

Analisis Line Balancing Dengan Metode Largest Candidate Rules dan Ranked Position Weight (Studi Kasus UMKM Spare Part Motor Kota Pasuruan)

Asri Amalia Muti*¹, Nofan Hadi Ahmad², Tri Novita Sari³, Muchammad Muafiq⁴

^{1,4}Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
Institute of Technology and Science Nahdlatul Ulama, Pasuruan 67171, INDONESIA

²Department of Agro Industry Logistics Management
ATI Padang Polytechnic, Padang 25171, INDONESIA

³Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Computer Science
Indraprasta PGRI University, South Jakarta 12530, INDONESIA

Article Info

Abstract

Article history:

Received
May 21, 2023

Accepted
October 20, 2023

Keywords:

*Line Balancing, Ranged
Position Wight (RPW),
Largest Candidate Rule
(LCR), bostep,
underbone, flange,
comparative research.*

CV. XYZ produces motor spare parts from various types of metal, which customers often order, including bostep, underbone, flange, and many more variations of motor spare part products. Analysis of CV..XYZ's production effectiveness in 2021 will average below 100%; this proves that production achievement of the production plan cannot be achieved at 100%. So, there is often an imbalance in the production line. This study aimed to determine the highest efficiency, lowest balance delay, and optimal number of workstations from the production line resulting from the two methods, namely Ranged Position Wight (RPW) and Largest Candidate Rule. The type of research used in this research is comparative research. By comparing the percentage of efficiency, balance delay, and number of workstations from the two methods, namely Ranged Position Wight (RPW) and Largest Candidate Rule. The data shows that the largest candidate rule method has an efficiency percentage of 107% for bostep, 85% for underbone, and 94% for flange, respectively. Then, the smallest resulting balance delay is also generated from the production line design using the largest candidate rule method with 0.6 minutes each for bostep, 2.4 minutes for underbone, and 4.3 minutes for flange. Besides that, the design of workstations using the largest candidate rule method, 2 workstations each for the bostep, 2 workstations for the underbone, and 3 workstations for the flange.

1. PENDAHULUAN

CV. XYZ merupakan salah satu UMKM yang sudah berdiri sejak tahun 1997 di Kota Pasuruan dengan luas tempat produksi 10x6 m². CV. XYZ memproduksi *spare part* motor dari berbagai jenis logam, dan mampu memproduksi kurang lebih 1000 pcs/bulan untuk seluruh jenis *spare part* motor. *Spare part* motor yang sering dipesan oleh *customer* diantaranya adalah *bostep* dalam, *underbone*, *Flange* dan masih banyak lagi variasi produk *spare part* motor yang dihasilkan oleh CV. XYZ seperti pada Gambar 1.

Seluruh produk yang dihasilkan oleh CV. XYZ diproduksi dan kemudian dijual melalui *platform e-commerce* dan berdasarkan pesanan oleh *customer* secara *batch order* di setiap bulannya.



Gambar 1.

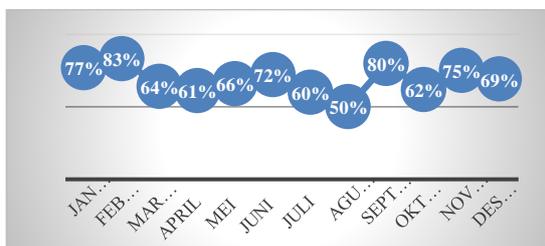
Produk utama yang dihasilkan CV. XYZ: a) bostep; b) underbone dan c) Flangee (Sumber: CV. XYZ)

Mesin dan metode pengerjaan yang digunakan di CV. XYZ masih menggunakan peralatan dan metode yang konvensional. Sehingga sering terjadi

ketidak seimbangan lintasan produksi dari setiap produksi *spare part* di CV. XYZ. Ketidak seimbangan tersebut disebabkan oleh beberapa hal seperti menunggu di tahapan proses berikutnya, kerusakan mesin dan produksi yang berlebih (Jewela G, 2020). Namun belum ada analisis atau pengukuran lebih lanjut terkait ketidakseimbangan *line production* di CV. XYZ tersebut hingga saat ini, berikut ini merupakan grafik persentase efektivitas produksi tahun 2021 (Gambar 2).

Berdasarkan grafik pada gambar 2 menunjukkan rata-rata realisasi terhadap perencanaan produksi kurang dari 100%. Selain itu, juga dapat menunjukkan bahwa antara perencanaan dan produksi tidak sesuai target. Sehingga dapat dikatakan adanya *delay* pada proses produksi, *delay* ini bisa juga disebabkan karena ketidak beraturannya laju produksi dan adanya hambatan atau *bottle neck* pada jalur produksi (Purba RS, 2023).

Dalam penyelesaian permasalahan *line balancing* ada beberapa metode yang dapat digunakan, diantaranya metode klasik (Groover MP, 2013) dan heuristic (pengembangan) (Basuki M dkk, 2023). Untuk Metode klasik diantaranya: 1) largest candidate rule, 2) Kilbridge and Wester method, dan 3) ranked positional weights method (Groover MP, 2013). Adapun beberapa penelitian yang terkait dalam penerapan metode klasik keseimbangan lini produksi diantaranya: a) Penggunaan metode *Largest Candidate Rule*, *Kilbridge and Western Method*, dan *Ranked Positional Weights* sebagai metode pembandingan pada lini produksi *spare part* otomotif, yang menghasilkan metode yang paling optimal adalah metode *Largest Candidate Rule* dengan hasil *line efficiency* sebesar 85,04%, *balance delay* sebesar 19,94%, dan *smoothnes index* 1,8239 dengan jumlah operator sebanyak 6 orang (Haq HS, 2020). Kemudian dengan menggunakan b) *Rank Positional Weight (RPW)* menghasilkan peningkatan keseimbangan lintasan berdasarkan efisiensi lintasan, *balance delay*, *smoothness index* dan *idle time*, sehingga peningkatan tersebut membuat kapasitas lini produksi pada *welding 2DP* dapat memenuhi target hingga akhir tahun 2020 (Ardiansyah F, 2023).



Gambar 2.

Grafik efektivitas produksi vs perencanaan produksi CV. XYZ 2021. (Sumber: CV. XYZ)

Kemudian dilakukan pengembangan dengan metode heuristic seperti: a) helgeson-birnie dan b) moodie-young (Jewela G, 2020), yang memperoleh hasil bahwa dengan metode moodie-young fase 2 menjadi metode yang terbaik dengan 7 stasiun kerja dimana *balance delay* sebesar 13,30%, efisiensi sebesar 86,52% dan *smoothing index* sebesar 1554,50 pada proses perakitan ragum. Kemudian penelitian yang lain dengan moodie-young yang membandingkan pada kondisi aktual dimana nilai *effeciency* 43,69%, *balance delay* 56,30% dan *smoothes index* 703,64, sedangkan pada lintasan produksi hasil setelah dilakukan *redesign* lini produksi diperoleh nilai *line efficiency* 76,46%, *balance delay* 23,53% dan *smoothes index* 279,39 (Prasetyo DT, 2023). Kemudian metode c) *region approach (RA)* pada industri tepung kelapa, minyak, dan santan kelapa yang menghasilkan perancangan pada dengan 2 stasiun kerja, efisiensi lini sebesar 81%, *balance delay* sebesar 19%, waktu menganggur sebesar 33 detik dan *smoothness index* sebesar 32.98 (Moonti R, 2022). Selain itu juga ada d) metode *Theory Of Constraint*, yang mana metode ini mampu mengeliminasi *bottle neck* yang awalnya terjadi sebanyak 16 kasus berulang pada stasiun kerja gerinda, kikir dan pengepakan menjadi sisa 3 kasus bottleneck dan hanya terjadi pada stasiun kerja kikir dengan persentase beban yang lebih minimal yaitu 1.270 %, 1.000% dan 1.005% pada Perusahaan Sp Aluminium (Purba RS, 2023). Kemudian e) metode Algoritma Genetika (AG) dengan hasil penelitian yang diperoleh yakni nilai efisiensi lintasan sebesar 62,21%, nilai *balance delay* sebesar 37,79%, serta nilai *smoothing index* sebesar 403,46, sehingga nilai efisiensi meningkat sebesar 1,72%, serta penurunan pada nilai *balance delay* sebesar 1,72%. Ada juga dengan metode f) *Hilgeson-Birnie* bahwa dengan metode tersebut dapat meminimumkan beban kerja pada 1 stasiun kerja yang ada pada lantai produksi dan meningkatkan keseimbangan lintasan produksi dengan tingkat efisiensi sebesar 91% , *balance delay* 19,7% dan *idle time* sebesar 97 detik (Bagas TCP, 2023). Seluruhnya dianalisis berdasarkan nilai efisiensi tertinggi dan *balance delay* terendah.

Berdasarkan latar belakang serta kondisi eksisting yang ada maka pengukuran keseimbangan produksi tersebut menggunakan dua metode *Rangked Position Wight (RPW)* dan *Largest Candidate Rule*. Penggunaan metode ini sesuai dengan data yang ada dan guna keperluan pengukuran awal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai efesinsi tertinggi dari jalur produksi yang dihasilkan dari kedua metode yakni *Rangked Position Wight (RPW)* dan *Largest Candidate Rule*. Selain itu untuk mengetahui nilai *balance delay* terendah dari jalur produksi yang dihasilkan dari kedua metode. Sehingga dapat memberikan

gambaran perancangan aliran produksi yang terbaik untuk CV. XYZ.

Dalam penelitian ini sebagai objek pengamatan adalah alur produksi pada tiga produk unggulan dari CV. XYZ yakni *bostep*, *underbone* dan *flange*. Pengukuran lini produksi terbaik diambil dari nilai persentase efisiensi tertinggi serta balance delay terendah. Selain itu, data yang dilakukan analisis merupakan data pengamatan pada tahun 2021.

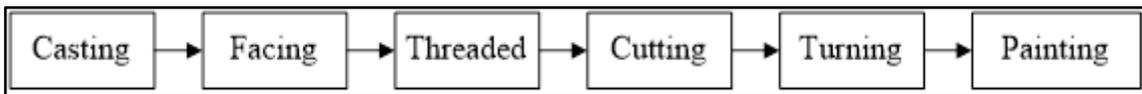
2. METODOLOGI

Produk dari CV. XYZ diantaranya adalah *bostep* atau *foot step* merupakan bagian penting untuk tapakan kaki karena memberikan keamanan

dan stabilitas bagi pembonceng selama berkendara dan juga berfungsi sebagai pijakan bagi pembonceng untuk melangkah saat berkendara (Rasul RM, 2019). Bagian-bagian ini akan ditempatkan di kedua sisi sepeda motor (Casado-Hernandez I, 2020). Tahapan pembuatan *bostep* (*foot step*) dari CV. XYZ (Gambar 3)

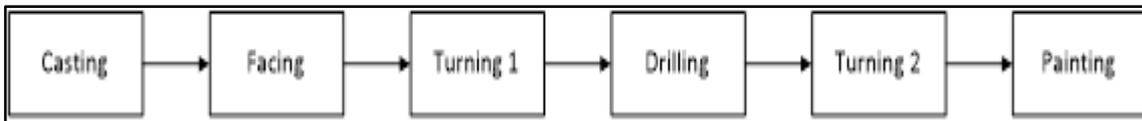
Underbone biasanya digunakan sebagai pijakan kaki pembonceng dan menjadi aksesoris utama motor bebek (Mohamed Zaki NA, 2022). Tahapan pembuatan *underbone* dari CV. XYZ (Gambar 4).

Flange biasanya digunakan pada roda sebagai penjepit dan kemudian roda dijepit pada flensa pelek bagian dalam (Baltruschat k, 2019). Tahapan pembuatan *flange* dari CV. XYZ (Gambar 5).



Gambar 3.

Alur proses pembuatan *bostep* di CV. XYZ



Gambar 4.

Alur proses pembuatan *underbone* di CV. XYZ



Gambar 5.

Alur proses pembuatan *flange* di CV. XYZ

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian komperatif yakni penelitian yang membandingkan dua atau lebih variabel untuk melihat perbandingan dua atau lebih situasi, peristiwa, kegiatan atau program sejenis (Nurhadi, 2023). *Line Balance* adalah penyeimbangan pendistribusian keseluruhan beban kerja pada lini perakitan secara merata yang berbanding lurus terhadap rasio total waktu proses serta waktu proses bottleneck dikalikan dengan jumlah workstation (Leng J, 2019). Selain itu line balancing adalah sejumlah pekerjaan yang berada dalam satu lintasan atau lini produksi dan saling berkaitan dalam stasiun-stasiun kerja, line balancing memiliki fungsi untuk membuat suatu lintasan yang seimbang, tujuan utama dari penyeimbangan lini tersebut adalah meminimalkan waktu yang tidak terpakai (*idle time*) yang ada dalam suatu lintasan dan dipengaruhi oleh operasi yang paling lambat (Basuki M, 2023). Pada pengukuran line balancing setiap tugas dan skuensial harus dipertimbangkan serta kebutuhan waktu per unit produk harus di spesifikasikan dalam rangka

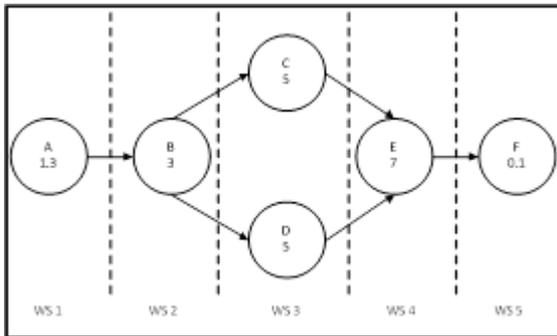
penyeimbangan (Dharmayanti I, 2019). Fungsi dan tujuan pengukuran line balancing adalah suatu tugas skuensial dalam merakit suatu produk yang dibebankan kepada sekelompok orang atau mesin, untuk memperoleh efisiensi yang tinggi dalam setiap stasiun kerja (Taufiq HM, 2022). *Largest Candidate Rule* yang mana pada elemen kerja disusun dalam urutan menurun sesuai dengan nilai T_{ek} (time to perform work element), sedangkan *Ranked Positional Weights (RPW)* merupakan pemberian nilai bobot posisi peringkat yang dihitung dari setiap elemen, dimana merupakan RPW_k (bobot pada tiap elemen atau stasiun kerja) dihitung dengan menjumlahkan T_{ek} (time to perform work element) dan waktu lainnya untuk elemen yang mengikuti T_{ek} dalam rantai panah dari diagram prioritas (Groover MP, 2013). Dalam penelitian ini akan menggunakan dua metode yakni *largest candidate rule* dan *ranked positional weights method* yang kemudian dibandingkan terhadap pencapaian efisiensi tertinggi dan balance delay terendah antar dari perancangan lini produksi dari kedua metode.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Largest Candidate Rule

3.1.1 Bostep (foot step)

Berdasarkan data waktu untuk tiap proses *time cycle (TC)* untuk pembuatan *bostep* diperoleh sebesar 10 menit. Kemudian berdsarakan urutan produksi diperoleh pembagian *work station* sebanyak 5 *work station*, berikut adalah *precedence diagram* (gambar 6) untuk 5 worsk station pada pembuatan bostep.



Gambar 6. Precedence diagram untuk pembuatan bostep.

Kemudian dilakukan analisis pengukuran minimum jumlah work station.

$$WS\ min = \frac{FT}{CT} \dots\dots\dots (1)$$

$$WS\ min = \frac{21,4}{10} = 2,14 \approx 2\ work\ station$$

Berdasarkan pengukuran diatas diperoleh pembuatan *bostep* minum *work station* yang diizinkan sebanyak 2 *work station*. Selanjutnya dilakukan perbaikan work station seperti pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Pembagian work station baru

| Work Station | Code of Process | Taks time (minute) | Cycle time (minute) | Remainin g time (minute) | Idle time (minute) |
|--------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | A | 1,3 | 10 | 8,7 | 0,6 |
| | B | 3 | | 5,7 | |
| | D | 5 | | 0,7 | |
| | F | 0,1 | | 0,6 | |
| 2 | C | 5 | 10 | 5 | 0 |
| | E | 7 | | 2 | |
| Total | | | | | 0,6 |

Sehingga berdasarkan perancangan *work station* terbaru diperoleh persentase efisiensi lini produksi sebagai berikut ini:

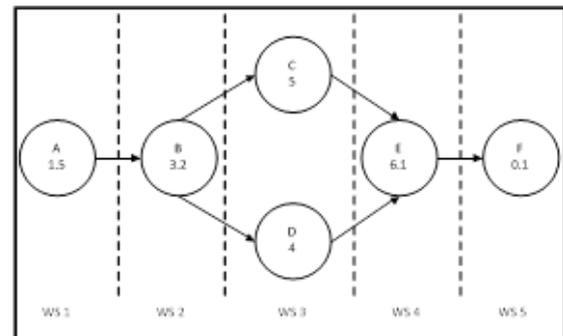
$$EL = \frac{task\ time}{(WS\ X\ CT)} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$$EL = \frac{21,4}{(2\ X\ 10)} \times 100\% = 107\%$$

Pada perhitungan efisiensi lini didapatkan bahwa pembagian *line balancing* pada produk *foot step* dengan metode *largest candidate rule* sebesar 107%.

3.1.2 Underbone

Berdasarkan data waktu untuk tiap proses diperoleh *time cycle (TC)* untuk pembuatan *underbone* sebesar 12 menit. Kemudian berdasarkan urutan produksi diperoleh pembagian *work station* sebanyak 5 *work station*, berikut adalah (gambar 7) *precedence diagram* untuk 5 work station pada pembuatan *underbone*.



Gambar 7. Precedence diagram untuk pembuatan *underbone*.

Work station pada pembuatan *underbone*. Kemudian dilakukan analisis pengukuran minimum jumlah work station.

$$WS\ min = \frac{20,4}{12} = 1,7 \approx 2\ work\ station$$

Berdasarkan pengukuran diatas diperoleh pembuatan *underbone* minum *work station* yang diizinkan sebanyak 2 *work station*. Selanjutnya dilakukan perbaikan work station seperti pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 2. Pembagian work station baru untuk pembuatan *Bostep* (Metode LCR)

| WS | Taks time (minute) | Cycle time (minute) | Remainin g time (minute) | Idle time (minute) |
|-------|--------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | F | 0,1 | 10 | 9,9 |
| | A | 1,5 | 10 | 7,9 |
| | C | 5 | 10 | 7,4 |
| | B | 3,2 | 10 | 0,2 |
| 2 | D | 4 | 10 | 6 |
| | E | 6,1 | 10 | 0 |
| Total | | | | 2,4 |

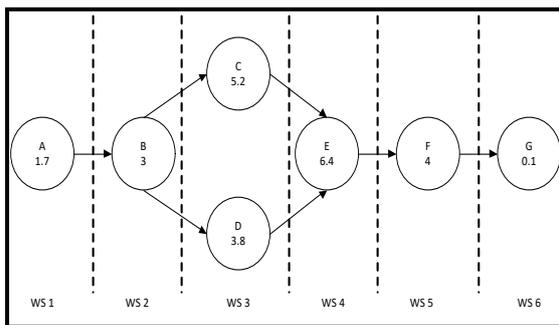
Sehingga berdasarkan perancangan *work station* terbaru diperoleh persentase efisiensi lini produksi sebagai berikut ini:

$$EL = \frac{20,4}{(2 \times 12)} \times 100\% = 85\%$$

Pada perhitungan efisiensi lini didapatkan bahwa pembagian *line balancing* pada produk *underbone* dengan metode *largest candidate rule* sebesar 85%.

3.1.3 Flange

Berdasarkan data waktu untuk tiap proses *time cycle (TC)* untuk pembuatan *flange* diperoleh sebesar 8,5 menit. Kemudian berdasarkan urutan produksi diperoleh pembagian *work station* sebanyak 6 *work station*, berikut adalah **Figure 8** *precedence diagram* untuk 6 *work station* pada pembuatan *flange*.



Gambar 1. Precedence diagram untuk pembuatan flange.

Kemudian dilakukan analisis pengukuran minimum jumlah work station.

$$WS_{min} = \frac{24,4}{8,5} = 2,84 \approx 3 \text{ work station}$$

Berdasarkan pengukuran diatas diperoleh pembuatan *flange* minum work station yang diizinkan sebanyak 3 *work station*. Selanjutnya dilakukan perbaikan work station seperti pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 3. Pembagian work station baru untuk pembuatan Flange (Metode LCR)

| WS | Taks | Taks time (minute) | Cycle time (minute) | Remaining time (minute) | Idle time (minute) |
|-------|------|--------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 | A | 1,7 | 8,5 | 6,7 | 0,3 |
| | E | 6,4 | 8,5 | 0,3 | |
| 2 | B | 3 | 8,5 | 5,8 | 0,4 |
| | C | 5,2 | 8,5 | 0,4 | |
| | D | 3,8 | 8,5 | 7,7 | |
| 3 | F | 4 | 8,5 | 3,7 | 3,6 |
| | G | 0,1 | 8,5 | 3,6 | |
| Total | | | | | 4,3 |

Sehingga berdasarkan perancangan *work station* terbaru diperoleh persentase efisiensi lini produksi sebagai berikut ini:

$$EL = \frac{20,4}{(3 \times 8,5)} \times 100\% = 94\%$$

Pada perhitungan efisiensi lini didapatkan bahwa pembagian *line balancing* pada produk *flange* dengan metode *largest candidate rule* sebesar 95%.

3.2 Ranked Positional Weights

3.2.1 Bostep

Table 4. Pembobotan dan rank posisi pada lini produksi bostep

| Sequance ce (time) | Sequance | | | | | | Weight ed | Rank |
|--------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|------|
| | A | B | C | D | E | F | | |
| A (1,3) | - | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 7,8 | 4 |
| B (3) | 0 | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 1 |
| C (5) | 0 | 0 | - | 0 | 5 | 5 | 10 | 2 |
| D (5) | 0 | 0 | 0 | - | 5 | 5 | 10 | 3 |
| E (7) | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 7 | 7 | 5 |
| F (0.1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0,1 | 6 |

Matriks keterdahuluan digantikan dengan waktu penyelesaian pada setiapa proses nya kemudian dijumlahkan sesuai kolomnya. Pengurutan sesuai prioritas dari yang terbesar hingga terkrecil. Pada table 4 diatas dapat kita lihat bahwa prioritas bobot posisi secara ber urutan adalah B, C, D, A, E dan F.

$$WS_{min} = \frac{46,3}{10} = 4,63 \approx 5 \text{ work station}$$

Berdasarkan pengukuran diatas diperoleh pembuatan *flange* minum work station yang diizinkan sebanyak 3 *work station*. Selanjutnya dilakukan perbaikan work station seperti pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Pembagian work station baru pembuatan *bostep* (Metode RPW)

| WS | Taks | Taks time (minute) | Cycle time (minute) | Remaining waktu (minute) | Idle time (minute) |
|----|-------|--------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | B | 12 | 10 | 2 | |
| 2 | C | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 3 | D | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 4 | A | 7,8 | 10 | 2,2 | 2,2 |
| | E | 7 | 10 | 3 | |
| 5 | F | 0,1 | 10 | 2,9 | 2,9 |
| | Total | | | | |

Sehingga berdasarkan perancangan *work station* terbaru diperoleh persentase efisiensi lini produksi sebagai berikut ini:

$$EL = \frac{21,4}{5 \times 10} \times 100\% = 42,8\%$$

Pada perhitungan efisiensi lini didapatkan bahwa pembagian *line balancing* pada produk *bostep* dengan metode *Ranked Positional Weights* sebesar 42,8%.

3.2.2 Underbone

Table 6. Pembobotan dan rank posisi pada lini produksi underbone

| Sequance (time) | Sequance | | | | | | Weighted | Rank |
|--------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------|
| | A | B | C | D | E | F | | |
| A (1,5) | - | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 7,5 | 4 |
| B (3,2) | 0 | - | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 12,8 | 1 |
| C (5) | 0 | 0 | - | 0 | 5 | 5 | 10 | 2 |
| D (4) | 0 | 0 | 0 | - | 4 | 4 | 8 | 3 |
| E (6,1) | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 6,1 | 6,1 | 5 |
| F (0,1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0,1 | 6 |

Matriks keterdahuluan digantikan dengan waktu penyelesaian pada setiap proses nya kemudian dijumlahkan sesuai kolomnya. Pengurutan sesuai prioritas dari yang terbesar hingga terkecil. Pada Tabel 6 diatas dapat kita lihat bahwa prioritas bobot posisi secara ber urutan adalah B, C, D, A, E dan F.

$$WS \min = \frac{48,2}{12} = 4,01 \approx 4 \text{ work station}$$

Berdasarkan pengukuran diatas diperoleh pembuatan *underbone* minum *work station* yang diizinkan sebanyak 4 *work station*. Selanjutnya dilakukan perbaikan *work station* seperti pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 7. Pembagian work station baru pembuatan *underbone* (Metode RPW)

| WS | Taks | Taks time (minute) | Cycle time (minute) | Remaining waktu (minute) | Idle time (minute) |
|-------|------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | B | 12,8 | 10 | 2,8 | 0 |
| 2 | C | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 3 | D | 8 | 10 | 2 | 2 |
| 4 | E | 6,1 | 10 | 3,9 | 3,8 |
| | F | 0,1 | | 3,8 | |
| Total | | | | | 5,8 |

Sehingga berdasarkan perancangan *work station* terbaru diperoleh persentase efisiensi lini produksi sebagai berikut ini:

$$EL = \frac{20,4}{4 \times 12} \times 100\% = 42,5\%$$

Pada perhitungan efisiensi lini didapatkan bahwa pembagian *line balancing* pada produk *underbone* dengan metode *Ranked Positional Weights* sebesar 42,5%.

3.2.3 Flange

Table 8. Pembobotan dan rank posisi pada lini produksi flange

| Sequance (time) | Sequance | | | | | | | Weighted | Rank |
|--------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | | |
| A(1,7) | - | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 11,9 | 4 |
| B (3) | 0 | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 | 2 |
| C (5,2) | 0 | 0 | - | 0 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 15,6 | 1 |
| D (3,8) | 0 | 0 | 0 | - | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 11,4 | 5 |
| E (6,4) | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 6,4 | 6,4 | 12,8 | 3 |
| F (4) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 4 | 4 | 6 |
| G(0,1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0,1 | 7 |

Matriks keterdahuluan digantikan dengan waktu penyelesaian pada setiap prosesnya kemudian dijumlahkan sesuai kolomnya. Pengurutan sesuai prioritas dari yang terbesar hingga terkecil. Pada table 9 diatas dapat kita lihat bahwa prioritas bobot posisi secara berurutan adalah C, B, E, A, D, F dan G.

$$WS \min = \frac{72,1}{15,6} = 4,26 \approx 5 \text{ work station}$$

Berdasarkan pengukuran diatas diperoleh pembuatan *flange* minum *work station* yang diizinkan sebanyak 5 *work station*. Selanjutnya dilakukan perbaikan *work station* seperti pada tabel 10 di bawah ini.

Tabel 9. Pembagian work station baru pembuatan *flange* (Metode RPW)

| WS | Taks | Taks time (minute) | Cycle time (minute) | Remaining waktu (minute) | Idle time (minute) |
|-------|------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | C | 15,6 | 15,6 | 0 | 0 |
| 2 | B | 15 | 15,6 | 0,6 | 0,6 |
| 3 | E | 12,8 | 15,6 | 2,8 | 2,7 |
| | G | 0,1 | | 2,7 | |
| 4 | A | 11,9 | 15,6 | 3,7 | 3,7 |
| 5 | D | 11,4 | 15,6 | 4,2 | 0,2 |
| | F | 4 | | 0,2 | |
| Total | | | | | 6,6 |

Sehingga berdasarkan perancangan *work station* terbaru diperoleh persentase efisiensi lini produksi sebagai berikut ini:

$$EL = \frac{20,4}{(5 \times 15,6)} \times 100\% = 26\%$$

Pada perhitungan efisiensi lini didapatkan bahwa pembagian line balancing pada produk flange dengan metode Ranked Positional Weights sebesar 26%.

4. KESIMPULAN

Tabel 10.

Persentase Efficiency LCR dan WPR

| Metode | Spare Part | | |
|--------|------------|-----------|--------|
| | Bostep | Underbone | Flange |
| LCR | 107% | 85% | 94% |
| WPR | 42.80% | 42,5% | 26% |

Tabel 11.

Balance Delay LCR dan WPBR

| Metode | Spare Part | | |
|--------|------------|-----------|--------|
| | Bostep | Underbone | Flange |
| LCR | 0,6 | 2,4 | 4,3 |
| WPR | 5,1 | 5,8 | 6,6 |

Pada Tabel 10 menunjukkan bahwa metode *largest candidate rule* dengan masing-masing persentase efisiensi sebesar 107% untuk bostep, 85% untuk underbone dan 94% untuk flange.

Kemudian balance delay pada Tabel 11 yang di hasilkan terkecil juga di hasilkan dari perancangan lini produksi dengan metode *largest candidate rule*. Dengan masing-masing sebesar 0,6 minute untuk bostep, 2.4 minute untuk underbone dan 4.3 minute untuk flange.

Selain itu perancangan work station dengan metode *largest candidate rule* masing- masing 2 work station untuk bostep, 2 work station untuk underbone dan 3 work station untuk flange.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Jewela G. 2020. *Pengaplikasian Konsep Line Balancing untuk Mencapai Efisiensi Kerja yang Optimal pada Setiap Stasiun Kerja pada Proses Perakitan Ragum*. Natl Conf Ind Eng. 3(2).
- Purba RS. 2021. Analisis Keseimbangan Lintasan Produksi Untuk Meminimasi Bottleneck Dengan Metode Theory Of Constraint (TOC)(Studi Kasus di Perusahaan Sp Aluminium Yogyakarta) [Internet]. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta;. Available from: <http://eprints.upnyk.ac.id/25297/>.
- Groover, MP. 2013. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacture. Fourth Edi. New Jersey, Pearson Higher Education, editor.
- Basuki M, Mz H, Aprilyanti S, Junaidi M. 2019. Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Pendekatan Metode Heuristik. J Teknol [Internet]. 11(2):1–9. Available from: <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.11.2.117-126>. Diakses tanggal 15 Mei 2023.
- Haq HS, Pulansari F, Suryadi A. 2020. Analisis Keseimbangan Lintasan Menggunakan Metode Largest Candidate Rule, Killbridge and Western Method, Ranked Positional Weights. J Manaj Ind dan Teknol. 1(3):13–24.
- Ardiansyah F. 2020. Analisis Keseimbangan Lintasan Produksi Pada Line Welding Menggunakan Metode Ranked Positional Weight Di Perusahaan Sparepart Otomotif [Internet]. Universitas Mercu Buana Bekasi. Available from: <https://repository.mercubuana.ac.id/61335/>. Diakses tanggal 15 Mei 2023.
- Prasetyo DT, Siregar N, Sutrisno. 2019. Analisis Keseimbangan Lintasan produksi dengan Menggunakan Metode Moodie Young Pada PT. Sinar Sanata Electronic Industry [Internet]. Universitas Medan Area. Available from: <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/11300>. Diakses tanggal 15 Mei 2023.
- Moonti R, Uloli H, Rasyid A. 2022. Analisis Keseimbangan Lintasan Lini Produksi Tepung Kelapa Dengan Metode Ranked Positional Weight Dan Region Approach. Jambura Ind Rev. 2(1):1–10.
- Bagas Tri Cahaya P. 2022. Analisis Line Balancing untuk Keseimbangan Proses Produksi Menggunakan Metode Hilgeson-Birnie pada Pembuatan Lulur Lotong di CV Laura Beauty [Internet]. Available from: <http://repository.unsada.ac.id/id/eprint/5059>. Diakses tanggal 15 Mei 2023.
- Rasul RM, Medali TL, Abdullah SHYS, Endut A. 2019. Design and development of universal pillion foot-board for underbone motorcycle. Int J Eng Adv Technol. ;9(1):1004–11.
- Casado-Hernández I, Becerro-De-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Soriano-Medrano A, Morales-Ponce Á, Martiniano J. 2020. Development and validation of the overall foot pain questionnaire in motorcycle riders. Int J Environ Res Public Health. 17(7):2233.
- Mohamed Zaki NA, Mat Rasul R, Norzaman NZA. 2022. Pilot Study: Identifying the

- Suitable Design of Motorcycle Footboard for Children.
13. Baltruschat K, Dittmar S, Tallafuß T. 2019. Guidelines for the testing and inspection of plastic wheels for passenger cars and motorcycles. 769–783.
 14. Nurhadi, Hasibuan Sri W, Ascarya. 2021. Metode Penelitian Ekonomi Islam [Internet]. Triyawan A, editor. Bandung: Media Sains Indonesi dan Penulis. 245. Available from: https://www.google.co.id/books/edition/Metode_Penelitian_Ekonomi_Islam/pGIEEAAQBAJ?hl=ban&gbpv=1. Diakses tanggal 15 Mei 2023.
 15. Leng J, Liu Q, Ye S, Jing J, Wang Y, Zhang C. 2020. Digital twin-driven rapid reconfiguration of the automated manufacturing system via an open architecture model. *Robot Comput Integr Manuf.* 63 (Diakses: September 2019).
 16. Dharmayanti I, Marliansyah H. 2019. Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing. *J Manaj Ind dan Logistik.* 3(1):45–56.
 17. Taufiq Hasbullah M. 2022. Efisiensi Lini Produksi Asphalt Mixing Plan Dengan Metode Line Balancing di PT. XYZ Efficiency Of Asphalt Mixing Plan Production Line With Line Balancing Method at PT. XYZ. Agustus [Internet]. 3(2):115–26. Available from: <https://www.doi.org/10.22303/iesm.3.2.2022.115-126>. Diakses tanggal 19 Mei 2023.