

## ANALISIS METODE *MOODIE YOUNG* DALAM MENENTUKAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI

Dwi Yuli Handayani, Bayu Prihandono, Mariatul Kiftiah

### INTISARI

*Lintasan produksi merupakan suatu proses kegiatan produksi yang terdiri dari sejumlah area kerja yang ditangani seorang operator atau lebih untuk membuat suatu produk. Sedangkan keseimbangan lintasan adalah serangkaian proses penyeimbangan stasiun kerja dengan cara mendistribusikan tiap-tiap elemen kerja ke stasiun kerja hingga waktu pengerjaan tiap stasiun kerja relatif sama. Adapun tujuan keseimbangan lintasan produksi yaitu meminimasi waktu menganggur di tiap stasiun kerja dan menyeimbangkan beban kerja pada tiap-tiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi pada setiap stasiun kerja. Metode Moodie Young adalah salah satu metode keseimbangan lintasan yang mampu memecahkan permasalahan pada keseimbangan lintasan dan hasil yang didapat mendekati efisien. Metode Moodie Young adalah metode keseimbangan yang menggunakan dua tahap analisis. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan keseimbangan stasiun kerja dan menentukan efisiensi lintasan, *balance delay*, dan *smoothes index*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengurangan stasiun kerja, dari 6 stasiun kerja menjadi 3 stasiun kerja sehingga waktu menganggur di setiap stasiun lebih minimum. Selanjutnya hasil yang diperoleh setelah menggunakan metode Moodie Young adalah tingkat efisiensi lintasan sebesar 85,89 %, kemudian nilai *balance delay* yang diperoleh sebesar 14,1 %, dan *smoothes index* yang diperoleh sebesar 40,98 menit.*

**Kata Kunci:** *balance delay, smoothes index, Moodie Young.*

### PENDAHULUAN

Perkembangan dunia usaha membuat para pelaku industri harus mengeluarkan ide-ide yang inovatif untuk menghasilkan produk yang maksimal baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Setiap industri harus berusaha untuk mempertahankan dan menjaga stabilitas perusahaannya. Sering kali terjadi masalah ketidakseimbangan pada proses produksi yang mengakibatkan lamanya waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Ketidakseimbangan lintasan dalam proses produksi dapat dilihat dari beberapa stasiun kerja yang menganggur, sedangkan beberapa stasiun kerja yang lainnya tetap bekerja secara penuh. Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan lintasan agar dapat meminimalkan waktu menganggur (*Idle time*) di setiap stasiun kerja. Secara umum keseimbangan lintasan produksi dapat dilakukan dengan cara mendistribusikan tiap-tiap elemen kerja ke stasiun kerja hingga waktu pengerjaan tiap stasiun kerja relatif sama. Adapun tujuan keseimbangan lintasan produksi yaitu meminimasi waktu menganggur di setiap stasiun kerja, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi pada setiap stasiun kerja [1].

Metode *Moodie Young* cocok digunakan pada perusahaan yang memiliki urutan operasi kerja yang berawal dari satu atau banyak operasi terpisah namun menyatu dalam suatu elemen operasi dan diakhiri pada satu elemen operasi. Sedangkan metode *Moodie Young* tidak cocok digunakan untuk urutan operasi yang berbentuk satu jalur lurus. Dengan demikian, pada penelitian ini metode *Moodie Young* dianggap mampu menyelesaikan permasalahan pada keseimbangan lintasan dan hasil yang didapat mendekati efisien [2].

Penelitian ini membahas tentang penentuan keseimbangan lintasan pada stasiun kerja dengan meminimalkan waktu menganggur (*idle time*). Hal-hal yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah untuk menentukan keseimbangan stasiun kerja dan menentukan efisiensi lintasan, *balance delay*, dan *smoothes index*. Ada beberapa hal yang diamati dalam penelitian ini antara lain yaitu kasus yang diambil dalam keseimbangan lintasan adalah data primer dan sekunder di Percetakan koran P

Pontianak pada bulan Desember 2015. Kemudian data yang digunakan berdasarkan 13 elemen kerja yang dikerjakan pada 6 stasiun kerja.

Penelitian ini dimulai dengan menganalisis keseimbangan lintasan menggunakan metode *Moodie Young*. Metode *Moodie Young* adalah metode keseimbangan yang menggunakan dua tahap analisis. Tahap pertama adalah membuat pengelompokan stasiun kerja berdasarkan matriks pendahulu (*P*) dan matriks pengikut (*F*). Tahap kedua adalah perbaikan dari hasil tahap pertama. Sebelum menggunakan metode *Moodie Young*, hal pertama yang dilakukan dalam contoh kasus ini adalah pengukuran waktu kerja. Pengukuran waktu elemen kerja dilakukan untuk setiap elemen kerja pada saat kegiatan produksi berlangsung dengan menggunakan *stop watch*. Tahapan-tahapan yang dilakukan pada pengolahan data ini adalah menghitung uji kecukupan data, uji keseragaman data, faktor penyesuaian, faktor kelonggaran, waktu normal dan waktu baku. Setelah didapat waktu baku, kemudian waktu baku digunakan untuk perhitungan selanjutnya yaitu menentukan keseimbangan lintasan dengan menghitung nilai efisiensi lintasan, *balance delay* dan *smoothes index* awal yang dijadikan parameter untuk mengukur sejauh mana lintasan tersebut seimbang. Setelah itu, dilakukan penyeimbangan lintasan dengan menggunakan metode *Moodie Young*. Setelah didapat hasil menggunakan metode *Moodie Young*, selanjutnya dihitung nilai efisiensi lintasan, *balance delay* dan *smoothes index* yang telah diseimbangkan dengan metode *Moodie Young*.

## KESEIMBANGAN LINTASAN

Ketidakseimbangan lintasan dalam proses produksi dapat dilihat dari beberapa stasiun kerja yang mengganggu, sedangkan beberapa stasiun kerja yang lainnya tetap bekerja secara penuh. Agar tidak terjadi waktu mengganggu yang lama, diperlukan sistem keseimbangan lintasan yang dapat meminimasi waktu mengganggu (*idle time*) di setiap stasiun kerja. Keseimbangan lintasan adalah serangkaian proses penyeimbangan stasiun kerja dengan cara mendistribusikan tiap-tiap elemen kerja ke stasiun kerja hingga waktu pengerjaan tiap stasiun kerja relatif sama. Adapun tujuan keseimbangan lintasan produksi yaitu meminimasi waktu mengganggu di setiap stasiun kerja, dan menyeimbangkan beban kerja pada tiap-tiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi pada setiap stasiun kerja [1].

Waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada kondisi normal disebut waktu siklus. Waktu siklus biasanya sama dengan waktu stasiun kerja yang paling besar. Waktu mengganggu terjadi jika jumlah waktu stasiun kerja lebih sedikit daripada waktu siklus yang telah diberikan. Selain untuk membentuk dan menyeimbangkan beban kerja keseimbangan lintasan bertujuan juga untuk meminimasi waktu mengganggu pada setiap stasiun kerja yang berlangsung sesuai prosesnya, sehingga pemanfaatan dari peralatan maupun operator dapat digunakan semaksimal mungkin.

Sebelum membahas tentang operasi pada metode-metode lintasan produksi, perlu memahami beberapa istilah yang sering digunakan dalam lintasan produksi sebagai berikut [3] :

1. *Precedence* diagram, adalah diagram yang menggambarkan urutan operasi kerja serta keterkaitan pada operasi kerja lainnya dengan tujuan untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya.
2. *Work* elemen atau elemen kerja merupakan bagian dari seluruh proses kegiatan produksi yang dilakukan berurutan dalam suatu siklus kerja yang meliputi persiapan, proses awal hingga proses akhir.
3. *Work* stasiun (*WS*) adalah tempat pada lintasan di mana proses lintasan dilakukan. Setelah menentukan waktu siklus maka jumlah stasiun kerja yang akan terbentuk dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$(K)_{min} = \frac{\sum_{j=1}^n t_j}{CT} \quad (1)$$

4. *Idle time* (I) atau *delay time* adalah selisih antara *cycle time* (CT) dan *station time* (ST). *Idle time* merupakan waktu menganggur yang terjadi di setiap stasiun kerja. *Idle time* terjadi jika waktu proses pada stasiun kerja lebih kecil dari waktu siklus.
5. Efisiensi lintasan adalah rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai efisiensi lintasan yang tinggi yang menunjukkan bahwa seluruh stasiun kerja memiliki waktu yang mendekati waktu siklus yang telah ditetapkan. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tinggi nilai efisiensi lintasan, maka lintasan tersebut semakin baik. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$LE = \frac{\sum_{m=1}^K (ST)_m}{(K)(CT)} \times 100\% \quad (2)$$

6. *Balance delay* merupakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna diantara stasiun-stasiun kerja. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai *balance delay* sebesar nol, yang berarti tidak ada waktu menganggur pada seluruh stasiun kerja. Semakin kecil nilai *balance delay*, maka semakin baik. *Balance delay* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D = \frac{(K \times CT) - \sum_{j=1}^n t_j}{(K \times CT)} \times 100\% \quad (3)$$

7. *Smoothes index* adalah suatu indeks yang mempunyai kelancaran relatif dari penyeimbangan lintasan produksi tertentu. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai *smoothes index* yang mendekati angka nol. Dengan kata lain semakin kecil nilai *smoothes index* maka semakin baik. *Smoothes index* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SI = \sqrt{\sum_{m=1}^K ((ST)_{max} - (ST)_m)^2} \quad (4)$$

Keterangan

$(ST)_{max}$  = Waktu maksimum dari stasiun kerja

$(ST)_m$  = Waktu stasiun dari stasiun kerja  $m$  sampai  $K$

$t_j$  = waktu operasi/elemen kerja ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$(K)_{min}$  = jumlah stasiun kerja minimum

$K$  = Jumlah stasiun kerja yang terbentuk

$CT$  = Waktu siklus (waktu operasi terbesar dalam stasiun kerja)

## METODE MOODIE YOUNG

Metode *Moodie Young* adalah metode keseimbangan lintasan yang memiliki dua fase (tahap) analisis. Fase satu adalah membuat pengelompokan stasiun kerja berdasarkan matriks hubungan antar elemen. Fase dua dilakukan revisi pada hasil fase satu. Berikut penjelasan dari fase satu dan fase dua [3] :

Fase satu adalah membuat pengelompokan stasiun kerja. Pada fase satu dibuat *precedence* diagram untuk matriks  $P$  dan matriks  $F$  yang menggambarkan elemen kerja pendahulu dan elemen kerja yang mengikuti. Sebagai pemisalan, matriks  $P$  menunjukkan hubungan elemen kerja pendahulu dan matriks  $F$  menunjukkan hubungan elemen kerja yang mengikuti. Kemudian elemen kerja ditempatkan pada stasiun kerja yang berurutan dalam lintasan produksi dengan aturan, bila terdapat dua elemen kerja yang bisa dipilih maka elemen kerja yang mempunyai waktu lebih besar ditempatkan yang pertama.

Fase dua dilakukan untuk mendistribusikan waktu menganggur (*idle*) secara merata untuk tiap-tiap stasiun hasil dari fase satu. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada fase dua ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi waktu stasiun kerja terbesar dan waktu stasiun kerja terkecil.
2. Tentukan setengah dari perbedaan kedua nilai tujuan (GOAL) dengan rumus :

$$GOAL = \frac{(ST)_{max} - (ST)_{min}}{2} \quad (5)$$

Nilai GOAL adalah selisih dari nilai stasiun kerja maksimum dan stasiun kerja minimum dibagi 2.

3. Menentukan sebuah elemen kerja yang terdapat dalam  $(ST)_{max}$  yang lebih kecil dari nilai GOAL dan yang elemen kerja tersebut apabila dipindah ke stasiun kerja dengan waktu yang paling minimum tidak melewati *precedence* diagram yang terhubung.
4. Pindahkan elemen kerja ke stasiun kerja yang lebih minimum jika terdapat elemen kerja pada stasiun kerja maksimum lebih kecil dari nilai GOAL.
5. Ulangi penukaran sampai tidak ada lagi elemen kerja yang dapat dipindah

### APLIKASI METODE MOODIE YOUNG DALAM CONTOH KASUS PERCETAKAN KORAN P

Contoh kasus pada penerapan metode *Moodie Young* dilakukan di Percetakan Koran P Pontianak yang bergerak dibidang media cetak. Produk yang dihasilkan berupa surat kabar atau koran. Percetakan koran P memproduksi koran sesuai dengan permintaan pelanggan. Data yang diambil dalam kasus ini berupa data primer dan sekunder. Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui perantara). Pada contoh kasus yang termasuk data primer adalah mencetak *plate*, pemasangan *plate* pada mesin, mencetak koran, dan penyisipan halaman. Sedangkan data sekunder merupakan sumber data yang sudah tersedia berupa catatan atau laporan yang telah tersusun dalam arsip. Data yang termasuk kedalam data sekunder adalah penerimaan *file*, penggabungan halaman, data jumlah operator dan data jumlah mesin. Data elemen kerja dan waktu operasi pada masing-masing stasiun kerja yang diambil melalui observasi di Perusahaan koran P disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Data Penyajian Elemen Kerja di Percetakan Koran P Pontianak**

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu pengamatan (Menit)
Pra Cetak (SK I)	1. Penerimaan <i>File</i>	48.74
<i>Pairing</i> (SK II)	2. Hal 1-8	2.00
	3. Hal 2-7	2.00
	4. Hal 3-6	2.00
	5. Hal 4-5	2.00
	6. Hal 9-16	2.00
	7. Hal 10-15	2.00
	8. Hal 11-14	2.00
	9. Hal 12-13	2.00
Pembuatan <i>Plate</i> (SK III)	10. Mencetak <i>Plate</i>	64.74
Pemasangan (SK IV)	11. Pemasangan <i>Plate</i> pada Mesin	7.28
Pencetakan (SK V)	12. Mencetak koran	14.10
<i>Finishing</i> (SK VI)	13. Penyisipan halaman Koran	13.07

Sumber: Percetakan koran P Pontianak

Pada Tabel 1 menjelaskan bahwa terdapat pengelompokan elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja. Proses percetakan terdapat 6 stasiun kerja yang terdiri dari 13 elemen kerja. Stasiun kerja I memiliki 1 elemen kerja, stasiun kerja II memiliki elemen kerja terbanyak yaitu 8 elemen kerja,

selanjutnya stasiun kerja III, IV, V, dan VI masing-masing memiliki 1 elemen kerja. Waktu operasi (pengamatan) yang terbesar terdapat pada elemen kerja 10 yaitu mencetak *plate* sebesar 64,74 menit.

Selanjutnya masing-masing waktu operasi elemen kerja dihitung waktu normal dengan memberikan faktor penyesuaian. Waktu normal adalah waktu yang diperlukan pekerja untuk menyelesaikan suatu aktivitas pada kondisi kerja yang normal. Waktu normal dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut [4]:

$$(Wn)_j = (\bar{X})_j \times (RF)_j, \text{ dengan } j = (1,2, \dots, n) \quad (6)$$

Keterangan :

$(Wn)_j$  = Waktu Normal pada elemen kerja ke  $j$

$(\bar{X})_j$  = Rata-rata waktu Pengamatan

$(RF)_j$  = *Performance rating/ rating factor* pada elemen kerja ke  $j$

Setelah dihitung waktu normal, kemudian dihitung waktu baku. Waktu baku (waktu standar) merupakan waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku yang dipengaruhi waktu kelonggaran untuk pekerja, dimana waktu kelonggaran diberikan untuk menghilangkan kelelahan, memenuhi kebutuhan pribadi, serta untuk hambatan-hambatan yang tak terhindar dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan. Waktu baku dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$(Wb)_j = (Wn)_j \times \frac{100}{100 - (All)_j} \quad (7)$$

Keterangan :

$(Wb)_j$  = Waktu Baku pada elemen kerja ke  $j$

$(All)_j$  = Kelonggaran (*Allowance*) elemen kerja ke  $j$

Setelah dihitung waktu normal dan waktu baku, rekapitulasi waktu baku dari masing-masing elemen kerja disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Baku Elemen Kerja**

Elemen Kerja	Waktu pengamatan	Waktu Normal	Waktu Baku (menit)
1	48.74	56.54	73.43
2	2.00	2.46	3.13
3	2.00	2.42	3.08
4	2.00	2.32	2.96
5	2.00	2.42	3.08
6	2.00	2.46	3.13
7	2.00	2.32	2.96
8	2.00	2.42	3.08
9	2.00	2.32	2.96
10	64.74	78.34	98.54
11	7.28	8.81	13.55
12	14.10	16.36	20.32
13	13.07	15.16	23.69

Pada Tabel 2 diperoleh waktu baku tiap elemen kerja. Waktu baku inilah yang nantinya akan digunakan untuk proses perhitungan selanjutnya, yaitu menentukan keseimbangan lintasan pada proses percetakan koran. Waktu baku maksimum terdapat pada elemen kerja 10 yaitu 98,54 menit dan waktu baku yang minimum yaitu terdapat pada elemen kerja 4, 7 dan 9 yaitu 2,96 menit. Selanjutnya penentuan waktu siklus didapat dari waktu terbesar dari tiap waktu di stasiun kerja. Waktu siklus yang

terpilih yaitu 98,54 menit yang merupakan waktu maksimum di stasiun kerja. Kemudian ditentukan jumlah stasiun kerja minimum yang dibutuhkan dengan rumus sebagai berikut :

$$K_{min} = \frac{\sum_{j=1}^{13} t_j}{CT}$$

$$K_{min} = \frac{253,91}{98,54}$$

$$K_{min} = 2,58$$

Jadi jumlah stasiun kerja minimum yang dibutuhkan untuk target produksi sebanyak 3 stasiun kerja.

Setelah didapat waktu baku dan waktu siklus elemen kerja, kemudian dihitung nilai *Efisiensi Lintasan*, *Balance Delay* dan *Smoothes index* lintasan awal yang belum diseimbangkan. Perhitungan nilai *Efisiensi Lintasan*, *Balance Delay* dan *Smoothes index* sebelum dilakukan keseimbangan adalah sebagai berikut :

Menghitung *Efisiensi Lintasan* (EL):

$$LE = \frac{\sum_{m=1}^6 (ST)_m}{(K)(CT)} \times 100\%$$

$$= \frac{(73,43 + 24,38 + 98,54 + 13,55 + 20,32 + 23,69)}{6 \times 98,54} \times 100\%$$

$$= \frac{253,91}{591,24} \times 100\%$$

$$= 42,95 \%$$

Menghitung *Balance Delay* (D) :

$$D = \frac{(K \times CT) - \sum_{j=1}^{13} t_j}{(K \times CT)} \times 100\%$$

$$= \frac{(6 \times 98,54) - 253,91}{6 \times 98,54} \times 100\%$$

$$= 57,05 \%$$

Menghitung *Smoothes index* (SI):

$$SI = \sqrt{\sum_{m=1}^6 ((ST)_{max} - (ST)_m)^2}$$

$$= \sqrt{(98,54 - 73,43)^2 + \dots + (98,54 - 23,69)^2}$$

$$= \sqrt{(25,11)^2 + (74,16)^2 + \dots + (74,85)^2}$$

$$= 158,35$$

Pada lintasan kerja awal perusahaan didapat nilai *efisiensi lintasan* sebesar 42,95 %, nilai *balance delay* sebesar 57,05 % dan *smoothes index* sebesar 158,35. Ketiga nilai ini yang dijadikan parameter dalam menilai keseimbangan lintasan dengan metode *Moodie Young*.

### **PENYEIMBANGAN LINTASAN DENGAN METODE MOODIE YOUNG**

Fase satu adalah membuat pengelompokan stasiun kerja. Pada fase ini dibuat *precedence* diagram untuk matriks *P* dan matriks *F*. *Precedence diagram*, adalah diagram yang menggambarkan urutan operasi kerja serta keterkaitan pada operasi kerja lainnya dengan tujuan untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya. Berikut ini adalah keterangan data elemen kerja dan waktu operasinya yang disajikan pada Tabel 3.



**Tabel 5. Matriks Pengikut**

Elemen kerja	Matriks F							
	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	10	0	0	0	0	0	0	0
3	10	0	0	0	0	0	0	0
4	10	0	0	0	0	0	0	0
5	10	0	0	0	0	0	0	0
6	10	0	0	0	0	0	0	0
7	10	0	0	0	0	0	0	0
8	10	0	0	0	0	0	0	0
9	10	0	0	0	0	0	0	0
10	11	0	0	0	0	0	0	0
11	12	0	0	0	0	0	0	0
12	13	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 menjelaskan tentang waktu siklus yang terpilih yaitu 98,54 menit yang merupakan waktu stasiun kerja terbesar, sehingga elemen-elemen ini jika digabungkan jumlah waktu di setiap stasiun kerja tidak boleh lebih dari 98,54.

Berdasarkan matriks  $P$  pada Tabel 4 dan matriks  $F$  pada Tabel 5, maka terdapat langkah-langkah pengelompokan yaitu tandai elemen kerja pada matriks  $P$  yang semua nilainya 0, tempatkan elemen kerja tersebut pada stasiun kerja satu. Jika ada dua elemen yang mempunyai nilai matriks  $P$  semuanya nol, maka pilih elemen kerja dengan waktu operasi terbesar ditempatkan yang pertama. Selanjutnya dilakukan seperti langkah-langkah tersebut, sampai semua elemen sudah ditempatkan pada stasiun kerja masing-masing dan waktu stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus.

Berdasarkan langkah-langkah tersebut, maka diperoleh hasil pengelompokan elemen kerja fase 1 yang disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Pengelompokan Elemen Kerja Fase 1**

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (menit)	Waktu Total SK	Idle Time
I	1	73,43	97,81	0,73
	2	3,13		
	6	3,13		
	3	3,08		
	5	3,08		
	8	3,08		
	4	2,96		
	7	2,96		
	9	2,96		
II	10	98,54	98,54	0
III	11	13,55	57,56	40,98
	12	20,32		
	13	23,69		

Tabel 6 menjelaskan hasil pengelompokan elemen kerja fase satu pada masing-masing stasiun kerja. Terjadi pengurangan stasiun kerja dari 6 stasiun kerja menjadi 3 stasiun kerja. Waktu terbesar terdapat pada stasiun kerja II yaitu 98,54 menit dan waktu terkecil terdapat pada stasiun kerja III yaitu 57,56. *Idle time* atau waktu menganggur yang diperoleh pada stasiun kerja I adalah sebesar 0,73 atau 43,8 detik, *idle time* pada stasiun kerja II adalah sebesar 0 yang artinya tidak ada waktu menganggur pada stasiun kerja II dan *idle time* pada stasiun kerja III adalah sebesar 40,98.

Fase dua dilakukan untuk mendistribusikan waktu menganggur (*idle*) secara merata untuk tiap-tiap stasiun hasil dari fase satu. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada fase dua ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi waktu stasiun kerja terbesar dan waktu stasiun kerja terkecil.

$$ST_{max} = 98,54 \text{ pada Stasiun Kerja II}$$

$$ST_{min} = 57,56 \text{ pada Stasiun Kerja III}$$

2. Menentukan setengah dari perbedaan kedua nilai tujuan (GOAL). Nilai GOAL adalah selisih dari nilai stasiun kerja maksimum dan stasiun kerja minimum dibagi 2. Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} GOAL &= \frac{(ST)_{max} - (ST)_{min}}{2} \\ GOAL &= \frac{98,54 - 57,56}{2} \\ GOAL &= 20,49 \end{aligned} \quad (7)$$

Jadi, nilai *GOAL* yang didapat adalah sebesar 20,49. Nilai tersebut menjadi acuan yang dapat dilihat pada Tabel 3. Apabila terdapat elemen kerja yang dapat dipindahkan, maka elemen kerja tersebut dapat dipindahkan ke stasiun kerja yang paling minimum yaitu stasiun kerja III. Dalam contoh kasus ini, tidak ada elemen kerja dari stasiun kerja II yang dapat dipindah ke stasiun kerja III. Dengan demikian proses penempatan elemen kerja dihentikan, dan pada contoh kasus ini elemen kerja pada fase kedua tidak mengalami perubahan dari fase pertama. Sehingga stasiun kerja pada metode *Moodie Young* telah seimbang.

Perhitungan nilai *Efisiensi*, *Balance Delay*, *Smoothes index* setelah mengalami keseimbangan dengan menggunakan metode *Moodie Young* sebagai berikut :

Menghitung *Efisiensi* Lintasan (EL):

$$\begin{aligned} LE &= \frac{\sum_{m=1}^3 (ST)_m}{(K)(CT)} \times 100\% \\ &= \frac{(97,81 + 98,54 + 57,56)}{3 \times 98,54} \times 100\% \\ &= \frac{253,91}{295,62} \times 100\% \\ &= 85,89\% \end{aligned}$$

Menghitung *Balance Delay* (D) :

$$\begin{aligned} D &= \frac{(K \times CT) - \sum_{j=1}^{13} t_j}{(K \times CT)} \times 100\% \\ &= \frac{(3 \times 98,54) - 253,91}{3 \times 98,54} \times 100\% \\ &= \frac{295,62 - 253,91}{295,62} \times 100\% \\ &= 14,1\% \end{aligned}$$

Menghitung *Smoothes index* (SI):

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{\sum_{m=1}^3 ((ST)_{max} - (ST)_m)^2} \\ &= \sqrt{0,73^2 + 0^2 + 40,98^2} \end{aligned}$$

$$= \sqrt{0,5329 + 0 + 1679,3604}$$

$$= 40,98$$

Berdasarkan perhitungan setelah menggunakan metode *Moodie Young*, hasil yang diperoleh pada efisiensi lintasan sebesar 85,89 %, *balance delay* sebesar 14,1 %, *smoothes index* sebesar 40,98 menit.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian metode *Moodie Young*, terdapat perubahan jumlah stasiun kerja awal dengan jumlah stasiun kerja setelah diseimbangkan dengan metode *Moodie Young* yaitu berkurangnya stasiun kerja dari 6 stasiun kerja menjadi 3 stasiun kerja. Jumlah stasiun kerja yang diperlukan adalah 3 stasiun kerja yaitu stasiun kerja I adalah proses penerimaan *file* dan penggabungan halaman (*pairing*), stasiun kerja II adalah proses mencetak *plate*, dan stasiun kerja III adalah proses pemasangan *plate* pada mesin, mencetak koran dan penyisipan halaman (proses *finishing*). Waktu stasiun kerja I sebesar 97,81, stasiun kerja II sebesar 98,54, dan stasiun kerja III sebesar 57,56.

*Idle time* (waktu menganggur) yang diperoleh setelah menggunakan metode *Moodie Young* adalah pada stasiun kerja I *idle time* sebesar 0,73, stasiun kerja II *idle time* sebesar 0, dan pada stasiun kerja III *idle time* sebesar 40,98, sehingga jumlah waktu menganggur tiap stasiun menjadi lebih minimum dari sebelumnya. Hasil yang diperoleh setelah menggunakan metode *Moodie Young* adalah efisiensi lintasan sebesar 85,89%, *balance delay* sebesar 14,1%, *smoothes index* 40,98 menit.

## SARAN

Perusahaan percetakan koran P, sebaiknya menggunakan metode *Moodie Young* dalam mengelompokkan suatu pekerjaan sesuai dengan stasiun kerja yang ditulis dalam skripsi ini, agar mendapatkan keseimbangan lintasan produksi yang lebih efisien. Selain itu, perusahaan juga dapat mengurangi waktu menganggur pada setiap pekerjaan agar waktu yang dibutuhkan pekerja (operator) menjadi lebih minimum dalam menyelesaikan suatu pekerjaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ginting, Rosnani. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2007.
- [2]. Baroto, T. Simulasi Perbandingan Algoritma Region Approach, Positional Weight, dan Moodie Young dalam Efisiensi dan Keseimbangan Lini Produksi. *GAMMA*. 2006; II(1):49-54.
- [3]. Baroto, T. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia; 2002.
- [4]. Gozali, L, dkk. Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Dengan Metode Keseimbangan Lini Pada Divisi Plastik Painting PT. XYZ. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 2015; 3(1):10-17.

DWI YULI HANDAYANI : FMIPA Untan Pontianak, [dwiyuli.ptk@gmail.com](mailto:dwiyuli.ptk@gmail.com)  
 BAYU PRIHANDONO : FMIPA Untan, Pontianak, [beiprihandono@gmail.com](mailto:beiprihandono@gmail.com)  
 MARIATUL KIFTIAH : FMIPA Untan Pontianak, [kiftiahmariatul@ymail.com](mailto:kiftiahmariatul@ymail.com)