0.12	1.50	1.017123	1.437	1.014	SERAGAM	30	37.828	48.1296	1430.96	14.4562	CUKUP
Air Filler	1	1.20	0.14	1.48	0.920246	1.438	1.008	SERAGAM	30	36.022	43.8232	1297.58	21.0995	CUKUP
	2	1.31	0.16	1.62	0.991248	1.495	1.003	SERAGAM	30	39.238	52.0478	1539.62	22.6684	CUKUP
	3	12.60	1.08	14.77	10.44207	14.95	11.03	SERAGAM	30	378.13	4799.97	142982	11.3793	CUKUP
	4	2.50	0.29	3.09	1.915823	2.99	2.02	SERAGAM	30	75.09	190.45	5638.51	21.2791	CUKUP
	5	1.30	0.12	1.54	1.046306	1.489	1.047	SERAGAM	30	38.864	50.7971	1510.41	14.3035	CUKUP
Final Inspection	1	1.26	0.15	1.56	0.96634	1.463	1.016	SERAGAM	30	37.938	48.6213	1439.29	21.509	CUKUP
	2	1.30	0.15	1.60	0.993783	1.494	1.006	SERAGAM	30	38.856	50.985	1509.79	20.9411	CUKUP
	3	6.87	0.59	8.05	5.681158	7.99	6	SERAGAM	30	205.98	1424.44	42427.8	11.5146	CUKUP
	4	7.13	0.66	8.45	5.804977	7.99	6.07	SERAGAM	30	213.83	1536.79	45723.3	13.3155	CUKUP
	5	2.52	0.27	3.05	1.986333	2.98	2	SERAGAM	30	75.6	192.577	5715.36	17.3411	CUKUP
	6	1.26	0.13	1.53	0.996164	1.485	1.007	SERAGAM	30	37.856	48.2811	1433.08	17.1435	CUKUP

3.9 Waktu Normal dan Waktu Standar

Waktu standar merupakan waktu standar yang digunakan dalam rangkaian proses perakitan *Wheel Assy*. Untuk menentukan waktu standar dan waktu normal akan digunakan *performance* rating dan allowance yang telah ditentukan sebelumnya dari hasil observasi.

Waktu normal untuk suatu operasi kerja adalah semata - mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualitas baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal.

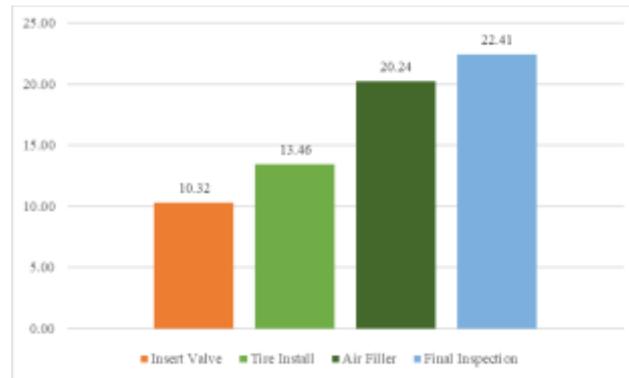
Waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, dengan memperhitungkan waktu kelonggaran sesuai dengan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut. Hasil perhitungan waktu standar untuk setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Waktu Normal dan Waktu Standar

Station	Elemen Kerja ke-	\bar{x}	Performance Ratings				Total Performance Ratings	Waktu Normal	Allowance	Waktu Standar
			Keahlian	Usaha	Kondisi	Konsistensi				
Insert Valve	1	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.07	1.32	
	2	3.54	0.00	0.00	0.00	0.00	3.54	0.07	3.79	
	3	2.46	0.00	0.00	0.00	0.00	2.46	0.07	2.63	
	4	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	0.07	2.58	
Tire Install	1	2.52	0.03	0.00	0.00	0.00	2.59	0.07	2.77	
	2	3.54	0.03	0.00	0.00	0.00	3.64	0.07	3.90	
	3	2.40	0.03	0.00	0.00	0.00	2.47	0.07	2.64	
	4	1.26	0.03	0.00	0.00	0.00	1.30	0.07	1.39	
	5	1.24	0.03	0.00	0.00	0.00	1.28	0.07	1.36	
	6	1.26	0.03	0.00	0.00	0.00	1.30	0.07	1.39	
Air Filler	1	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.07	1.28	
	2	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.07	1.40	
	3	12.60	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	0.07	13.49	
	4	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.07	2.68	
	5	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.07	1.39	
Final Inspection	1	1.26	0.03	0.00	0.00	0.00	1.30	0.07	1.39	
	2	1.30	0.03	0.00	0.00	0.00	1.33	0.07	1.43	
	3	6.87	0.03	0.00	0.00	0.00	7.07	0.07	7.57	
	4	7.13	0.03	0.00	0.00	0.00	7.34	0.07	7.86	
	5	2.52	0.03	0.00	0.00	0.00	2.60	0.07	2.78	
	6	1.26	0.03	0.00	0.00	0.00	1.30	0.07	1.39	

3.10 Data Cycle Time Line Wheel Assy K93X

Berdasarkan perhitungan pada subbab sebelumnya didapatkan waktu standar setelah memasukkan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran. Berikut ini adalah Gambar 3 data *cycle time Line Wheel Assy K93X*.



Gambar 3. Data Cycle Time Line Wheel Assy K93X

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui saat ini *Cycle Time Line Wheel Assy K93X* adalah 22.41 detik. Sehingga dapat diketahui kapasitas produksi lintasan produksi *Wheel Assy* saat ini adalah 38.915 Unit/Bulan. Jumlah ini cukup untuk memenuhi kebutuhan *Planning* Produksi *Wheel Assy* pada bulan Juni 2019 sebesar 36000 unit. Namun dengan melihat dari data *Cycle Time* yang ada, perlu dilakukan efisiensi pada lintasan produksi *Wheel Assy* dengan melakukan keseimbangan lintasan sehingga dapat meminimalisir jumlah stasiun kerja yang melakukan produksi.

3.11 Perhitungan Target *Takt Time Line Wheel Assy*

Untuk mencapai sebuah target produksi yang diinginkan harus terlebih dahulu menentukan *cycle time* sebuah produk. *Cycle time* dihitung berdasarkan waktu kerja dibagi dengan jumlah order sehingga menghasilkan sebuah waktu yang harus dicapai pada lintasan produksi agar target produksi dapat tercapai.

Jumlah produksi bulan Juni 2019 : 36000 Unit
 Jumlah jam kerja : 14.2 Jam
 Jumlah hari kerja : 18 Hari Kerja
 Efisiensi lintasan : 95%
 Target *Cycle Time Line Wheel Assy*:
 $= (14,2 \times 18 \times 95\% \times 3600) / 36000$
 $= 24.22$ detik

Berdasarkan perhitungan di atas didapat *takt time* pada lintasan produksi *Wheel Assy* adalah 24.22 detik.

3.12 Performansi Keseimbangan Lintasan

Setelah mengetahui waktu setiap stasiun kerja. Selanjutnya akan dilakukan penghitungan performansi keseimbangan lintasan dari *Line Wheel Assy*. Berikut ini adalah perhitungannya secara lengkap.

a. Efisiensi Stasiun Kerja (*Station Efficiency*)

$$\text{Station Efficiency} = 10.32 / 22.41 \times 100\%$$

$$\text{Station Efficiency} = 46\%$$

Setelah diketahui efisiensi dari masing-masing stasiun kerja, hasil perhitungan efisiensi stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 8.

b. Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*)

$$\text{Line Efficiency} = 66.42 / (22.41 \times 4) \times 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = 74\%$$

Senada dengan yang terjadi pada efisiensi stasiun kerja, efisiensi lintasan juga akan rendah jika efisiensi stasiun kerja rendah. Hal ini ditunjukkan dengan hasil perhitungan, di mana efisiensi lintasan sebesar 74% dari efisiensi maksimal 100%. Hal ini juga menunjukkan bahwa lintasan bisa lebih dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi lintasan, yang nantinya diharapkan dapat mengefisienkan jumlah stasiun kerja.

Tabel 8. Hasil perhitungan efisiensi stasiun kerja

Station	Waktu Proses (Detik)	Waktu Proses Tertinggi (Detik)	Efisiensi
Insert Valve	10.32	22.41	46%
Tire Install	13.46	22.41	60%
Air Filler	20.24	22.41	90%
Final Inspection	22.41	22.41	100%

c. Waktu Mengganggu (*Idle Time*)

Waktu mengganggu (*Idle Time*) merupakan salah satu yang sangat dihindari pada sebuah sistem manufaktur. Karena *idle time* adalah salah satu penyebab ketidakefisienan sebuah sistem. Sehingga diupayakan semua proses manufaktur tidak mempunyai waktu mengganggu. Berikut ini terdapat contoh perhitungan waktu mengganggu.

$$\text{Idle Time} = (4 \times 22.41) - 66.42$$

$$\text{Idle Time} = 23.22 \text{ Detik}$$

d. *Balance Delay*

Imbas dari besarnya waktu mengganggu, berakibat pada tingginya nilai *balance delay* atau nilai ketidakefisienan suatu lintasan. Idealnya, sebuah lintasan seharusnya mempunyai *balance delay* 0 %. Berikut ini perhitungan dari *balance delay*.

$$D = (4 \times 22.41) - 66.42 / 4 \times 22.41$$

$$D = 26\%$$

e. *Smoothness Index*

Dalam sebuah lintasan perakitan diharapkan perakitan dapat berjalan lancar tanpa ada waktu *delay* di salah satu stasiun kerja. Kondisi seperti ini dalam *smoothness index* ditunjukkan dengan angka indeks 0 (nol) atau biasa disebut *perfect balance*. Berikut ini perhitungan dari *smoothness index Line Wheel Assy*

$$SI = \sqrt{(22.41 - 10.32)^2 + (22.41 - 13.46)^2 + (22.41 - 20.24)^2 + (22.41 - 22.41)^2}$$

$$SI = 15.20$$

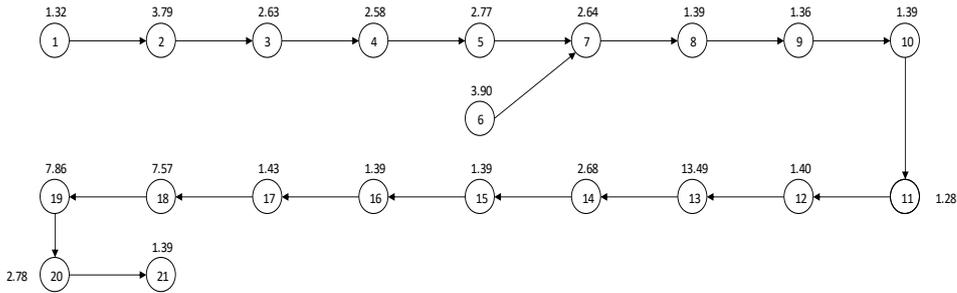
Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data di atas maka dapat diketahui bahwa *Line Wheel Assy* dapat dilakukan perbaikan untuk mengefisieni jumlah stasiun kerja. Berikut ini pada Tabel 9 dapat diketahui hasilnya.

Tabel 9. Hasil perhitungan efisiensi stasiun kerja

Effisiensi Stasiun Kerja	Effisiensi Lintasan	Waktu Mengganggu	Balance Delay	Smoothness Index
Minimum 46%	74%	23.22 Detik	26%	15.2

3.13 *Precedence Diagram*

Berdasarkan pengolahan data yang sudah dilakukan seperti di atas, dapat diketahui bahwa adanya *cycle time* yang tidak seimbang dan keseimbangan lintasan masih buruk. Sehingga kemampuan produksi menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, rencana perbaikan dengan menggunakan metode *Line Balancing*. *Line Balancing* yang digunakan adalah metode Rank *Positional Weight* Helgeson-Birnme. Langkah- langkah perbaikan yang dilakukan yang pertama adalah membuat *Precedence Diagram*. Berikut ini pada Gambar 4 adalah *precedence diagram* dari proses *Assy Wheel*.



Gambar 4. Precedence diagram line wheel assy

3.14 Pembobotan Posisi

Setelah membuat precedence diagram dan mengetahui urutan proses, langkah selanjutnya adalah membuat pembobotan posisi. Pembobotan dilakukan dengan membuat matriks keterkaitan setiap proses. Berikut ini pada Tabel 10 matriks keterkaitan dan matriks pembobotan yang telah dibuat.

Tabel 10. Pembobotan posisi

Elemen Kerja Pendahulu	Elemen Kerja Pengikut																					Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1		3.79	2.63	2.58	2.77		2.64	1.39	1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	61.20
2			2.63	2.58	2.77		2.64	1.39	1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	57.42
3				2.58	2.77		2.64	1.39	1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	54.78
4					2.77		2.64	1.39	1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	52.20
5							2.64	1.39	1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	49.43
6							2.64	1.39	1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	49.43
7								1.39	1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	46.79
8									1.36	1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	45.40
9										1.39	1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	44.04
10											1.28	1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	42.65
11												1.40	13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	41.36
12													13.49	2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	39.96
13														2.68	1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	26.48
14															1.39	1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	23.80
15																1.39	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	22.41
16																	1.43	7.57	7.86	2.78	1.39	21.02
17																		7.57	7.86	2.78	1.39	19.59
18																			7.86	2.78	1.39	12.02
19																				2.78	1.39	4.17
20																					1.39	1.39
21																						0.00

3.15 Membagi Proses Kerja ke Stasiun Kerja

Setelah diketahui bobot posisi setiap elemen kerja dan sudah diurutkan berdasarkan bobot posisi setiap elemen kerja, selanjutnya dilakukan pengelompokan elemen kerja sesuai urutan dan dengan batas maksimal waktu stasiun kerja sesuai dengan target cycle time yang sudah dihitung. Berikut ini Tabel 11 pembagian stasiun kerja dengan target cycle time 24.22 detik sesuai urutan bobot posisi.

Setelah dilakukan pembagian elemen kerja maka saat ini hanya terdapat tiga stasiun kerja dengan pola keseimbangan lintasan baru.

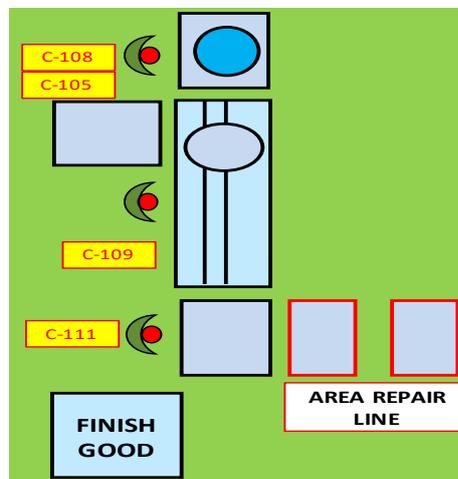
3.16 Perubahan Layout dan Pengilangan Shutter

Dengan adanya perubahan jumlah stasiun kerja dan elemen kerja yang dilakukan oleh operator. Maka Layout Line Wheel Assy juga mengalami perubahan dengan menyesuaikan elemen kerja yang harus dilakukan oleh operator Wheel Assy. Layout Line Wheel Assy setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.

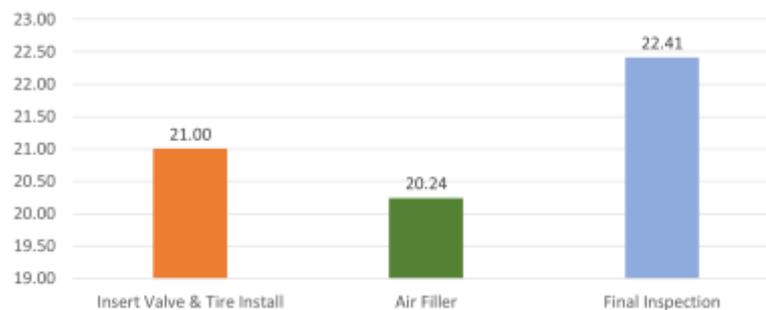
Setelah dilakukan perubahan Layout maka elemen kerja pada Line Wheel Assy juga berubah dengan hilangnya proses transfer part ke shutter yaitu elemen kerja ke-5 sebesar (2,77 detik). Sehingga secara keseluruhan cycle time insert valve dan Tire Install menjadi 23,77 - 2,77 = 21 detik. Gambar 6 berikut adalah cycle time Line Wheel Assy setelah perbaikan secara keseluruhan.

Tabel 11. Pembagian Proses Kerja ke Stasiun Kerja Batu

Station	Elemen Kerja	Waktu Standar	Cycle time
Insert valve and Tire Install	1	1.32	23.77
	2	3.79	
	3	2.63	
	4	2.58	
	5	2.77	
	6	3.90	
	7	2.64	
	8	1.39	
	9	1.36	
	10	1.39	
Air Filler	1	1.28	20.24
	2	1.40	
	3	13.49	
	4	2.68	
	5	1.39	
Final Inspection	1	1.39	22.42
	2	1.43	
	3	7.57	
	4	7.86	
	5	2.78	
	6	1.39	



Gambar 5. Layout line wheel assy



Gambar 6. Data cycle time line wheel assy setelah perbaikan

3.17 Evaluasi Hasil Perbaikan

Setelah melakukan perbaikan dengan metode *line balancing*, jumlah stasiun kerja pada *Line Wheel Assy* berkurang menjadi tiga stasiun kerja. Selain itu juga terdapat peningkatan performansi keseimbangan lintasan setelah dilakukan perbaikan dimana efisiensi lintasan semakin tinggi, waktu *delay* semakin rendah, dan

kelancaran aliran proses semakin bagus yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai *smoothness index*. Berikut ini pada Tabel 12 dapat dilihat Tabel perbandingan performansi lintasan setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 12. Perbandingan hasil penghitungan performansi keseimbangan lintasan

Kondisi	Effisiensi Stasiun Kerja	Effisiensi Lintasan	Waktu Menganggur	Balance Delay	Smoothness Index
Sebelum Perbaikan	Minimum 46%	74%	23.22 Detik	26%	15.2
Setelah Perbaikan	Minimum 90%	95%	3.58 Detik	5%	2.59

4. Kesimpulan

This Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan, yaitu dengan menggunakan metode *Line Balancing* RPW (*Ranked Positional Weight*) dapat dilakukan perbaikan berupa penggabungan elemen kerja pada dua stasiun kerja asal. Dalam kasus penyeimbangan lintasan *Line Wheel Assy*, stasiun kerja pada *Insert Valve* dan *Tire Install* dapat dilakukan penggabungan sehingga *cycle time* yang didapat menjadi lebih seimbang. Dengan perbaikan ini maka dapat meningkatkan efisiensi lintasan *Assy Wheel* dari 74% menjadi 95%, selain itu jumlah stasiun kerja dan tenaga kerja juga mengalami penurunan dari tiga menjadi dua tenaga kerja pada lintasan *Assy Wheel*.

Daftar Pustaka

1. Afifuddin, M. (2019). Penerapan *Line Balancing* Menggunakan Metode *Ranked Position Weight* (RPW) untuk Meningkatkan Output Produksi pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola. *Journal of Industrial Engineering Management*, 4(1), 38-4
2. Astuti, R. D., & Edy purwanto, H. S. A., (2019). Perbaikan *Line Balancing* Proses Packing Tablet Xyz Menggunakan Metode *Ranked Positional Weight* Di Pt. Y. Performa: Media Ilmiah Teknik Industri, 18(1).
3. Azwir, H. H., Nugraha, A.F. (2020). *Redesigning Assembly Line By Applying Ranked Positional Weight At Heavy-Industrial Facility*. *Spektrum Industri*, 18(2), 133-144.
4. Kays, Emrul, et al., 2017. "Ranked sequence positional weight heuristic for simultaneous balancing and scheduling jobs in a distributed manufacturing environment" Kuala Lumpur: ScienceDirect
5. Manaye, M. (2019). *Line Balancing* Techniques for Productivity Improvement. *International Journal of Mechanical and Industrial Technology*, 7(1), 89-104.
6. Prabowo, R. (2016). Penerapan Konsep *Line Balancing* Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. HM. Sampoerna Tbk. *Jurnal IPTEK*, 20(2), 9-19.
7. Perwitasari, D.S., (2018). Perbandingan Metode *Ranked Positional Weight* dan Kilbridge Wester Pada Permasalahan Keseimbangan Lini Lintasan Produksi Bebas Single Model". Bandung: Teknik Informatika. Institut Teknologi Bandung. Diakses dari: https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/TA/Makalah_TA%20Dyah%20Saptanti.pdf
8. Satalaksana, I. Z., Tjakraatmadja, J.H. dan Anggawisastra, R., (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Penerbit Departemen Teknik Industri - ITB
9. Wignjosoebroto, S., (2008). Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Surabaya: Penerbit Guna Widya