

Peningkatan Produktivitas Pada *Line Assembly* 1 dan 2 Bus *Suite Class* Menggunakan Metode Heuristik

Tiffany Eka Pridayanti^{*1)} dan Nia Budi Puspitasari, S.T., M.T.²⁾

^{1), 2)} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudarto No.13, Tembalang,
Semarang, 50275, Indonesia

Email: tifani.eka@gmail.com, niabudipuspitasari@lecturer.undip.ac.id

ABSTRAK

CV. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur karoseri bus. Tidak seimbang nya alokasi *man power* dan elemen kerja pada *line assembly* menyebabkan efisiensi lininya terlalu tinggi, yakni sebesar 276% serta *balance delay* yang terlalu rendah, yakni sebesar -176%. Hal tersebut menyebabkan *idle time* dan pemborosan sehingga target produksi pada periode Januari 2022 sulit dipenuhi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyeimbangan lini untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *line assembly* yang memiliki produktivitas tinggi serta menentukan rekomendasi perbaikan. Penyeimbangan *line assembly* menggunakan metode *Rank Position Weight* (RPW) dan *Largest Candidate Rule* (LCR) yang akan diukur produktivitasnya menggunakan parameter seperti *line efficiency*, *smoothness index*, dan *balance delay*. Hasil menunjukkan bahwa metode LCR mampu menyeimbangkan *line assembly*, mengoptimalkan efisiensi lini sebesar 94% dan *balance delay* sebesar 6%, serta cocok untuk industri otomotif. Berdasarkan rekomendasi perbaikan, perusahaan perlu menambah 2 stasiun kerja dan 2 *man power* pada stasiun kerja 2.

Kata kunci: *Idle Time*, Industri Otomotif, *Line Balancing*, Metode Heuristik

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini mengakibatkan perkembangan industri menjadi semakin pesat sehingga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan sektor pariwisata. Hal tersebut berdampak pada peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) milik negara sehingga dapat memicu pertumbuhan permintaan produksi *special purposed vehicle* (SPV) atau pembuatan karoseri bus. Oleh karena itu, perusahaan karoseri perlu meningkatkan tingkat efisiensi produksi dengan meminimasi terjadinya *waste* atau pemborosan yang dikenal dengan istilah *lean manufacture*. *Waste* (pemborosan) merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah sepanjang aliran proses pada proses perubahan input menjadi output (Anvari dkk., 2011).

CV. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur perakitan bus karoseri. Strategi yang diterapkan oleh CV. XYZ adalah *engineering to order*, yakni perusahaan membuat produk yang dimulai dari proses perancangan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh konsumen, dimana salah satu produknya adalah *bus suite class*. Dalam proses pembuatan rangka *bus suite class* pada divisi *body* dan rangka stasiun kerja 1 dan 2, pembagian *man hour* masih belum merata dan waktu pengerjaan tiap elemen kerja pada stasiun kerja 1 dan 2 masih belum seimbang sehingga menyebabkan *idle time* karena terdapat *work in process* serta penumpukan material pada operasi sebelumnya. Hal tersebut menyebabkan keterlambatan jadwal produksi dari target yang telah ditentukan. Oleh karena itu, perlu adanya solusi untuk mengatasi ketidakseimbangan lintasan pada divisi *body* dan rangka stasiun kerja 1 dan 2 untuk pembuatan rangka *bus suite class* sehingga dapat mengurangi *idle time* serta meningkatkan utilisasi pada stasiun kerja tersebut, yakni dengan menggunakan alat bantu yang berupa *line balancing*.

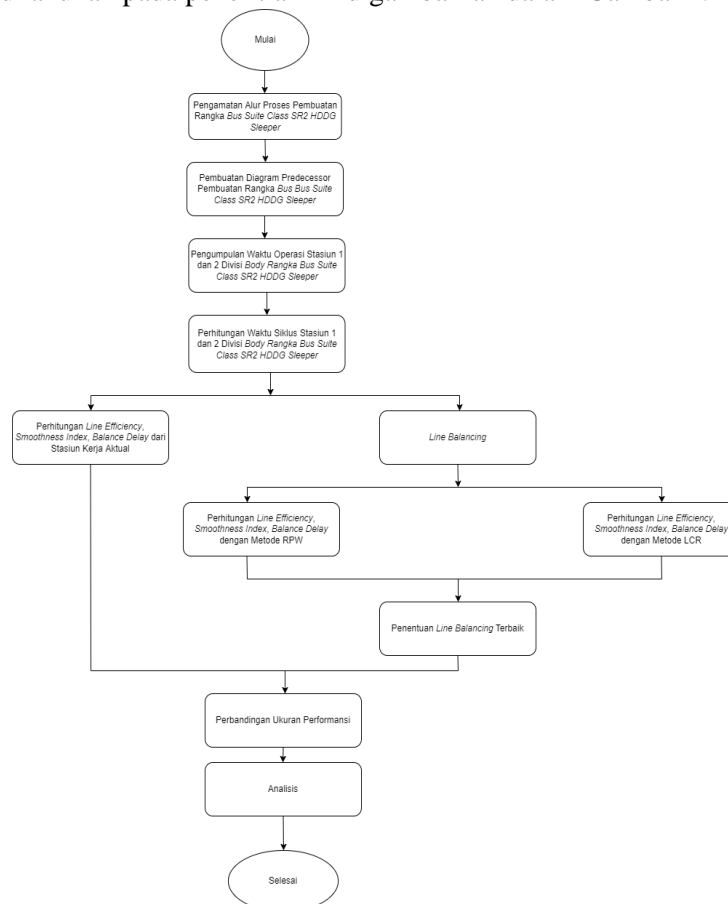
Line balancing adalah teknik penyeimbangan lini ataupun penugasan dari elemen-elemen kerja suatu *line assembly* menuju *work station* yang bertujuan untuk meminimumkan banyaknya *work station* serta untuk meminimumkan total *idle time* pada seluruh stasiun kerja untuk tingkat output tertentu. Kebutuhan waktu per unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan

hubungan sekuensial harus dipertimbangkan. Diagram yang menggambarkan hubungan saling keterkaitan antar elemen operasi kerja maupun pekerjaan merupakan *precedence diagram* atau *precedence network* (Gaspersz, 2004).

Hartini (2011) menyatakan bahwa metode heuristik dibagi menjadi beberapa metode, diantaranya adalah metode *Rank Position Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rules* (LCR). Metode RPW atau *Ranked Position Weight* merupakan metode heuristik untuk penyeimbangan lintasan produksi dengan mengetahui waktu-waktu yang ada dalam proses perakitan tersebut sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik dan efisien. Sedangkan, metode *Largest Candidate Rule* (LCR) merupakan metode penentuan operasi yang ada pada stasiun kerja dengan mengurutkan waktu operasi yang terbesar hingga waktu operasi yang terkecil. Ranking 1 digunakan untuk waktu operasi terbesar, kemudian perankingan dilanjutkan untuk waktu-waktu operasi berikutnya dengan tetap memperhatikan *precedence diagram*. Permasalahan yang dialami oleh CV. XYZ pada lini perakitan *body* dan rangka bus akan dilakukan dengan menggunakan metode *Rank Position Weight* (RPW) dan metode *Largest Candidate Rules* (LCR).

2. Metode

Metode yang dilakukan pada penelitian ini digambarkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

Sugiyono (2016) menyatakan bahwa metode penelitian merupakan salah satu cara peneliti untuk mencapai tujuan serta menetapkan jawaban atas permasalahan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan objek penelitian berupa proses perakitan rangka bus *suite class* di CV. XYZ pada bulan Januari sampai Februari 2022. Peneliti menggunakan metode penelitian kuantitatif dikarenakan penelitian ini menggunakan instrumen atau alat ukur dengan hasil

penelitian berupa pemecahan masalah dari objek penelitian tersebut yang disertai dengan analisa yang bersifat statistik. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui pengamatan langsung pada proses perakitan rangka bus *suite class* pada divisi *body* dan rangka. Teknik pengamatan langsung dilakukan menggunakan metode *Time Study* dengan melakukan pengambilan sampel waktu operasi setiap elemen kerjanya untuk mengukur lamanya proses perakitan rangka bus *suite class* serta dilakukan dengan mengadakan wawancara yang dilakukan dengan pihak *supervisor* dan *foreman* divisi *body* dan rangka. Sedangkan, data sekunder didapatkan dari data *workcenter* dan data elemen kerja proses pembuatan rangka bus *suite class*. Dari hasil pengumpulan data tersebut, diperoleh waktu operasi elemen kerja pada setiap *workcenter* serta *precedence* diagram yang akan digunakan untuk mengidentifikasi terjadinya *bottleneck* pada stasiun 1 dan 2 sehingga dapat dilakukan penyeimbangan lintasan atau *line balancing* dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* dan *Largest Candidate Rule*. Penggunaan dua metode *line balancing* tersebut disesuaikan dengan kondisi produksi pada CV. XYZ yang memiliki banyak *workcenter* pada setiap stasiun kerjanya.

Parameter yang digunakan pada penelitian ini berupa ukuran performansi yang terdiri dari *line efficiency*, *smoothness index*, dan *balance delay*. Alif dan Aribowo (2018) menyatakan penggunaan tiga ukuran performansi tersebut sangat sesuai jika diterapkan pada industri otomotif sehingga upaya peningkatan produktivitas pada *line assembly* dapat dilakukan sesuai kondisi aktual di rantai produksi. Pengukuran parameter akan dilakukan pada kondisi aktual dan kondisi perbaikan untuk mengetahui perbandingan antara produktivitas kondisi aktual dengan kondisi setelah perbaikan. Setelah itu, peneliti melakukan analisis untuk menentukan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan dalam rangka meningkatkan produktivitas pada divisi *body* dan rangka.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Operasi Kerja

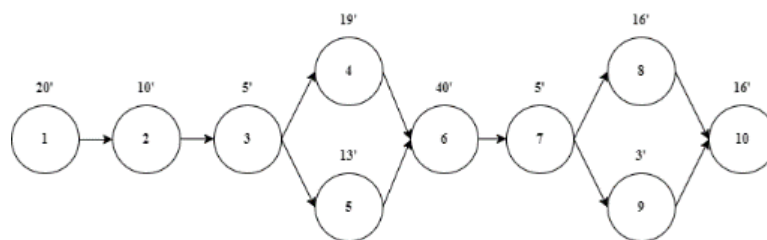
Berdasarkan hasil pengamatan, pembuatan *body* dan rangka bus *suite class* mengalami *bottleneck* pada stasiun kerja 1 dan 2. Stasiun kerja 1 dan 2 memiliki 5 *workcenter* dengan total elemen kerja yang dimiliki sebanyak 35 elemen kerja. *Workcenter* yang ada pada stasiun 1, diantaranya adalah *crossmember*, perakitan rangka atap, pemasangan plat rangka atap, perakitan rangka samping kanan kiri, sedangkan *workcenter* yang ada pada stasiun 2, diantaranya adalah *assembly* rangka atap dan rangka samping kanan kiri. Total waktu yang dibutuhkan untuk 35 elemen kerja adalah 22 jam 5 menit 0 detik. *Precedence* diagram dari proses pembuatan *body* dan rangka bus *suite class* dapat dilihat pada poin-poin di bawah ini:

1. Stasiun Kerja 1

Stasiun kerja 1 terdiri dari 4 *workcenter*, diantaranya adalah:

a. *Workcenter Crossmember*

Workcenter crossmember berisi urutan proses operasi pemasangan dan pengelasan *crossmember* pada rangka bus. Keterkaitan urutan proses operasi pada *workcenter crossmember* dapat dilihat pada Gambar 2.

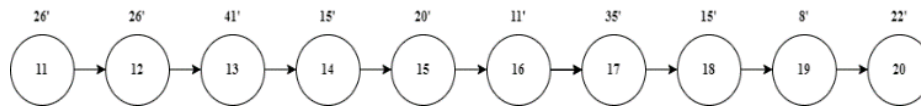


Gambar 2. *Precedence Diagram Crossmember*

Berdasarkan *precedence* diagram *crossmember* didapatkan total waktu proses operasi pemasangan dan pengelasan *crossmember* adalah 147 menit terdiri dari 10 elemen kerja.

b. *Workcenter* Perakitan Rangka Atap

Workcenter perakitan rangka atap berisi urutan proses operasi pembentukan rangka atap bus. Keterkaitan urutan proses operasi pada *workcenter* perakitan rangka atap dapat dilihat pada Gambar 3.

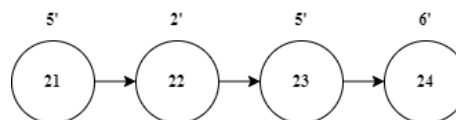


Gambar 3. *Precedence* Diagram Perakitan Rangka Atap

Berdasarkan *precedence* diagram perakitan rangka atap didapatkan total waktu proses operasi pembentukan rangka atap adalah 219 menit terdiri dari 10 elemen kerja.

c. *Workcenter* Pemasangan Plat Rangka Atap

Workcenter pemasangan plat rangka atap berisi urutan proses operasi pemasangan plat pada rangka atap bus. Keterkaitan urutan proses operasi pada *workcenter* pemasangan plat rangka atap dapat dilihat pada Gambar 4.

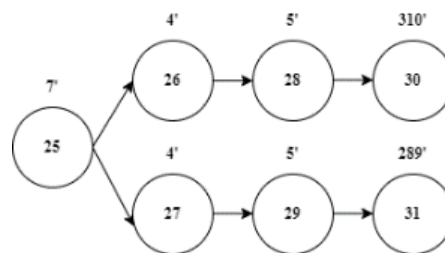


Gambar 4. *Precedence* Diagram Pemasangan Plat Rangka Atap

Berdasarkan *precedence* diagram pemasangan plat rangka atap didapatkan total waktu proses operasi pemasangan plat pada rangka atap bus adalah 18 menit terdiri dari 4 elemen kerja.

d. *Workcenter* Perakitan Rangka Samping Kanan Kiri

Workcenter perakitan rangka samping kanan kiri berisi urutan proses pembentukan rangka samping kanan dan kiri pada bus *suite class*. Keterkaitan urutan proses operasi pada *workcenter* perakitan rangka samping kanan kiri dapat dilihat pada Gambar 5.



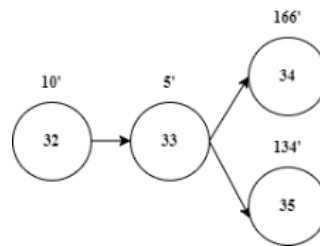
Gambar 5. *Precedence* Diagram Perakitan Rangka Samping Kanan Kiri

Berdasarkan *precedence* diagram perakitan rangka samping kanan kiri didapatkan total waktu proses operasi pembentukan rangka samping kanan dan kiri adalah 624 menit terdiri dari 7 elemen kerja.

2. Stasiun Kerja 2

a. *Workcenter* Assy Rangka Atap dan Rangka Samping Kanan Kiri

Workcenter assy rangka atap dan rangka samping kanan kiri berisi urutan proses perakitan rangka atap dan rangka samping bus hingga membentuk rangka bus yang utuh. Keterkaitan urutan proses operasi pada *workcenter* assy rangka atap dan rangka samping kanan kiri dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Precedence* Diagram Assy Rangka Samping Kanan Kiri dan Rangka Atap Berdasarkan *precedence* diagram assy rangka samping kanan kiri dan rangka atap didapatkan total waktu proses operasi perakitan rangka atap dan rangka samping bus adalah 315 menit terdiri dari 4 elemen kerja.

3.2 Kondisi Aktual

CV. XYZ merupakan perusahaan industri karoseri yang beroperasi 5 hari kerja tiap minggunya dengan jam kerja selama 8 jam per hari. Perusahaan memiliki 2 stasiun kerja dengan 5 *workcenter* untuk melakukan proses perakitan rangka bus *suite class* dalam memenuhi *demand* sebanyak 10 unit bus tiap minggu. Kapasitas tersedia yang dimiliki oleh perusahaan sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Tersedia} = \frac{\sum \text{Hari kerja} \times \sum \text{Jam kerja} \times 60 \text{ menit}}{\text{Demand}}$$

(1)

$$\text{Kapasitas Tersedia} = \frac{5 \text{ hari kerja} \times 8 \text{ jam kerja} \times 60 \text{ menit}}{10 \text{ unit}} = 240 \text{ menit}$$

3.3 Kondisi Perbaikan

Kondisi perbaikan dilakukan dengan menggunakan 2 metode *line balancing*, yakni metode LCR dan RPW. Penggunaan 2 metode tersebut berdasarkan penelitian terdahulu yang menjadi sumber dan referensi pelaksanaan penelitian saat ini, yakni pada produksi transformer daya di industri elektronika Malaysia dengan menggunakan *workstation* yang berjumlah banyak, data *working time* tiap urutan operasi, dan data stasiun kerja sehingga memungkinkan untuk adanya perubahan *layout* dan penambahan stasiun kerja. Hal tersebut sangat sesuai dengan kondisi produksi di CV. XYZ yang memiliki *workstation* berjumlah banyak dengan waktu urutan proses operasi yang panjang (Bakar dkk., 2019).

3.3.1 Metode *Largest Candidate Rules* (LCR)

Hasil perbaikan *line balancing* dengan menggunakan metode LCR menunjukkan bahwa perlu ditambah 2 stasiun kerja lagi hingga menjadi 4 buah stasiun kerja dengan 5 *workcenter*. Selain itu, perlu dibuat 3 lini yang terdiri lini A, B, dan C sehingga perakitan rangka atap, *crossmember*, dan perakitan rangka samping kanan kiri dapat dilakukan secara paralel atau bersamaan di stasiun kerja 1 namun di lini yang berbeda sehingga dapat lebih menghemat waktu operasi kerja dan menciptakan efisiensi. Urutan elemen kerja dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rules* yang berdasarkan waktu proses elemen terbesar yang tidak boleh melanggar *precedence* diagram dan waktu stasiun kerja harus lebih kecil dari waktu siklus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Urutan Operasi Kerja dengan Metode LCR

Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi
1	Perakitan Rangka Atap	11	26
		12	26
		13	41

		14	15
		15	20

Tabel 1. Urutan Operasi Kerja dengan Metode LCR (lanjutan)

Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi
1	Perakitan Rangka Atap	16	11
		17	35
		18	15
		19	8
		20	22
		21	5
		22	2
		23	5
		24	6
Total			237
Slack Time			3
Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi
1	Crossmember	1	20
		2	10
		3	5
		4	19
		5	13
		6	40
		7	5
		8	16
		9	3
		10	16
Total			147
Slack Time			93
Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi
1	Perakitan Rangka Samping Kanan Kiri	25	7
		26	4
		27	4
		28	5
		29	5
		30	215
Total			240
Slack Time			0
Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi
2	Perakitan Rangka Samping Kanan Kiri	30	95
		31	145
Total			240
Slack Time			0
Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi

3	Assy Rangka Samping Kanan Kiri dan Rangka Atap	31	144
		32	10
		33	5

Tabel 1. Urutan Operasi Kerja dengan Metode LCR (lanjutan)

Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi
3	Assy Rangka Samping Kanan Kiri dan Rangka Atap	34	81
Total			240
Slack Time			0
Stasiun	Work Center	Task	Waktu Operasi
4	Assy Rangka Samping Kanan Kiri dan Rangka Atap	34	53
		35	134
Total			187
Slack Time			53

3.3.2 Metode Rank Position Weight (RPW)

Hasil perbaikan *line balancing* dengan menggunakan metode RPW menunjukkan bahwa perlu ditambah 4 stasiun kerja lagi hingga menjadi 6 buah stasiun kerja dengan 5 *workcenter*. Urutan elemen kerja sesuai bobot terbesar sampai dengan bobot terkecil berdasarkan keterkaitan proses pada *precedence* diagram dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Operasi Kerja RPW

Task	Operasi Kerja	Bobot	Rank
1	Persiapan & Ambil Alat Material	94	26
2	Ukur Kerataan dan Pengemalan <i>Crossmember</i>	84	27
3	Naikkan Material dan Mal <i>Crossmember</i> Melintang 40x80	79	28
4	Pengelasan <i>Square Frame Crossmember</i> Melintang depan belakang	67	29
5	Pengelasan <i>Square Frame Crossmember</i> Melintang 3 tempat	66	30
6	Las <i>Full Crossmember Horizontal & Vertical Support</i> bagian bawah	35	31
7	Pengukuran & Penandaan untuk pengerjaan <i>Crossmember</i> Membujur	30	32
8	Pengelasan <i>Square Frame</i> (40x40 / 40x60) <i>Crossmember</i> Membujur	2	33
9	Pelepasan Mal untuk <i>Frame Crossmember</i> Horizontal Melintang	17	34
10	Pengelasan Tambahan	4	35
11	Pengambilan Alat dan Material Untuk Pembuatan <i>Body</i> Rangka Atap	197	8
12	Pengelasan Titik Pipa Rangka Atap	176	9
13	Setting JIG Rangka Atap	142	10
14	Pengelasan Titik pada Bagian Kanan	129	11
15	Pengelasan <i>Full</i> pada Bagian Kanan	109	12
16	Pengelasan Titik pada Bagian Kiri	99	13
17	Pengelasan <i>Full</i> pada Bagian Kiri	69	14
18	Proses Gerinda <i>Body</i> Rangka Atap	54	15
19	Proses Membalikkan Rangka Atap	46	16
20	Pengelasan <i>Full</i> pada Sisi Belakang Rangka Atap	26	17
21	Pembalikan Rangka Atap	15	18
22	Setting Rangka Atap ke JIG	14	19

23	Persiapan Material Plat	9	20
24	Pengelasan Plat Rangka Atap	5	21
25	Persiapan Alat dan Material Untuk Pembuatan <i>Body</i> Rangka Samping	222	1

Tabel 2. Bobot Operasi Kerja RPW (lanjutan)

Task	Operasi Kerja	Bobot	Rank
26	Pemasangan Pipa Vertikal Ke JIG Kanan	217	2
27	Pemasangan Pipa Vertikal Ke JIG Kiri	218	3
28	Pengelasan Titik Samping Bagian Atas Kanan	213	4
29	Pengelasan Titik Samping Bagian Atas Kiri	213	5
30	Pengelasan Bagian <i>Body</i> Rangka Samping Kanan	7	6
31	Pengelasan Bagian <i>Body</i> Rangka Samping Kiri	7	7
32	Proses Assy Rangka dan Atap	179	22
33	Proses Penyetingan Diagonal	174	23
34	Proses Pengelasan Assy Rangka dan Atap Kanan	10	24
35	Proses Pengelasan Assy Rangka dan Atap Kiri	10	25

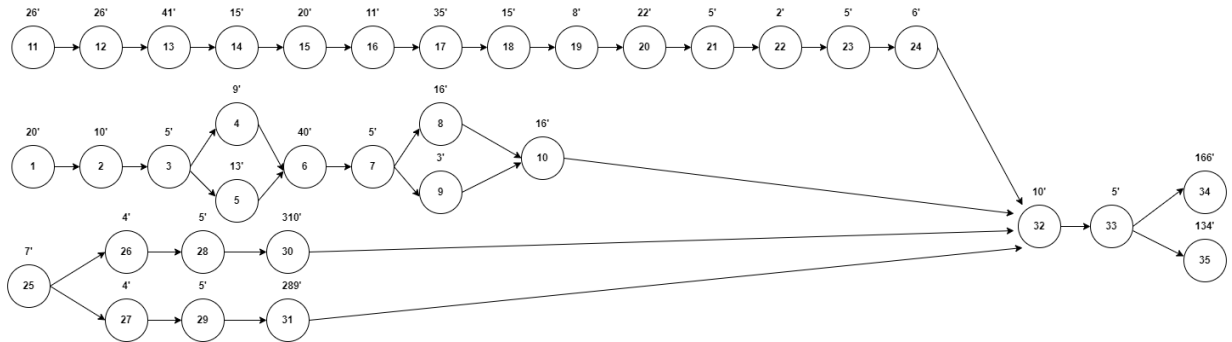
3.4 Perbandingan Hasil *Line Balancing*

Setelah dilakukan perbandingan antara kondisi aktual, kondisi perbaikan metode LCR, dan kondisi perbaikan metode RPW, maka didapatkan bahwa metode keseimbangan lintasan terpilih adalah metode LCR. Waktu menganggur (*idle time*) pada kondisi aktual stasiun kerja 1 dan 2 sebesar 13 jam 45 menit berkurang menjadi 0,8 jam jika menggunakan desain *line balancing*. Pada kondisi awal proses pembuatan *body* dan rangka bus *suite class* memiliki nilai *line efficiency* sebesar 276 % dan nilai *smoothness index* sebesar 735,83. Setelah dilakukan perbaikan keseimbangan lintasan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* atau LCR diperoleh nilai *line efficiency* sebesar 94%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu menganggur atau *waste* yang terjadi antarstasiun kerja berkurang dari kondisi aktual. Sedangkan untuk nilai *smoothness index* diperoleh nilai yang lebih rendah dari kondisi awal, yaitu sebesar 53 dan nilai *balance delay* sebesar 6%. Hal ini berarti bahwa tingkat kelancaran proses perakitan pada lini tersebut meningkat dari kondisi aktual. Ukuran performansi kondisi aktual dan kondisi perbaikan dengan menggunakan *line balancing* metode LCR dan RPW dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Ukuran Performansi *Line Balancing*

No	Ukuran Performansi	Kondisi Aktual	Metode LCR	Metode RPW
1	<i>Line Efficiency</i>	276%	94%	96%
2	<i>Smoothness Index</i>	735,83	53	59
3	<i>Balance Delay</i>	-176%	6%	87%
4	<i>Idle Time</i>	13 jam 45 menit	53 menit	59 menit
5	<i>Number Of Workstations</i>	2 stasiun kerja	4 stasiun kerja	6 stasiun kerja

Keterkaitan urutan proses operasi *body* dan rangka bus *suite class* setelah dilakukan penyeimbangan lintasan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Precedence Diagram Pada Kondisi Perbaikan

Kondisi perbaikan dengan menggunakan desain rancangan *line balancing* telah mengalokasikan 35 elemen kerja ke dalam 4 stasiun kerja dengan 3 lini produksi. Pada stasiun kerja 2, dilakukan penambahan 2 operator untuk melakukan pengelasan rangka samping kanan kiri bus.

3.5 Perbandingan Hasil Penelitian

Casban dan Kusumah (2016) menyatakan waktu baku tertinggi pada elemen kerja yang membutuhkan ketelitian tinggi suatu proses produksi dapat memengaruhi tingkat efisiensi lintasan produksi. Pekerjaan dengan ketelitian tinggi tersebut biasanya dikerjakan oleh mesin-mesin produksi pada beberapa stasiun kerja sehingga membutuhkan penugasan kepada operator berdasarkan spesifikasi pekerjaan serta keahlian operator produksi. Oleh karena itu, rendahnya nilai efisiensi lini menunjukkan bahwa penugasan kepada operator-operator di rantai produksi masih belum merata sehingga beban kerjanya tidak seimbang. Dasar perhitungan dalam penugasan elemen kerja pada penerapan *line balancing* dengan metode LCR dan RPW menggunakan waktu baku tertinggi sehingga memungkinkan adanya penambahan stasiun kerja agar dapat menyeimbangkan lintasan produksi, menyeimbangkan beban kerja operator, serta meningkatkan efisiensi hasil lintasan perbaikan.

Berdasarkan hasil penelitian pada produksi generator di manufaktur otomotif, penelitian pada produksi transformer daya di manufaktur elektronik, dan penelitian perakitan bus, metode *line balancing* yang terpilih untuk diterapkan di industri otomotif adalah metode *Largest Candidate Rules*. Perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini adalah jumlah stasiun kerja yang sedikit sehingga melibatkan seluruh stasiun kerja pada lintasan produksinya, sedangkan penelitian saat ini memiliki jumlah stasiun kerja yang cukup banyak (dimana tiap stasiun kerjanya memiliki *workcenter* yang melakukan proses kerja berbeda) sehingga penelitian hanya melibatkan dua stasiun kerja saja. Selain itu, penelitian terdahulu melibatkan proses kerja yang dilakukan berulang setiap harinya, sedangkan penelitian saat ini hanya melibatkan 1 proses kerja perakitan bus tiap hari. Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini bertujuan untuk menganalisis tingkat relevansi dan validitas hasil penelitian saat ini serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mendukung relevansi kedua hasil penelitian tersebut. Perbandingan hasil rekomendasi tersebut dengan hasil rekomendasi pada penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Referensi	Metode <i>Line Balancing</i>	Metode <i>Line Balancing</i> Terpilih
Alif, S. dan Aribowo, B. (2018). Line Balancing Application Analysis of Generator Manufacturing Process in DPG Inc.,	Metode J-Wagon, Metode RPW, dan Metode LCR.	Metode LCR

<p><i>Proceeding of IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering</i>, pp. 528 (2019).</p>		
<p>Bakar, N. A., Ramli, M. F., Zakaria, M. Z., Sin, T. C., Masran, H. (2020). Solving assembly line balancing problem using heuristic: A case study of power transformer in electrical industry. <i>Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science</i>, Vol. 17, No. 2, pp. 850-857.</p>	<p>Metode LCR, Metode RPW, dan Metode LPT.</p>	<p>Metode LCR</p>

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa metode *Largest Candidate Rules* (LCR) mampu menyeimbangkan *line assembly* industri otomotif. Hal ini dikarenakan waktu operasi tiap elemen kerja pada stasiun kerja di industri otomotif berbeda dengan industri manufaktur lainnya sehingga membutuhkan keseimbangan lintasan yang sesuai agar tidak menyebabkan *idle time* yang terlalu tinggi. Hasil akhir penelitian tersebut merupakan temuan baru untuk penelitian *line balancing* di dunia manufaktur otomotif yang sudah dilakukan pada beberapa penelitian terdahulu.

4. Simpulan

Proses perakitan *body* dan rangka bus *suite class* memiliki waktu menganggur (*idle time*) sebesar 13 jam 45 menit pada stasiun kerja 1 dan 2, *line efficiency* aktual sebesar 276 %, dan *smoothness index* sebesar 735,83. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perusahaan perlu menambah 2 stasiun kerja dengan 3 lini yang dapat bekerja secara bersamaan di stasiun kerja 1. Dengan menerapkan desain *line balancing* metode *Largest Candidate Rules* (LCR), perusahaan dapat menurunkan *idle time* menjadi 0,8 jam, mengoptimalkan *line efficiency* menjadi 94% serta *smoothness index* menjadi 53. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat kelancaran proses perakitan pada lini tersebut meningkat dari kondisi aktual sehingga proses produksi yang berlangsung menjadi lebih produktif dan efisien.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan oleh CV. XYZ adalah dengan menambah stasiun kerja sebanyak 2 buah sehingga total stasiun kerja pada perakitan *body* dan rangka bus *suite class* adalah sebanyak 4 stasiun kerja. Selain itu, perusahaan juga dapat menambah 2 operator pada stasiun kerja 2 untuk melakukan pengelasan rangka samping kanan kiri bus.

Daftar Pustaka

- Alif, S. dan Aribowo, B. (2018). Line Balancing Application Analysis of Generator Manufacturing Process in DPG Inc., *Proceeding of IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, pp. 528 (2019).
- Anvari, A., Ismail, Y., Mohammad, S., dan Hojjati, H. (2011). A Study on Total Quality Management and *Lean Manufacturing: Through Lean Thinking Approach*. *World Applied Sciences Journal*, Vol. 12, No. 9, pp. 1585–1596.
- Bakar, Nurhanani A., Ramli, Mohammad F., Zakaria, Mohd Z., Sin, Tan C., dan Masran, H. (2019). Solving assembly line balancing problem using heuristic: A case study of power transformer in electrical industry. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, Vol. 17, No. 2, pp. 850-857.

- Casban. dan Kusumah, L. H. (2016). Analisis Keseimbangan Lintasan Untuk Menciptakan Proses Produksi Pump Packaging Systems yang Efisien di PT. Bumi Cahaya Unggul, *Proceeding of Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Gaspersz, V. (2004). *Operation Planning and Inventory Control*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, Indonesia.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Lubuk Bandung. Bandung, Indonesia.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Bandung, Indonesia.