

Zainul_Arifin_191020700148_Se mua_Isi..docx

by

Submission date: 28-Jul-2023 08:54AM (UTC+0700)

Submission ID: 2137814103

File name: Zainul_Arifin_191020700148_Semua_Isi..docx (309.25K)

Word count: 4098

Character count: 25089

Increasing Wiring Harness Production Efficiency With The Line Balancing Method [Peningkatan Efisiensi Produksi Wiring Harness Dengan Metode Line Balancing]

Zainul Arifin¹⁾, Tedjo Sukmono^{*2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: thedjoss@umsida.ac.id

Abstrack. In production activities wiring harness doors (section doors), production line imbalance is often a problem in the wiring harness production process. this because there are differences in production output at each work station resulting in congestion or accumulation of work in progress. In making line balancing, working time measurements are carried out in each wiring harness production operation on the man power production line by using a stopwatch. Method used in solving problem This is the line balancing method consisting of the ranked positional weight (RPW) method and the large candidate rule (LCR) method. From the results of line balancing analysis using the ranked positional weight (RPW) method and the large candidate rule (LCR) method, an efficiency value of 96,33% is obtained, the resulting output is 144,5 wiring harness units with 12 workstations. These results are better than before using both methods. It is expected that companies apply this method because it can determine track optimal production and improve efficiency maximum production.

Keyword – Production; Wiring Harness; Efficiency; Line Balancing.

Abstrak. Dalam kegiatan produksi *wiring harness door* (bagian pintu), ketidakseimbangan lintasan produksi kerap menjadi masalah pada proses produksi *wiring harness*. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan output produksi pada setiap *work station* sehingga terjadi kemacetan atau penumpukan *work in progress*. Dalam membuat *line balancing* maka dilakukan pengukuran *working time* pada setiap operasi produksi *wiring harness* pada *man power* lini produksi dengan menggunakan *stopwatch*. Metode yang digunakan dalam pemecahan masalah ini adalah metode *line balancing* yang terdiri dari metode *ranked positional weight (RPW)* dan metode *large candidate rule (LCR)*. Dari hasil analisa *line balancing* dengan menggunakan metode *ranked positional weight (RPW)* dan metode *large candidate rule (LCR)* didapat nilai *efficiency* 96,33%, output yang dihasilkan 144,5 unit *wiring haness* dengan 12 *workstation*. Hasil ini lebih baik dari pada sebelum menggunakan kedua metode tersebut. Diharapkan perusahaan menerapkan metode ini karena dapat menentukan lintasan produksi yang optimal dan meningkatkan efisiensi produksi yang maksimal.

Kata Kunci - Produksi; Wiring Harness; Efisiensi; Line Balancing.

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Di Indonesia banyak perusahaan industri yang berupaya melakukan tindakan perbaikan yang terus berkelanjutan yang memiliki tujuan untuk membangun sistem perusahaan, agar perusahaan bisa bersaing dengan para kompetitor bisnis lainnya. Keseimbangan lintasan kerja merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk melakukan perencanaan dan perancangan proses produksi. Tujuan proses keseimbangan lintasan kerja untuk menentukan lintasan kerja yang optimal, meningkatkan *efficiency* waktu tiap *work station*, dan meminimalkan *balance delay*. Ketidakseimbangan lintasan produksi dapat diketahui dari *idle time* beberapa *man power* atau peralatan pada *work station* dan sibuknya *man power* atau peralatan pada *work station* lainnya.

Perusahaan ini bergerak pada bidang produksi *wiring harness manufacturing* atau perakitan instalasi kelistrikan *body* mobil. Setiap harinya perusahaan memproduksi *wiring harness* jenis mobil Toyota, Nissan, Mitsubishi, dan kendaraan jenis mobil lainnya dengan kapasitas yang banyak, dalam proses produksi *wiring harness* juga harus sesuai rancangan dan pesanan *customer*. Pada saat ini lini produksi mengalami masalah terkait dengan *emand* produksi yang kurang terpenuhi, sehingga *demand* dari *customer* juga kurang terpenuhi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan *output* produksi pada tiap *work station* sehingga sering terjadi kemacetan atau penumpukan *work in progress*. Masalah ini harus diperhatikan karena mengakibatkan jumlah waktu kerja yang tidak merata.

B. Rumusan Masalah

bagaimana cara meningkatkan efisiensi produksi *wiring harness* dengan menggunakan metode *line balancing*, yang terdiri dari metode *ranked positional weight (RPW)* dan metode *large candidate rule (LCR)*?

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Wiring Harness

Definisi *Wiring Harness* dalam penelitian Nguyen (2020) adalah rangkaian kabel otomotif yang memiliki struktur seperti pohon dan terdiri dari ribuan komponen yang meliputi kabel dengan terminal, konektor, sekering, kotak relai, *unit* sakelar, komponen pemasangan, dan komponen pelindung. Rangkaian proses pembuatan *wiring harness* manufaktur, *wiring harness* dibagi menjadi tiga area manufaktur utama, area pemotongan atau *pre assy*, area pra-perakitan atau *sub assy*, dan area perakitan akhir atau *final assy*.



Gambar 1. Produk *Wiring Harness*

Pada gambar 2.1 produk *wiring harness* memiliki fungsi mengalirkan kelistrikan pada kendaraan sehingga alur listrik dapat tersalur dari satu bagian ke bagian lainnya, dan *wiring harness* bertanggung jawab untuk menghubungkan semua komponen perangkat keras, seperti *unit* kontrol dan komponen elektronik lainnya pada kendaraan. *Wiring harness* merupakan sistem saraf pusat dari setiap mobil ataupun kendaraan lainnya. Rangkaian komponen material *wiring harness* ini memiliki peran yang sangat penting untuk menentukan baiknya performa serta keselamatan bagi pengguna kendaraan (Tobing, 2021).

B. Keseimbangan Lintasan Kerja

Keseimbangan lintasan menekankan penugasan elemen kerja satu ke *work station* lainnya sehingga semua *man power* mendapatkan pekerjaan yang seimbang. Dalam keseimbangan lintasan memiliki konsep penting yaitu pemisahan isi seluruh pekerjaan menjadi bagian-bagian pekerjaan yang lebih efisien dan jika terjadi masalah maka harus diperbaiki atau diselesaikan oleh bagian tersebut (Basuki, 2019).

Keseimbangan lintasan produksi dalam penelitian Aripin (2019) adalah lintasan produksi dimana material berpindah secara kontinu dengan kecepatan rata-rata yang sama melalui beberapa stasiun kerja, tempat dilakukannya proses produksi. Dalam pelaksanaan proses produksi penerapan keseimbangan lintasan tujuannya yaitu menciptakan lini kerja yang *balance* disetiap *work station* dengan *speed* produksi yang diinginkan, penurunan jumlah *work station*, beban stasiun kerja diukur dengan satuan waktu, pengurangan jumlah waktu mengganggu disetiap *work station*, menghasilkan peningkatan efisiensi kerja yang maksimal guna mencapai *demand* produksi sesuai dengan rencana produksi

C. Perancangan Stasiun Kerja

Menurut Putri (2020), perancangan stasiun kerja merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengatur segala aktivitas ataupun fasilitas-fasilitas untuk menetapkan *work station*. Perancangan *work station* disusun berdasarkan hasil pengukuran faktor lingkungan, ergonomi partisipatif dan hasil kuesioner *Nordic Body Map*. Perancangan *work station* bertujuan untuk menciptakan *work station* yang dimodifikasi agar dapat meningkatkan kenyamanan *man power* saat bekerja serta agar dapat meningkatkan efisiensi kerja. Perancangan *work station* juga berfungsi untuk mengantisipasi terjadinya cedera jangka panjang yang disebabkan oleh pekerjaan terhadap para *man power*.

D. Pengertian Efisiensi

Menurut Minarsih (2019) efisiensi merupakan salah satu instrumen alat ukur sebagai indikator untuk melihat keberhasilan suatu produksi. Konsep dasar *efficiency* teknis dapat dilihat dari sisi *input*, yaitu seberapa besar *input* produksi dapat diubah untuk mencapai *output* tertentu. Kedua dapat dilihat dari sisi *output*, yaitu seberapa besar perubahan *output* yang dapat dicapai pada tingkat *input* tertentu..

Peningkatan efisiensi proses produksi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan perusahaan agar dapat memenuhi *demand* pelanggan. Peningkatan *efficiency* produksi sangat penting karena biaya produksi atau komponen harga dasar yang ditentukan oleh produsen yang mampu menghasilkan produksi dengan cara paling efisien dalam memenuhi permintaan pasar (Yujianto, 2019).

E. Metode Line Balancing

Definisi *line balancing* merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen pekerjaan dari suatu lini perkaitan ke *work station* untuk meminimalkan *work station* yang berlebihan serta meminimalkan total *idle time* pada semua *work station* pada tingkat *output* tertentu. Dalam penyeimbangan lini kerja, waktu per *units* yang dibutuhkan suatu produk yang dispesifikasikan pada setiap tugas dan hubungan urutan kerja harus dipertimbangkan. Lebih singkatnya *line balancing* adalah suatu penugasan sejumlah pekerjaan ke dalam beberapa *work station* yang saling berkaitan dalam satu lini produksi atau lintasan produksi (Panudju, 2018). *Line balancing* pada proses produksi bertujuan agar mampu mengurangi waktu keterlambatan, meningkatkan efisiensi lini, dan mengoptimalkan jumlah produksi. Selain itu *line balancing* juga dapat menyeimbangkan beban kerja dengan menggabungkan dua atau lebih stasiun kerja yang mengalami penumpukan barang. Selain untuk membentuk dan menyeimbangkan beban kerja, *line balancing* memiliki tujuan untuk mengurangi *idle time* ketika operasi pada *work center* berlangsung sesuai dengan proses urutannya. Sehingga keseimbangan yang maksimal terjadi apabila penugasan pekerjaan tidak menimbulkan waktu mengganggu (Regina, 2020). Berikut beberapa metode yang dipakai dalam pemecahan masalah *line balancing* pada penelitian ini :

Metode *Helgeson dan Birnie* atau *ranked positional weight* (RPW), langkah-langkah dari metode *Ranked Positional Weight* (RPW) antara lain sebagai berikut : (Purnamasari, 2015).

1. Membuat diagram jaringan kerja dari OPC atau *precedence diagram*.
2. Menghitung *cycle time*.
3. Membuat matiks lintasan berdasarkan *precedence diagram*.
4. Menghitung bobot posisi setiap operasi berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya.
5. Mengurutkan operasi-operasi dari bobot operasi terbesar hingga terkecil.
6. Menghitung jumlah minimal *work station*.
7. Membuat *flow diagram* pada stasiun kerja minimum, lalu lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja.

Metode *Largest Candidate Rules* (LCR) metode ini prinsip dasarnya menggabungkan proses-proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar hingga elemen dengan waktu operasi terkecil. Sebelum dilakukan penggabungan, harus ditentukan dahulu berapa waktu siklus yang akan dipakai. Waktu siklus ini akan dijadikan pembatas dalam penggabungan operasi dalam satu stasiun kerja (Djunaidi, 2018). Berikut tahap-tahap dari metode *largest candidate rules* :

1. Pilih elemen yang akan ditugaskan pada *work station* pertama yang memenuhi persyaratan *precedence diagram* dan tidak menyebabkan total jumlah waktu aktual proses pada stasiun tersebut melebihi waktu siklus.
2. Jika tidak ada pekerjaan lain yang dapat ditugaskan tanpa melebihi waktu siklus, maka lanjutkan ke stasiun berikutnya.
3. Ulangi langkah 1 dan 2 untuk stasiun lainnya sampai seluruh pekerjaan selesai ditugaskan.
4. menentukan nilai *line efficiency* dan *balance delay*.

F. Precedence Diagram

Menurut Aisyah (2018), *Precedence Diagram* adalah metode penjadwalan proyek dimana kegiatan dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. *Precedence diagram* merupakan penyempurnaan dari diagram panah, karena diagram panah pada prinsipnya hanya memakai satu jenis hubungan aktivitas yaitu hubungan akhir-awal (*end-start relationship*) pada *diagram precedence* dapat digambarkan dengan empat hubungan awal-awal (*start to start*), awal-akhir (*start-end*), akhir-awal (*end to start*) dan akhir-akhir (*end-end*)

G. Istilah-Istilah Dalam Line Balancing

Production Speed adalah kecepatan dalam memproduksi suatu barang berdasarkan *demand* dengan waktu operasi.

$$P = \frac{\text{Demand}}{\text{Operation time}} \text{ unit/jam} \dots \dots \dots \text{Rumus 1}$$

Waktu siklus (*cycle time*) adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu *unit* produk pada satu *work station* (Handayani, 2020). Waktu siklus (*cycle time*) merupakan proses yang dilakukan selama proses produksi mulai dari proses *Housing*, *Special Process*, *Setting*, *Tapping*, *Offline*, *Material Supply*, *TPO*, *Electrical Ceck*, *Dimensi Ceck*, hingga proses *Visual*. Perhitungan *cycle time* menggunakan persamaan berikut:

$$CT = \frac{P}{Q} \dots \dots \dots \text{Rumus 2}$$

Keterangan :

CT = jumlah total waktu tiap pekerjaan

S = jumlah *work station*

TS max = waktu maksimum stasiun kerja

2 Waktu menunggu (*idle time*) dalam penelitian Trenggonowati (2019) merupakan waktu menunggu selama jam kerja (*berth working time*), yang di sebabkan oleh beberapa faktor diantaranya dokumen terlambat, *delay material*, mesin bermasalah, hujan (faktor alam) dan sebagainya. Waktu menunggu (*idle time*) terjadi apabila *work station* yang ditugaskan memerlukan waktu yang sedikit daripada *cycle time* yang telah diberikan. *Idle time* adalah perbedaan ataupun selisih antara *cycle time* (Tc) dan *station time* (Tsi), atau Tc dikurangi Tsi. Rumus dari waktu menunggu (*idle time*) adalah:

$$Idle Time = n.W_s - \sum_{i=1}^n W_i \dots \dots \dots \text{Rumus 3}$$

Keterangan :

n = jumlah stasiun kerja

Ws = Waktu stasiun kerja terbesar

Wi = Waktu sebenarnya pada stasiun kerja

i = 1,2,3,...n

2 *Balance Delay* merupakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu senggang atau menganggur yang terjadi karena pengalokasian yang kurang tepat di antara stasiun-stasiun kerja. Dapat dirumuskan *balance delay* sebagai berikut :

$$BD = \frac{(s)(TSmax) - N}{(s) \times TSmax} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Rumus 4}$$

Keterangan :

N = jumlah total waktu tiap elemen

S = jumlah stasiun kerja

TS max = waktu stasiun kerja maksimum

Efisiensi lintasan merupakan rasio dari total waktu stasiun terhadap waktu siklus dikalikan dengan jumlah stasiun kerja yang terbentuk (Hermanto, 2019). Dapat dirumuskan efisiensi lintasan (EL) adalah:

$$LE = \frac{N}{s \times TSmax} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Rumus 5}$$

2 Keterangan :

N = jumlah total waktu tiap elemen

S = jumlah stasiun kerja

TS max = waktu stasiun kerja maksimum

Menurut Siregar (2018) efisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu operasi tiap *work station* (Wi) dan waktu operasi pada *work station* terbesar (Ws). Dapat dirumuskan efisiensi stasiun kerja sebagai berikut:

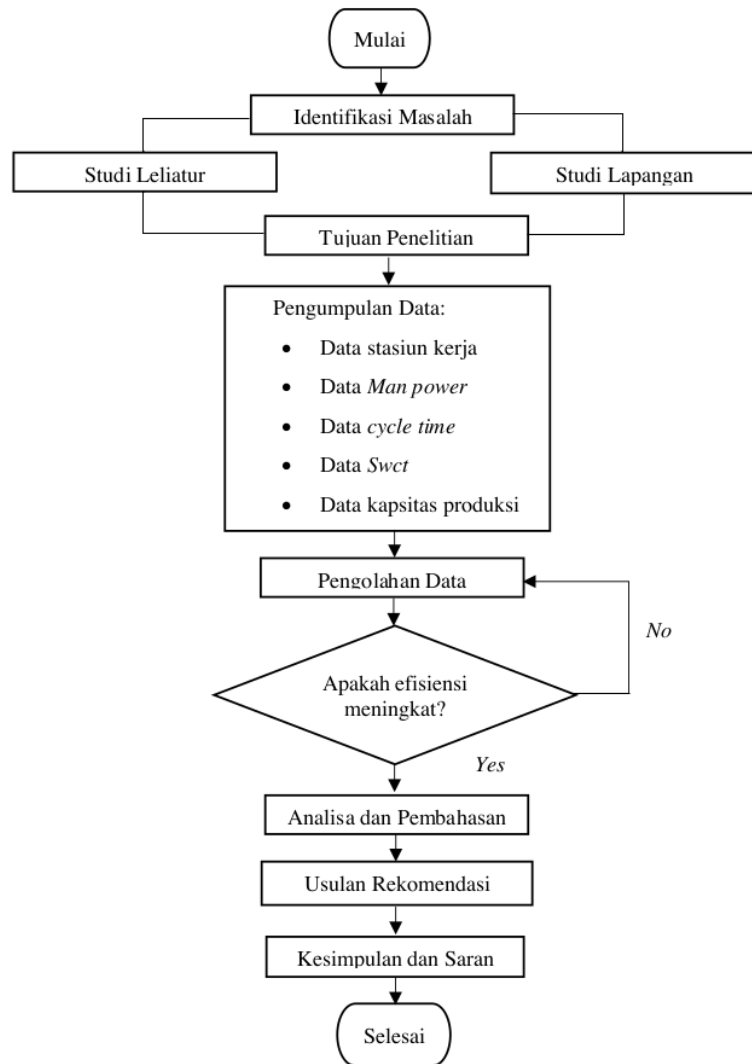
$$Eb = \frac{W_i}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Rumus 6}$$

Stasiun kerja merupakan tempat pada lini perakitan dimana proses perakitan akan dilakukan (Febriani, 2020). Setelah menentukan interval *cycle time*, maka jumlah *work station* yang efisien dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Minimum jumlah stasiun kerja} = \frac{\text{Waktu seluruh task}}{CT} \dots \dots \dots \text{Rumus 7}$$

III. METODE PENELITIAN

7 Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *line balancing* yang terdiri dari metode *rangked positional weight* (RPW) dan metode *large candidate rule* (LCR). Data yang dibutuhkan dalam metode ini meliputi data primer yang didapatkan dari hasil survei yang meliputi data-data untuk pengolahan *line balancing* seperti data stasiun kerja, data *man power*, data *cycle time*, *actual time*, dan data kapasitas produksi. Data primer tersebut juga didapatkan dari orang yang *expert* dalam bidang *Production Preparation* (PP), dan *Production Planning and Inventory Control* (PPIC). Sedangkan data sekunder didapatkan dari hasil referensi jurnal mengenai metode *line balancing* yang terdiri dari metode *rangked positional weight* (RPW) dan metode *large candidate rule* (LCR). Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan metode *line balancing* tersebut yang digunakan untuk menentukan lintasan produksi *wiring harness* secara optimal, dan dapat meningkatkan *line efficiency* dan meminimalkan *balance delay* pada proses produksi *wiring harness*. Kegiatan tersebut di rancang sesuai dengan fungsi dan sistem pada stasiun kerja masing-masing *man power*. Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini mulai dari Oktober 2021 hingga Oktober 2022. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan lintasan produksi *wiring harness* secara optimal dan meningkatkan efisiensi produksi *wiring harness* sesuai target *line efficiency* perusahaan.



Gambar 2. Alur Proses Penyelesaian

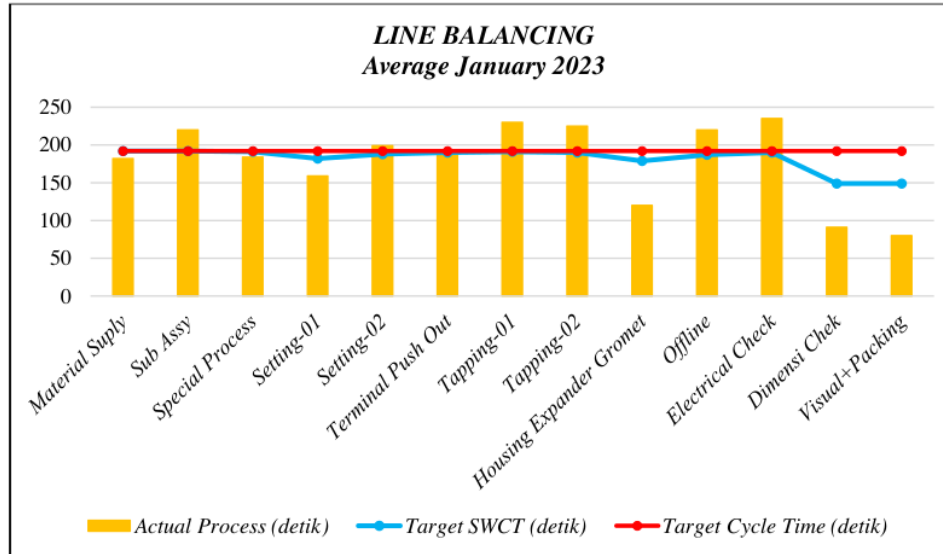
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

$$\begin{aligned}
 \text{Production Speed (Rp)} &= \text{Total jam kerja} - \text{waktu istirahat} \\
 &= 9 \text{ jam} - 1 \text{ jam} = 8 \text{ jam kerja} \\
 &= \frac{\text{operation time jam}}{\text{demand per shift}} = \text{Number of good} \\
 &= \frac{8}{150 \text{ units}} = 0,05333333333
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cycle Time (Tc)} &= \text{Production Speed} \times 60 \text{ menit} \\
 &= 0,05333333333 \times 60 \text{ menit} = 3,2 \text{ menit/units} = 192 \text{ detik/units}
 \end{aligned}$$

Jumlah *work station* awal yang sudah di tentukan perusahaan yakni sejumlah 13 *work station*.

Berikut ini rekap data *average* waktu kerja yang di aplikasikan dengan *line balancing* :



Gambar 3. Grafik Line Balancing

Berikut ini merupakan hasil analisa dari *line balancing* pada data *average* bulan januari 2023.

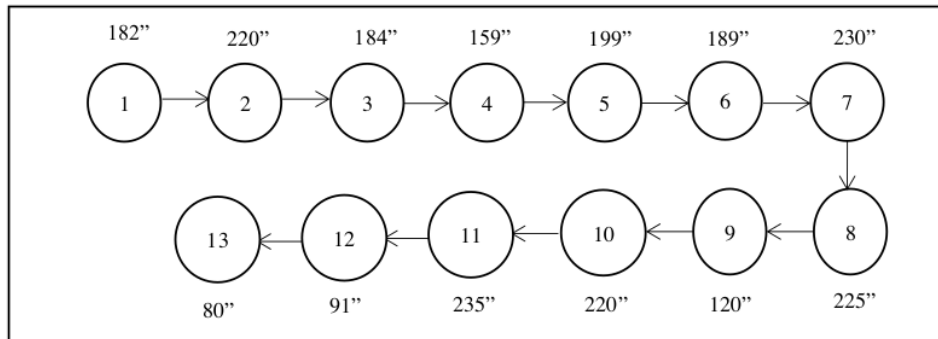
Tabel 1. Hasil analisa dari *line balancing*

Stasiun	Pekerjaan	Target SWCT (detik)	Aktual Proses (detik)	Target Cycle Time (detik)	Idle Time	Preceding
1	Material Suply	192	182	192	-10	-
2	Sub Assy	192	220	192	28	1
3	Special Process	191	184	192	-8	2
4	Setting-01	182	159	192	-33	3
5	Setting-02	188	199	192	7	4
6	TPO	190	189	192	-3	5
7	Tapping-01	191	230	192	38	6
8	Tapping-02	190	225	192	33	7
9	HEG	179	120	192	-72	8
10	Offline	187	220	192	28	10
11	Electrical Check	190	235	192	43	11
12	Dimensi Check	149	91	192	-101	12
13	Visual+Packing	149	80	192	-112	13

Pada **tabel 1.** diatas terlihat ada beberapa stasiun yang tidak dapat mencapai *target cycle time* dan memiliki *idle time* melebihi angka 0 antara lain stasiun 2, 5, 7, 8, 10, 11. Langkah pertama melakukan penyelesaian menggunakan metode *ranked positional weight* dan yang kedua metode *large candidat rule*.

A. Precedence Diagram

Dari data proses pengerjaan perakitan *wiring harness* pada tabel 4.1, maka dapat digambarkan aliran jaringan kerja melalui aktivitas-aktivitas produksi seperti pada gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4. Aliran Precedence Diagram

A. Metode Ranked Positional Weight

Setelah membuat *precedence diagram*, lalu pada **tabel 2.** hitung *ranked positional weight* (RPW) dari setiap pekerjaan.

Tabel 2. Nilai *ranked positional weight* (RPW) tiap pekerjaan

RPW-i		Total
RPW-1	$182+220+184+159+199+189+230+225+120+220+235+91+80$	2334
RPW-2	$220+184+159+199+189+230+225+120+220+235+91+80$	2152
RPW-3	$184+159+199+189+230+225+120+220+235+91+80$	1932
RPW-4	$159+199+189+230+225+120+220+235+91+80$	1748
RPW-5	$199+189+230+225+120+220+235+91+80$	1589
RPW-6	$189+230+225+120+220+235+91+80$	1390
RPW-7	$230+225+120+220+235+91+80$	1201
RPW-8	$225+120+220+235+91+80$	971
RPW-9	$120+220+235+91+80$	746
RPW-10	$220+235+91+80$	626
RPW-11	$235+91+80$	406
RPW-12	$91+80$	171
RPW-13	80	80

B. Penyusunan Rangkaian Bobot Posisi

Jika bobot posisi telah tersedia maka pekerjaan-pekerjaan atau aktivitas operasi dapat disusun berdasarkan rangkingnya. Pengurutan rangking dimulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar sampai operasi dengan bobot posisi terkecil.

Tabel 3. Rangkaian bobot posisi

Pekerjaan	Rangking	Bobot Posisi	Aktual Proses	Preceding
Material Suply	1	2334	182	-
Sub Assy	2	2152	220	1
Special Process	3	1932	184	2
Setting-01	4	1748	159	3
Setting-02	5	1589	199	4
Terminal Push Out	10	1390	189	5
Tapping-01	6	1201	230	6
Tapping-02	7	971	225	7
Housing Expander Gromet	8	746	120	8
Offline	9	626	220	10
Electrical Check	11	406	235	11
Dimensi Check	12	171	91	12
Visual+Packing	13	80	80	13

2) lanjutnya pada **tabel 4.** melakukan pengelompokan operasi pada *work station*.

Tabel 4. Pengelompokan stasiun kerja dengan metode *ranked positional weight (RPW)*

Stasiun	Pekerjaan	SWCT (detik)	Aktual Proses (detik)	Cycle Time (detik)	Rank	Achivment Efficiency	Idle Time (detik)	Improvement
1	Material Suply	192	182	192	3	105%	-10	
2	Sub Assy	192	220	192	7	87%	28	Training 4M
3	Special Process	191	184	192	4	104%	-8	
4	Setting-01	182	159	192	2	107%	-13	Balancing Area
5	Setting-02	188	199	192				
6	Terminal Push Out	190	189	192	5	102%	-3	
7	Tapping-01	191	230	192	6	100%	0	Training 4M
8	Tapping-02	190	225	192				Training 4M
9	Housing Expader Gromet	179	120	192				Buffer
10	Offline	187	220	192	8	87%	28	Training 4M
11	Electrical Check	190	235	192	9	82%	43	PIC Rework Standby
12	Dimensi Check	149	91	192	1	112%	-21	Training Decrease
	Visual + Packing	149	80	192				

Dari data **tabel 4.** *achievement efficiency* stasiun kerja 1,3,4,5,6,7,8,9,12 mencapai 100% lebih tapi dalam mekakukan perhitungan *total line efficiency* data tiap stasiun kerja yang melebihi 100% dikumulatifkan 100% karena selebihnya termasuk *idle time*.

Total line efficiency : 96,33%

Balance delay : 3,67%



Gambar 5. Hasil pengelompokan pekerjaan

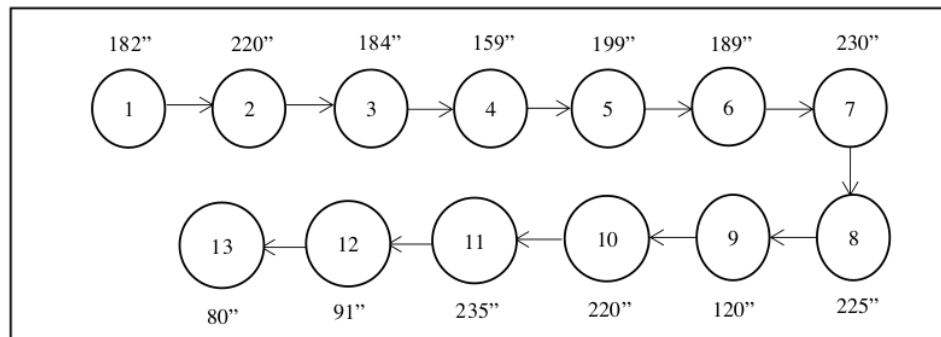
Catatan : Pada *workstation* 2, 10, 11 masih mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan pekerjaannya, terlihat operasi ini bisa diseimbangkan dengan cara *workstation* 2 dan 10 dilakukan *training Man, Methods, materials, machines (4M)* sesuai dengan rule *Standard Work Combination Table (SWCT)*. Berdasarkan waktu siklusnya ada beberapa *workstation* yang memiliki waktu sisa dalam melakukan operasi namun tidak bisa digabung karena *zoning constraint*. Sedangkan pada *workstation* 11 ini sering mengalami *bottleneck* jika terjadi kesalahan perakitan pada proses *housing* maupun *setting* sehingga mengakibatkan kemacetan pada *workstation* 11 atau proses *electrical check* maka perbaikan nya PIC *rework standby* disini untuk melakukan *repair* jika terjadi *wrong insert circuit* yang mengakibatkan arus listrik tidak mengalir sesuai fungsinya.

C. Metode *Largest Candidate Rule*

Langkah-langkah metode ini antara lain :

- 1) membuat *precedence diagram*
- 2) lalu Urutan pekerjaan berdasarkan metode *largest candidate rule*
- 3) Pengelompokkan stasiun kerja

- 4) Pengelompokkan waktu siklus
 D. **Precedence Diagram**



Gambar 6. Precedence diagram

Tabel 5. Urutan pekerjaan berdasarkan metode *largest candidate rule*

Pekerjaan	Aktual Proses (detik)	Stasiun
Material Supply	182	11
Electrical Check	235	7
Tapping-01	230	8
Tapping-02	225	10
Housing Expander Gromet	120	2
Offline	220	5
Sub Assy	220	6
Setting-02	199	3
Setting-01	159	1
Terminal Push Out	189	4
Special Proses	184	9
Dimensi check	91	12
Visual + packing	80	13

Tabel 6. Pengelompokkan stasiun kerja menggunakan metode LCR

Stasiun	Pekerjaan	SWCT (detik)	Aktual Proses (detik)	Target Cycle Time (detik)	Achivment Efficiency	Idle Time (detik)	Improvement
1	Material Supply	192	182	192	105%	-10	
2	Electrical Check	192	235	192	82%	43	PIC Rework Standby
3	Tapping-01	192	230	192	100%	0	Buffer
4	Tapping-02	192	225	192			
5	Housing Expander Gromet	179	120	192			
6	Offline	187	220	192	87%	28	Training 4M
7	Sub Assy	192	220	192	87%	28	Training 4M
8	Setting-02	188	199	192	107%	-13	Balancing Area
9	Setting-01	182	159	192			
10	Terminal Push Out	190	189	192	102%	-3	
11	Special Proses	191	184	192	104%	-8	
12	Dimensi check	91	91	192	112%	-21	Training Decrease
	Visual + packing	80	80	192			

Dalam melakukan perhitungan total *achievement efficiency* data tiap stasiun kerja yang melebihi 100% dikumulatifkan 100% karena selebihnya termasuk *idle time*.
 Total *average achievement efficiency* : 96,33%
Balance delay : 3,67%

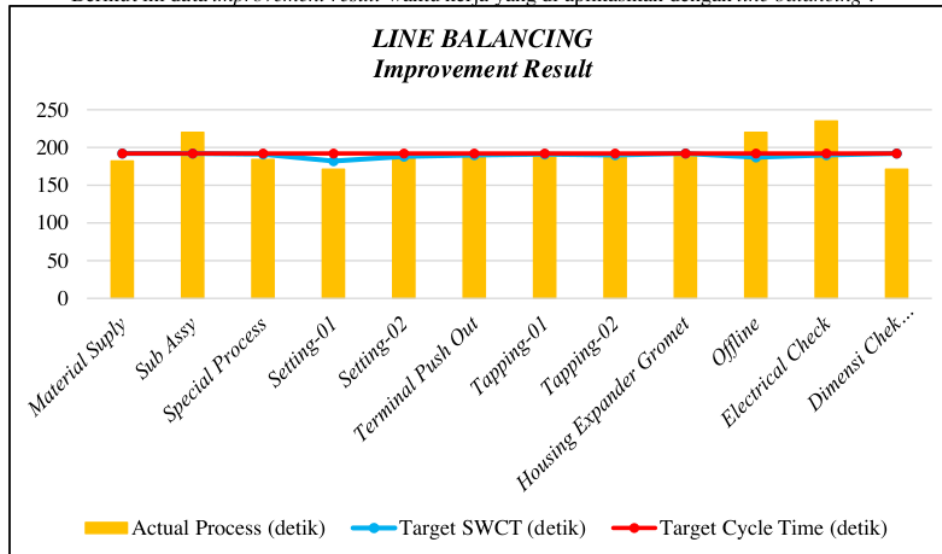


Gambar 7. Hasil pengelompokan WS metode LCR

Catatan : Pada *workstation* 1,10,11 yang memiliki waktu sisa dalam melakukan operasi namun tidak bisa digabung karena *zoning constraint*. Operasi *workstation* 6, 7 ini bisa diseimbangkan dengan cara dilakukan *training Man, Methods, materials, machines* (4M) sesuai dengan *rule Standard Work Combination Table* (SWCT). Sedangkan pada *workstation* 2 ini sering mengalami *bottleneck* jika terjadi kesalahan perakitan pada proses *housing* maupun *setting* sehingga mengakibatkan kemacetan pada *workstation* 2 atau proses *electrical check* maka perbaikannya PIC *rework standby* disini.

E. Improvement Result

Berikut ini data *improvement result* waktu kerja yang di aplikasikan dengan *line balancing* :



Gambar 8. Grafik Line Balancing Improvement Result

Berikut ini **tabel 7**, menjelaskan hasil perbandingan *Before and After* perbaikan dari penelitian.

Tabel 7. Hasil perbandingan *Before and After* perbaikan dari penelitian.

Deskripsi	Before	After	Selisih
Work Station	13	12	1
Line Efficiency	93,85%	96,33%	2,48%
Balace Delay	6,15%	3,67%	2,48%
Out put Produksi	140,78 units	144,5 units	3,72 units
Lose Target	9,22 units	5,5 units	3,72 units
Downtime	29,5 menit	17,6 menit	11,9 menit

V. SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini kesimpulan yang didapat adalah bahwa dengan melakukan penerapan metode *line balancing* untuk permasalahan yang ada mengenai peningkatan efisiensi produksi *wiring harness* lebih efektif dan efisien menggunakan metode *Ranked Positional Weight* dan metode *Large Candidate Rule* dengan hasil *line efficiency* terjadi peningkatan presentase nilai sebesar 2,48% dari nilai awal 93,85% dan nilai akhir 96,33%. *Balance delay* terjadi penurunan presentase nilai sebesar 2,48% dari nilai awal 6,15% dan nilai akhir 3,67%. *Output* produksi terjadi peningkatan sebesar 3,72 *units* dari jumlah *outout* awal sebanyak 140,78 *units* dan *output* akhir sebanyak 144,5 *units wiring harness / shift*. Jumlah *Work station* terjadi pengurangan sebanyak 1 *work station* dari jumlah *work station* awal sebanyak 13 *work station* menjadi 12 *work station*. Jumlah *Down time* terjadi penurunan sebanyak 11,9 menit dari jumlah *downtime* awal 29,5 menit dan jumlah *downtime* akhir sebanyak 17,6 menit.

REFERENSI

- Aisyah, Siti Nur, dkk. 2018. “*Studi Perbandingan Waktu Dan Biaya Dengan Metode Konstruksi Yang Berbeda (Proyek Pembangunan Villa Grand Sinensis)*”. Surabaya: Universitas Dr. Soetomo. Fakultas Teknik. Prodi Teknik Sipil. Vol. 1, No. 2. Hal. 80-88.
- Aripin, Wahyu Teri, dkk. 2019. *Analisis Keseimbangan Lintasan Di PT. Cibuniwangi Gunung Satria*. Jurnal *Industrial Galuh*. Vol 1, No 2. Hal 48–55. Sekolah Tinggi Teknologi Cipasung.
- Basuki, Mahmud, dkk. 2019. *Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Pendekatan Metode Heuristik*. Jurnal *Teknologi*. Vol 11, No 2. Hal 1–9. Universitas Tridinanti Palembang.
- Djunaidi, Much dan Angga. 2018. *Analisis Keseimbangan Lintasan (Line Balancing) Pada Proses Perakitan Body Bus Pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan*. Jurnal *Ilmiah Teknik Industri*. Vol 5, No 2. Hal 77–84. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Febriani, W, dkk. 2020. *Penerapan Konsep Line Balancing Dalam Proses Produksi Pintu Dengan Metode Ranked Position Weight Di CV Indah Jati Permana*. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*. Vol 1, No 2. Hal 1–6.
- Fitri, Meldia, dkk. 2022. *Analisis Line Balancing Untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi Perakitan*. Ruang Teknik Jurnal. Vol 5, No 2. Hal 295–300. Universitas Putra Indonesia Yptk.
- Handayani, Anjas dan Fahmi. 2020. *Siklus Produksi (Cycle Time) Beton Pracetak Dengan Metode Beton Self Compacting Concrete (Scc)*. *Rekayasa Sipil*. Vol 9, No 1. Hal 18–24. Universitas Mercu Buana.
- Purnamasari, Ita dan Atikha 2015. *Line Balancing Dengan Metode Rangked Positional Weight (RPW)*. Jurnal *Spektrum Industri*. Vol 13, No 2. Hal 115-228. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Hermanto, Elfan, dkk. 2019. *Analisis Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi Lintasan Produksi pada PT. X*. Jurnal *Titra*. Vol 7, No 2. Hal 341-348. Universitas Kristen Petra.
- Minarsih, Imas, dkk. 2019. *Efisiensi Produksi Pada Usahatani Bawang Merah Di Kabupaten Madiun*. Jurnal *Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. Vol 3, No 1. Hal 128–137. Universitas Gadjah Mada.
- Nguyen, Huong Giang, et al. 2020. *Manufacturing Automation For Automotive Wiring Harnesses*. *Procedia CIRP*. Vol 97. Hal 379-384. *Friedrich Alexander University Erlangen Nuremberg, Germany*.
- Panudju, Andreas Tri, dkk. 2018. *Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) Dengan Metode Ranked Position Weight (RPW) Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di PT. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten*. Jurnal *Integrasi Sistem Industri*. Vol 5, No 2. Hal 70–80. Universitas Bina Bangsa.
- Prabowo, Rony. 2016. *Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. Hm. Sampoerna Tbk*. Jurnal *IPTEK*. Vol 20, No 5. Hal 9–20. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Putri, Paramadina Irma Iskandar dan Anny Maryani. 2020. “*Perbaikan Metode dan Stasiun Kerja Menggunakan Teknik Pengukuran Kerja dan Ergonomi Partisipatif di PT Terminal Teluk Lamong*”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Vol. 9, No. 2, Hal. 216-221.
- Regina, Tasya. 2020. *Mengurangi Keterlambatan Waktu Produksi Menggunakan Line Balancing Pada Sektor Konstruksi Jalan Tol*. Jurnal *Semnas Ristek*. Hal 258–263. Universitas Bunda Mulia.
- Siregar, Denny, dkk. 2018. *Analisis Peningkatan Kapasitas Produksi Pada Proses Pembuatan Frame Motor Klx Dengan Metode Line Balancing Di Pt.Kmi*. Jurnal *Matrik*. Vol 19, No 1. Hal 37–48. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
- Tobing, Liandy Lumban, dkk. 2021. *Pengaruh Motivasi, Pelatihan Dan Pengembangan Terhadap Kinerja Karyawan Pada Level Operator Di PT. Subang Autocomp Indonesia*. Jurnal *Ilmiah Indonesia*. Vol 6, No 1. Hal 274–287. Universitas Singaperbangsa Karawang.

-
- Trenggonowati, Dyah Lintang, dkk. 2019. *Mengukur Efisiensi Lintasan Dan Stasiun Kerja Menggunakan Metode Line Balancing Studi Kasus Pt. Xyz. Journal Industrial Servicess*. Vol 4, No 2. Hal 97-105. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon.
- Yujianto, dkk. 2019. *Meningkatkan Efisiensi Proses Produksi Pada Industri Tekstil Dengan Data Envelopment Analysis*. Jurnal IPTEK. Vol 3, No 2. Hal 239–244. Institut Teknologi Indonesia.

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.iti.ac.id Internet Source	3%
2	pdfcoffee.com Internet Source	2%
3	www.unisbank.ac.id Internet Source	2%
4	eprints.umm.ac.id Internet Source	1%
5	journal.uad.ac.id Internet Source	1%
6	media.neliti.com Internet Source	1%
7	ejournal.umm.ac.id Internet Source	1%
8	jurnaliptek.iti.ac.id Internet Source	1%
9	core.ac.uk Internet Source	1%

10	pt.scribd.com Internet Source	1 %
11	eprints.unisnu.ac.id Internet Source	1 %
12	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Student Paper	1 %
13	id.123dok.com Internet Source	1 %
14	digital.lib.usu.edu Internet Source	1 %
15	123dok.com Internet Source	1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On