

OPTIMALISASI KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI DAUR ULANG PLASTIK DENGAN PENDEKATAN *RANKED POSITIONAL WEIGHT*

Yusron Hapid*, Supriyadi

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
Email: yusronhapid16@gmail.com; supriyadi@unsera.ac.id

Artikel masuk : 21-05-2021

Artikel direvisi : 20-06-2021

Artikel diterima : 23-06-2021

*Penulis Korespondensi

Abstrak -- CV. Barsya Eka Plastindo merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang daur ulang plastik. Pada proses produksinya memiliki dua area dalam pabrik, yaitu area produksi pertama dan area produksi kedua. Penelitian ini fokus ke salah satu area produksi karena memiliki proses yang sama. Permasalahan yang diakibatkan beban kerja tidak merata berdampak pada tingkat efisiensi dan produktivitas kerja yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan keseimbangan lintasan produksi berdasarkan beban kerja masing-masing operator. Metode pengambilan data dengan melakukan pengukuran secara langsung pada seluruh elemen kerja pada operator menggunakan stopwatch. Penelitian ini menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) untuk menentukan alokasi beban kerja dari setiap operator. Hasil penelitian menunjukkan jumlah operator yang ideal untuk produksi daur ulang plastik sebanyak 4 operator dari jumlah semula sebanyak 6 operator. Pemerataan beban kerja dapat meningkatkan nilai efisiensi dari 53% menjadi 80,1 %. Peningkatan efisiensi lini ini disebabkan efektivitas elemen kerja/gerak masing-masing operator kerja. Peningkatan efisiensi lini, berdampak penurunan *Balance Delay* (BD) dari 47 %, menjadi 19,9 % dan *Smoothing Index* (SI) dari 78,58 detik menjadi 22,58 detik.

Kata kunci: *Balance Delay; Beban Kerja; Line Balancing; Ranked Positional Weight; Smoothing Index*

Abstract -- CV. Barsya Eka Plastindo is a manufacturing company engaged in plastic recycling. The production process has two areas in the factory, namely the first production area and the second production area. This research focuses on one area of production because it has the same process. Problems caused by uneven workload impact the level of efficiency and work productivity that is less than optimal. This study aims to optimize the balance of the production line based on the workload of each operator. The method of collecting data is by taking direct measurements of all operator work elements using a stopwatch. This study uses the *Ranked Positional Weight* (RPW) method to determine the workload allocation of each operator. The results showed the ideal number of operators for plastic recycling production was four operators from the original number of 6 operators. An equitable workload can increase the efficiency value from 53% to 80.1%. The increase in line efficiency is due to the effectiveness of each work operator's work/motion elements. The increase in line efficiency decreased the *Balance Delay* (BD) from 47% to 19.9% and the *Smoothing Index* (SI) from 78.58 seconds to 22.58 seconds.

Keywords: *Balance Delay; Workload; Ranked Positional Weight; Line Balancing; Smoothing Index*

PENDAHULUAN

Lini produksi mempunyai peranan yang penting dalam menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Tingkat keberhasilan proses produksi juga dipengaruhi oleh kualitas sumber daya manusia dan fasilitas produksi. Lini produksi harus mampu mengoptimalkan sumber daya yang tersedia dalam

memaksimalkan produktivitas kerja (Supriyadi et al., 2019). Salah satu penyebab proses produksi tidak efisien adalah kurang seimbangannya lintasan produksi yang menyebabkan waktu tunggu antar lini (Salim et al., 2016). Pekerjaan di bagian akhir tidak dapat dioperasikan kecuali semua tugas di bagian sebelumnya telah diselesaikan (Li et al., 2020).

CV. Barsya Eka Plastindo merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang daur ulang plastik. Pada proses produksinya memiliki dua area dalam pabrik, yaitu area produksi pertama dan area produksi kedua. Permasalahan yang sering terjadi di CV. Barsya Eka Plastindo adalah lebih banyak menunggu (*waiting*) yang diakibatkan beban kerja yang tidak merata (Tabel 1). Beban kerja yang kurang merata ini berdampak pada kurang optimalnya tingkat efisiensi dan produktivitas kerja yang terjadi.

Tabel 1. Data *Cycle Time* Operator

Operator	<i>Cycle Time</i> (detik)	<i>Waiting Time</i> (detik)
1	11,51	
2	8,28	2,93
3	21,49	
4	24,15	
5	11,32	12,83
6	22,20	10,88

Bottleneck dan *idle time* yang terjadi menyebabkan suatu pekerjaan menjadi tidak efektif (Pertiwi & Astuti, 2020). Penyeimbangan lini proses merupakan faktor penting bagi industri dalam meningkatkan produktivitas kerja melalui pengoptimalan jumlah *workstation* atau meminimalkan waktu siklus. *Ranked Positional Weight* (RPW) merupakan salah satu metode *line balancing* yang dikembangkan oleh Helgeson and Birnie dengan cara memberikan peringkat setiap pekerjaan sesuai dengan seberapa penting pekerjaan tersebut dalam menyelesaikan semua pekerjaan yang bergantung pada pekerjaan tersebut (Büyüksaatçı et al., 2015). Metode ini menetapkan elemen kerja ke stasiun secara optimal dengan memperhitungkan hubungan prioritas dan waktu pemrosesan semua pekerjaan (Can & Öner, 2021). Nilai RPW masing-masing operasi ditentukan dan operasi ditugaskan ke *workstation* (Helgeson & Birnie, 1961).

Bongomin et al. (2020) menggunakan metode RPW untuk menyeimbangkan jalur perakitan celana untuk meningkatkan efisiensi jalur serta meminimalkan jumlah stasiun kerja. Ginting & William (2020) dalam penelitiannya menunjukkan implementasi RPW pada industri pipa PVC mampu mengefektifkan jumlah lintasan menjadi 8 stasiun kerja dengan waktu siklus terbesar 1103 detik melalui peningkatan efisiensi keterlambatan, dimana semakin tinggi nilai persentasenya maka lintasan produksi semakin baik. Tingkat efisiensi pada line sewing pada penelitian Idris et al. (2019) juga mengalami peningkatan dari 44,8% menjadi 87% dengan mengoptimalkan jumlah stasiun kerja menjadi 5 sesuai dengan pendekatan RPW.

Penelitian *line balancing* dengan menggunakan RPW umumnya berdasarkan hasil perhitungan waktu baku (Ginting & William, 2020; Ponda et al., 2019). Waktu baku tersebut hanya digunakan sebagai penentuan *cycle time* di masing-masing stasiun kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah stasiun kerja pada lintasan daur ulang plastik dengan memperhatikan aktivitas kerja setiap pekerja. Penelitian ini menggunakan *time study* untuk menentukan waktu kerja masing-masing stasiun kerja. Metode *time study* digunakan untuk menganalisis langkah kerja yang tidak mempunyai nilai tambah sehingga dapat meminimalkan *idle time* yang terjadi setelah dilakukan penggabungan stasiun kerja. Analisa langkah kerja ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan proses kerja dengan meminimalkan gerakan-gerakan yang tidak mempunyai nilai tambah. Metode RPW digunakan untuk menentukan jumlah stasiun kerja yang optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode RPW dalam menentukan jumlah stasiun kerja yang optimal dengan menggunakan tiga langkah yaitu menentukan *cycle time*, *line balancing*, pemerataan. Data primer diperoleh dengan melakukan observasi langsung di lapangan, seperti: data observasi waktu kerja dari masing-masing operator, dan *cycle time*. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran secara langsung pada seluruh elemen kerja/gerakan pada operator setiap bagian kerja dengan menggunakan *stopwatch* pada setiap elemen kerja. Data sekunder diperoleh dengan mempelajari data perusahaan, seperti waktu kerja efektif (hari kerja dan jam), volume pesanan pelanggan, standarisasi yang ada pekerjaan melalui wawancara dengan karyawan dan pimpinan kerja. Perhitungan uji kecukupan data menggunakan tingkat ketelitian 10% dan tingkat keyakinan 90% (pers. 1).

$$N' = \left(\frac{k \sqrt{N \cdot \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right)^2 \quad (1)$$

Cycle time merupakan merupakan salah satu elemen desain proses yang membantu dalam alokasi stasiun kerja (Nwanya & Achebe, 2020). Semakin pendek waktu siklus maka semakin cepat produk sampai ke konsumen dan ini dianggap sebagai faktor kompetitif dalam suatu perusahaan. Penentuan *cycle time* membutuhkan pembuatan diagram kerja sesuai dengan gerakan operator dan langkah kerja dan letak posisi mesin dengan parameter nilai *cycle time* adalah waktu

terbesar dari keseluruhan operator kerja (T_{max}). Hasil *cycle time* (W) digunakan untuk menentukan kebutuhan minimum jumlah operator pada lini produksi daur ulang plastik dengan *twc* (*total work content*) adalah total waktu proses dan *tws* (*task worker station*) adalah *cycle time* (pers. 2).

$$W = \min \text{integer} \frac{T_{wc}}{T_{ws}} \quad (2)$$

Line balancing dengan menggunakan RPW menggunakan parameter *line efficiency* (pers. 3), *balance delay* (pers. 4), *smoothest index* (pers. 5). *Line efficiency* (LE) merupakan rasio total waktu stasiun dengan waktu siklus produk dan jumlah stasiun kerja sebagai ukuran tingkat efisiensi suatu lintasan kerja (Edokpia & Owu, 2013). *Balance delay* (D) adalah ukuran inefisiensi suatu lintasan kerja yang menyebabkan waktu menganggur pada suatu lintasan akibat pengaturan alokasi stasiun kerja yang belum optimal (Hakim et al., 2018). *Smoothest index* (SI) merupakan standar deviasi distribusi pekerjaan antar *workstation* (Nejad et al., 2018) dengan nilai 0 menunjukkan keseimbangan yang sempurna (Grzechca, 2015).

$$LE = \frac{\sum ST}{(k)(W_{maks})} \times 100\% \quad (3)$$

$$D = 100\% - \text{Line Efficiency} \quad (4)$$

$$SI = \sqrt{\sum (ST_{maks} - ST_i)^2} \quad (5)$$

Langkah perhitungan dalam metode RPW adalah melakukan perhitungan pembobotan posisi untuk setiap pekerjaan, melakukan pengurutan pekerjaan dari terbesar untuk setiap posisi, menempatkan tugas pekerjaan yang mempunyai bobot terbesar ke dalam stasiun kerja dengan memperhatikan *precedence constraint* dan waktu siklus stasiun kerja. Penempatan tugas pekerjaan diulangi sampai semua pekerjaan telah masuk ke dalam suatu stasiun kerja (Perwitasari, 2008). Langkah pemerataan kerja bertujuan untuk mengoptimalkan proses kerja untuk mengurangi *idle time* terjadi. Pemerataan ini dilakukan dengan mengidentifikasi aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah. Penghilangan aktivitas ini diharapkan *idle time* bisa berkurang dan proses kerja menjadi lebih optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses produksi daur ulang plastik melibatkan 6 pekerja. Operator 1 bertugas pada proses penyortiran bahan baku. Operator 2 bekerja pada proses pencucian. Operator 3 melakukan pekerjaan penggilingan untuk mencacah bahan agar menjadi kecil. Proses dilanjutkan pada operator 4 yaitu pengeringan

agar tidak basah. Bahan baku yang sudah kering di bawa ke operator 5 yaitu *finishing* dimana akan dilakukannya pemisahan produk yang berwarna dan tidak berwarna serta pembersihan kotoran pada produk yang masih menempel setelah pengeringan. Setelah melewati *finishing* maka produk akan masuk ke operator 6 yaitu *packing* agar mudah dibawa dan awet.

Uji kecukupan data bertujuan untuk memastikan data yang digunakan sudah cukup untuk proses selanjutnya. Penelitian ini mengambil data masing-masing operator sebanyak 5 kali sehingga data yang dikumpulkan sebanyak 30 kali pengamatan. Pengujian kecukupan data menggunakan tingkat kepercayaan 90% dan derajat akurasi 10%. Berdasarkan persamaan 1 maka hasil perhitungan menunjukkan nilai nilai N' lebih kecil dari N ($6 < 30$) sehingga data yang digunakan cukup untuk melanjutkan ke tahap berikutnya.

$$N' = \left(\frac{\frac{1}{0,1} \sqrt{30 (92,635 - (51,2)^2)}}{51,2} \right)^2$$

$$N' = 6$$

Instruksi kerja terdiri dari 2 proses mesin dan 4 proses manual (Gambar 1). Proses pertama adalah proses manual yaitu proses penyortiran material seperti membuang sisa kotoran yang masih tersisa di material dan pemisahan antara karung dan plastik. Pengambilan *cycle time* untuk operator 1 dilakukan sebanyak 5 kali dengan nilai maksimum sebesar 4,24 detik, nilai minimum sebesar 1.16 detik dan nilai rata-rata sebesar 2,74 detik. Uraian kerja kombinasi *cycle time handling* dan *cycle time jalan* mendapatkan *cycle time handling* dengan nilai *Necessary Non-Value Added (NNVA)* 4.9 detik, *Value Added (VA)* 2,18 dan *cycle jalan* 10.09 detik jadi total *cycle time handling* dan jalan pada operator 1 adalah $4.9+2,18+10.09 = 17.17$ detik.

Pada operator 2 terdapat 1 proses manual yaitu proses pencucian material untuk menghilangkan kotoran dan basah agar memudahkan untuk proses selanjutnya. Hasil pengambilan *cycle time* pada operator 2 dilakukan sebanyak 5 kali dengan nilai maksimum sebesar 3.96 detik, nilai minimum sebesar 0,59 detik dan nilai rata-rata sebesar 2,19. Uraian kerja kombinasi *cycle time handling* dan *cycle time jalan* mendapatkan *cycle time handling* dengan nilai *NNVA* 2.83 detik, *value added* 3,48 dan *cycle jalan* 7.89 detik jadi total *cycle time handling* dan jalan operator 2 adalah $2.83+3,48+7.89 = 14.2$ detik.

Proses ketiga adalah proses mesin yaitu proses mesin penggilingan untuk mencacah material agar lebih kecil dan halus. Hasil pengambilan *cycle time* pada operator 3 dilakukan sebanyak 5

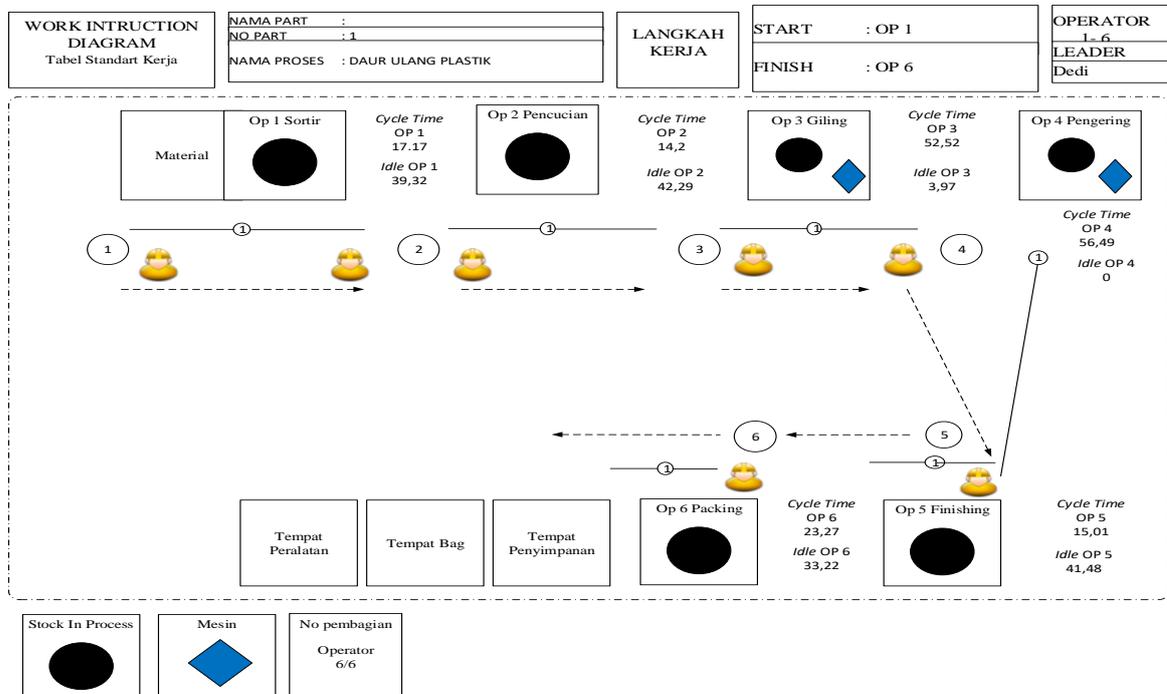
kali dengan hasil nilai maksimum sebesar 6,86 detik, nilai minimum sebesar 0,46 detik dan nilai rata-rata sebesar 2,86 detik. Uraian kerja kombinasi *cycle time handling* dan *cycle time* jalan mendapatkan *cycle time handling* dengan nilai NNVA 6,42 detik, *value added* 2,05, *auto* 25,15 dan *cycle* jalan 18,9 detik jadi total *cycle time handling* dan jalan pada operator 3 adalah $6.42+2,05+25.15+18,9 = 52.52$ detik.

Proses keempat adalah 1 proses mesin yaitu proses mesin pengering karena material setelah melewati proses penggilingan yaitu dalam keadaan basah sehingga harus dikeringkan keadaan basah sehingga harus dikeringkan terlebih dahulu agar mudah untuk proses *packing*. Hasil pengambilan *cycle time* pada operator 4 dilakukan sebanyak 5 kali dengan nilai maksimum sebesar 6,54 detik, nilai minimum sebesar 0,78 detik dan nilai rata-rata sebesar 2,95 detik. Uraian kerja kombinasi *cycle time handling* dan *cycle time* jalan mendapatkan *cycle time handling* dengan nilai NNVA 6,94 detik, *value added* 3,92, *auto* 25,55 dan *cycle* jalan 20,08 detik jadi total *cycle time handling* dan jalan pada operator 4 adalah $6.94+3,92+25.55+20,08 = 56.49$ detik.

Pada operator 5 terdapat 1 proses manual yaitu proses *finishing* yaitu pengecekan bahan, warna dan pembersihan kotoran akibat proses sebelumnya. Hal ini dilakukan agar bahan yang berwarna tidak tercampur ke bahan yang berwarna putih serta memudahkan untuk proses selanjutnya yaitu proses *packing*. Hasil pengambilan *cycle time* pada operator 5

mendapatkan nilai maksimum sebesar 3,71 detik, nilai minimum sebesar 1,04 detik dan nilai rata-rata sebesar 2,08 detik. Uraian kerja kombinasi *cycle time handling* dan *cycle time* jalan mendapatkan *cycle time handling* dengan nilai NNVA 2.64 detik, *value added* 3,36 dan *cycle* jalan 9.01 detik jadi total *cycle time handling* dan jalan pada operator 5 adalah $2.64+3,36+9.01 = 15.01$ detik.

Pada operator 6 terdapat 1 proses manual yaitu proses *packing* sehingga produk akan dapat dikemas dengan serapi mungkin menggunakan *bag*/karung lalu disimpan di tempat penyimpanan. Hal ini dilakukan agar produk tidak cepat rusak dan memudahkan untuk dijual kembali. Hasil pengambilan *cycle time* pada operator 6 mendapatkan nilai maksimum sebesar 9,98 detik, nilai minimum sebesar 1,04 detik dan nilai rata-rata sebesar 3,48 detik. Uraian kerja kombinasi *cycle time handling* dan *cycle time* jalan mendapatkan *cycle time handling* dengan nilai NNVA 4.56 detik, *value added* 9,38 dan *cycle* jalan 9.33 detik jadi total *cycle time handling* dan jalan pada operator 6 adalah $4.56+1,56+9.33 = 23.27$ detik. Setelah dilakukan pengambilan *cycle time* pada semua operator didapatkan hasil waktu rata-rata *cycle time* yang berbeda-beda (Gambar 1). Waktu *cycle time* yang berbeda jauh pada setiap operator yaitu dengan *cycle time* minimum 14,2 detik dan maksimum 56,49 detik, hal ini dikarenakan adanya beberapa *waste* sehingga terjadi pemborosan waktu.



Gambar 1. Instruksi Kerja Awal

Waktu siklus (*cycle time*) merupakan batas maksimal waktu kerja dari setiap bagian kerja. *Cycle time* maksimum kondisi aktual adalah 56,49 detik atau menjadi 57 detik (Gambar 1). Hasil *cycle time* digunakan untuk menentukan jumlah operator yang efektif untuk proses daur ulang plastik. Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 2 mendapatkan *cycle time* sebesar 57 detik maka jumlah operator yang ideal adalah sebanyak 4 orang. Hasil ini akan dibandingkan dengan hasil RPW untuk menentukan lintasan yang ideal untuk proses produksi daur ulang plastik.

$$W = \min \text{integer } \frac{178,66}{57} = 3,16 \approx 4$$

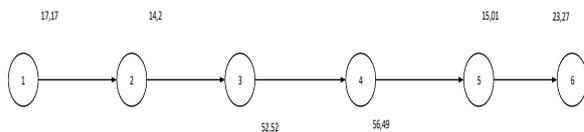
Sebelum pengolahan data menggunakan RPW, dilakukan perhitungan *line efficiency*, *balance delay*, *smoothest index* yang bertujuan melihat kondisi *performance* yang ada sebelum menggunakan RPW. *Line efficiency* adalah parameter pencapaian positif dalam pemanfaatan lini dari semua sumber daya dan merupakan representasi kunci dari kinerja lini proses. *Line efficiency* sebesar 52% mengindikasikan proses produksi yang telah terjadi belum optimal. *Balance delay* dan *smoothest index* mewakili distribusi pekerjaan dengan konsekuensi kepuasan personel yang dikombinasikan dengan peningkatan peluang untuk output yang lebih besar (Kumar et al., 2017). Berdasarkan persamaan 3, persamaan 4 dan persamaan 5 maka diperoleh nilai *balance delay* sebesar 47% dengan nilai *smoothest index* sebesar 78,58 menunjukkan proses masih banyak mengalami *delay* dengan tingkat waktu menunggu yang masih cukup tinggi.

$$LE = \frac{178,66}{(6)(56,49)} \times 100\% = 53\%$$

$$D = 100\% - 53\% = 47\%$$

$$SI = \sqrt{\sum (56,49 - 17,17)^2 + (56,49 - 14,2)^2 + (56,49 - 52,52)^2 + (56,49 - 15,01)^2 + (56,49 - 23,27)^2}$$

$$SI = 78,58$$



Gambar 2. Precedence Diagram

Metode RPW menetapkan waktu siklus dan menghitung stasiun kerja yang diperlukan untuk jalur produksi. Metode ini mempunyai prinsip untuk memberikan beban penugasan terlebih dahulu kepada kegiatan yang mempunyai tanggung jawab pendahuluan (*precedence*) yang

besar. Langkah awal sebelum melakukan perhitungan adalah menetapkan *precedence diagram* (Gambar 2).

Langkah berikutnya yaitu menghitung bobot masing-masing elemen kerja/gerakan sehingga dapat mengetahui nilai bobot setiap operator (Tabel 2). Hasil alokasi uraian kerja/gerak operator berdasarkan metode *ranked position weight* adalah operator 1 terdapat uraian kerja operator yaitu proses penyortiran dan pencucian dengan waktu *idle* sebesar 25,12 menit. Pada operator 2 hanya terdapat satu elemen kerja yaitu proses penggilingan yang memiliki waktu *idle* selama 3,97 menit. Operator 3 hanya terdapat satu elemen kerja yaitu proses penggilingan yang memiliki waktu *idle* selama 0 menit terhadap waktu siklus yang telah ditentukan. Operator 4 terdapat dua uraian kerja yaitu proses *finishing* dan proses *packing* yang memiliki waktu *idle* sebesar 18,21 menit (Tabel 3).

Tabel 2. Perhitungan Bobot Tiap Operator

Operator	Cycle Time	Bobot
1	17,17	17,17 + 14,2 + 52,52 + 56,49+15,01+23,27=178,66
2	14,2	14,2 + 52,52 + 56,49 + 15,01 + 23,27 = 161,49
3	52,52	52,52 + 56,49 + 15,01 + 23,27 = 147,29
4	56,49	56,49 + 15,01 + 23,27 = 95,77
5	15,01	15,01 + 23,27 = 38,28
6	23,27	23,27
Total	178,66	

Tabel 3. Hasil Alokasi Operator

Operator	Cycle Time	CT _{maks}	Idle
1	31,37		25,12
2	52,52	56,49	3,97
3	56,49		0
4	38,28		18,21
Total	178,66		47,30

Hasil dengan RPW menunjukkan jumlah operator yang optimal adalah sebanyak 4 operator. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan implementasi RPW mampu mengoptimalkan jumlah stasiun kerja (Ginting & William, 2020; Ponda et al., 2019). Permasalahan yang terjadi adalah terjadinya *idle time* yang tidak merata antar operator yang memungkinkan terjadinya waktu menunggu cukup tinggi. Langkah untuk mengurangi *idle time* yang

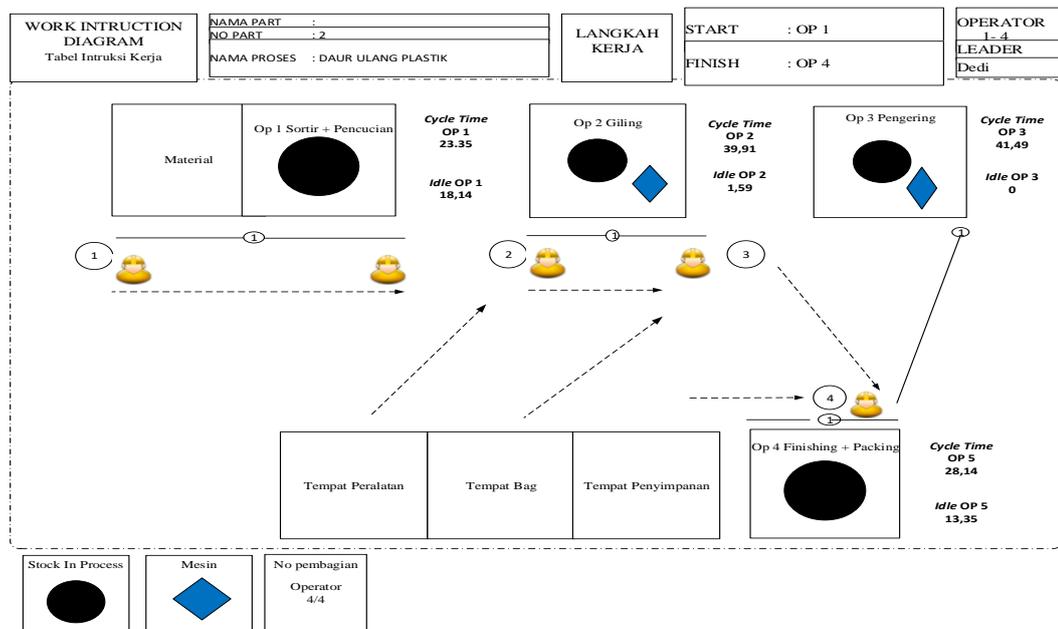
terjadi adalah dengan melakukan pemerataan kerja melalui penghilangan aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah agar tidak terjadi gap yang tinggi serta mendapatkan nilai efisiensi yang optimal untuk setiap operator.

Perubahan uraian kerja pada setiap operator perlu dilakukan percobaan terlebih dahulu untuk menyesuaikan pergerakan yang baru, jarak, dan menunggu yang dilakukan operator sebelumnya. Setelah dilakukan percobaan pergerakan yang baru maka dilakukan pengambilan waktu *cycle time* agar waktu yang diperlukan sesuai standar yang diterapkan. Nilai *cycle time* pada operator 1 yaitu sebesar 23,35 dengan total nilai NNVA (*necessary non value added*) sebesar 5,0 total *Value added* (VA) sebesar 5,66 detik dan Jalan sebesar 12,67 detik. Penurunan total waktu sebesar 2,71 detik pada NNVA dan jalan yaitu 5,01 detik. Nilai *cycle time* pada operator 2 yaitu sebesar 39,9 detik dengan total nilai NNVA sebesar 4,28 detik, total VA sebesar 2,85 detik. Penurunan waktu NNVA sebesar 2,41 detik dan jalan sebesar 10,18 detik. Nilai *cycle time* pada operator 3 yaitu sebesar 41,49 detik dengan total nilai NNVA sebesar 4,79 detik, total VA sebesar 3,92 detik, nilai auto mesin sebesar 25,55 detik dan jalan sebesar 7,23 detik. Penurunan waktu sebesar 2,15 detik pada NNVA sedangkan jalan yaitu 12,85 detik. Nilai *cycle time* pada operator 4 yaitu dengan nilai NNVA 5,52 detik, VA 12,63 detik dan *cycle* jalan 9,99 detik jadi total *cycle time handling* dan jalan pada operator

4 adalah 28.14 detik. Penurunan waktu sebesar 1,68 detik pada NNVA dan jalan yaitu 8,35 detik (Gambar 3).

Perbaikan proses kerja masing-masing aktivitas membuat *cycle time* masing-masing operator menjadi lebih efektif. Optimalisasi proses kerja bagian perakitan kompor gas mampu *lead time* sekitar 10% dan meningkatkan total *output* meningkat sekitar 20% (Nallusamy, 2016). Perbaikan lini produksi dengan memperbaiki *design* kerja dan penambahan mesin baru pada stasiun kerja terpilih mampu memperbaiki keseimbangan jalur yang buruk dan mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi (Mishan & Tap, 2015).

Hasil pengoptimalan jumlah stasiun kerja dan aktivitas kerja setiap operator membuat jumlah operator lebih optimal dibandingkan dengan kondisi awal yaitu dengan 6 operator dengan biaya seluruh operator sebesar Rp. 14.400.000/bulan menjadi 4 operator dengan biaya sebesar Rp. 9.600.000/bulan. Nilai efisiensi yang tercapai pada kondisi awal yaitu sebesar 53 %, namun setelah dilakukan *line balancing* serta dilakukan pemerataan dan menghilangkan *waste* pada setiap operator kerja maka efisiensi lini meningkat menjadi 80,2 % dengan penghematan biaya sebesar Rp 4.800.000/bulan. Peningkatan efisiensi berdampak pada menurunnya nilai *Balance Delay* (BD) dari 53 %, menjadi 19,9 % dan *smoothing index* (SI) yaitu dari 78,58 detik menjadi 22,58 detik (Tabel 4).



Gambar 3. Instruksi Kerja Setelah *Line Balancing*

Tabel 4. Hasil *Line Balancing*

<i>Line Balancing</i>	<i>Line Efficiency</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Smoothing Index</i>
Kondisi Awal	53%	47%	78,58 detik
Setelah Pemerataan	80,2%	19,9%	22,58 detik

Perhitungan RPW efektif dalam menentukan jumlah stasiun kerja dalam suatu proses produksi. Hal ini dibuktikan dengan beberapa penelitian yang menunjukkan peningkatan efisiensi proses produksi dengan implementasi RPW (Hakim et al., 2018; Salim et al., 2016) tanpa bisa meminimalkan *idle time* yang terjadi setelah pengoptimalan stasiun kerja. Hasil penelitian ini dengan menganalisa dan meminimalkan aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah mampu meningkatkan efisiensi yang diperoleh dengan menggunakan RPW. Penelitian ini masih berfokus pada aktivitas masing-masing operator sehingga *idle time* belum merata antar operator.

KESIMPULAN

Perbaikan lini produksi daur ulang plastik melalui pengoptimalan jumlah stasiun kerja menjadi 4 dengan menggunakan RPW dan pengoptimalan aktivitas kerja dengan meminimalkan aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah mampu meningkatkan efisiensi dari 53 % menjadi 80,1 % dengan penghematan biaya sebesar Rp 4.800.000/bulan. Peningkatan efisiensi berdampak pada penurunan *balance delay* dari 47 %, menjadi 19,9 % dan *smoothing index* dari 78,58, menjadi 22,58 detik. Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada *pengurangan idle time* agar jarak antar operator tidak terlalu jauh seperti metode kaizen dengan membuat alat bantu bagi pekerja yang mempunyai *cycle time* tinggi atau *lean manufacturing* untuk merampingkan kembali proses daur ulang plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bongomin, O., Mwasiagi, J. I., Nganyi, E. O., & Nibikora, I. (2020). Improvement of garment assembly line efficiency using line balancing technique. *Engineering Reports*, 2(4), 1–22. <https://doi.org/10.1002/eng2.12157>
- Büyüksaatçi, S., Tüysüz, F., & Bilen, K. (2015). Balancing and simulation of assembly line in an LCD manufacturing company. *2015 6th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICMSAO.2015.7152254>
- Can, E., & Öner, A. (2021). Analysis and balancing of assembly line in a machine molding factory. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 5(1), 87–96. <https://doi.org/10.35860/iarej.772678>
- Edokpia, R. O., & Owu, F. U. (2013). Assembly Line Re-Balancing Using Ranked Positional Weight Technique and Longest Operating Time Technique: A Comparative Analysis. *Advanced Materials Research*, 824, 568–578. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.824.568>
- Ginting, R., & William. (2020). Assembly Line Balancing with Method Ranking Positional Weight (case study: XYZ Company). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012032>
- Grzechca, W. (2015). Manufacturing in Flow Shop and Assembly Line Structure. *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 4(1), 25–30. <http://www.ijmmm.org/vol4/219-SP15315.pdf>
- Hakim, M.I., Mu'min, A. S., & Zaqiah, O.R. (2018). Increasing The Efficiency of The Cub Engine Assembly Lines In The Automotive Industry Using Ranked Positional Weight. *MATEC Web of Conferences*, 218, 1–7. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821804028>
- Helgeson, W. B., & Birnie, D. P. (1961). Assembly line balancing using the ranked positional weight technique. *Journal of Industrial Engineering*, 12(6), 394–398.
- Idris, M., Zulfa, M. C., & Lofian, B. (2019). Analisis Keseimbangan Lintasan Menggunakan Metode Rpw Dan Moodie Young Lini Produksi Sewing Line 16 Pt. *Starcam Apparel Indonesia. CIEHIS Prosiding*, 1(1), 148–155. <http://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/ciehis/article/view/1585>
- Kumar, A., Singh, H., Rai, A. K., & Shukla, A. K. (2017). A new Heuristic Method RPW Method and Genetic algorithm techniques (hybrid method) For Evaluating Multi Product Assembly Line Balancing—A Case Study. *International Journal*, 5(2), 155–157. <https://ijari.org/assets/papers/5/2/IJARI-ME-17-06-119.pdf>
- Li, Z., Kucukkoc, I., & Tang, Q. (2020). A comparative study of exact methods for the simple assembly line balancing problem. *Soft Computing*, 24(15), 11459–11475. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04609-9>
- Mishan, N. N., & Tap, M. M. (2015). Increasing line efficiency by using timestudy and line balancing in a food manufacturing company.

- Jurnal Mekanikal*, 38(2), 32–43. <https://jurnalmekanikal.utm.my/index.php/jurnalmekanikal/article/view/22>
- Nallusamy, S. (2016). Productivity enhancement in a small scale manufacturing unit through proposed line balancing and cellular layout. *International Journal of Performability Engineering*, 12(6), 523–534. <https://doi.org/10.23940/ijpe.16.6.p523.mag>
- Nejad, G. M., Kashan, H. A., & Shavarani, S. M. (2018). A novel competitive hybrid approach based on grouping evolution strategy algorithm for solving U-shaped assembly line balancing problems. *Production Engineering*, 12(5), 555–566. <https://doi.org/10.1007/s11740-018-0836-x>
- Nwanya, S. C., & Achebe, C. N. (2020). Balancing a multistage vehicle number plate production line using effective cycle time model. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2118>
- Pertiwi, A. F. O., & Astuti, R. D. (2020). Increased line efficiency by improved work methods with the ECRS concept in a washing machine production: a case study. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(1), 13–29. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2184>
- Perwitasari, D. S. (2008). Perbandingan Metode Ranked Positional Weight dan Kilbridge Wester Pada Permasalahan Keseimbangan Lini Lintasan Produksi Berbasis Single Model [Bandung: Teknik Informatika ITB]. In *Skripsi*. https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/TA/Makalah_TA_Dyah_Saptanti.pdf
- Ponda, H., Hardono, J., & Pikri, S. K. (2019). Analisa Keseimbangan Lintasan Produksi Pada Pembuatan Radiator Mitsubishi PS 220 Dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW). *Journal Industrial Manufacturing*, 4(1), 77–92. <https://doi.org/10.31000/jim.v4i1.1251>
- Salim, H. K., Setiawan, K., & Hartanti, L. P. S. (2016). Perancangan keseimbangan lintasan produksi menggunakan pendekatan simulasi dan metode ranked positional weights. *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 53–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.12777/jati.11.1.53-60>
- Supriyadi, S., Siregar, H., & Sucipto, H. E. (2019). Analysis of Work Load and Total Operator Needs on Final Inspection of Work Station. *Proceedings of the 1st International Conference on Life, Innovation, Change and Knowledge (ICLICK 2018)*, 297–301. <https://doi.org/10.2991/iclick-18.2019.61>