

PERANCANGAN *MIXED MODEL* UNTUK MINIMASI *IDLE TIME* PADA PROSES PENGEPAKAN DI PTPN VIII CIATER

DESIGN OF MIXED MODEL FOR MINIMIZATION IDLE TIME ON PACKING PROCESS IN PTPN VIII CIATER

Muhammad Naufal Amanullah¹, Dida Diah Damayanti², Widia Juliani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, fakultas Teknik Industri, Telkom University

¹naufalamananullah.na@gmail.com, ²didadiahdamayanti@telkomuniversity.ac.id,

³widiajuliani@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. Perkebunan Nusantara VIII, Ciater adalah salah satu perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang beroperasi di bidang perkebunan di seluruh Indonesia. Pada salah satu proses pembuatan bubuk teh di PT. Perkebunan Nusantara VIII, Ciater yaitu pada proses pengepakan dilakukan kebijakan penyimpanan bubuk teh di dalam peti miring sebelum dilakukan proses pengepakan. Kebijakan penyimpanan ini mengakibatkan idle time, dan waktu menganggur pada proses pengepakan. Dalam kondisi eksisting proses penyimpanan mengakibatkan *idle time* 164008,07 menit, *balance delay* 85,63%, *line efficiency* 14,37, *smoothest index* 66956 untuk proses pengepakan bubuk teh BOP I sebagai *sample* dengan menggunakan 4 operator. Dalam untuk mencapai tujuan meminimasi idle time pada proses pengepakan maka diusulkan menggunakan mixed model, yaitu melakukan proses pengepakan tanpa dilakukannya penyimpanan bubuk teh. Bubuk teh yang dihasilkan akan langsung dimasukkan ke proses pengepakan. Setelah dilakukan perubahan proses pengepakan dengan menghilangkan peti miring menggunakan *mixed model* dan menghasilkan *idle time* 940,70 menit, *balance delay* 30,78%, *line efficiency* 69,22, *smoothest index* 678 dan roses pengepakan dilakukan secara berurutan berdasarkan waktu proses kerja setiap bubuk teh dengan menggunakan 1 operator.

Kata Kunci : *Mixed Model, Idle Time, Balance Delay, Line Efficiency, Smoothest Index.*

Abstact

PT. Perkebunan Nusantara VIII. Ciater is one of the state-owned (State-Owned Enterprises) company operating in the plantation sector throughout Indonesia. In one of the process of making tea powder in PT. Perkebunan Nusantara VIII. Ciater is in the packing process carried out the policy of storing tea powder in a tilt before the packing process. This resulted in the retention policies idle time and idle time in the packing process. In the existing condition of storage process resulted in idle time 164008.07 minutes, balance delay 85.63%. line efficiency 14.37. smoothest index 66956 for packing process of tea powder BOP I as sample by using 4 operators. In order to achieve the purpose of minimizing the idle time in the packing process it is proposed to use a mixed model, that do the packing process without doing tea powder storage. The resulting tea powder will be directly inserted into the packing process. After changing the packing process by removing the inclined chest using mixed model and generate idle time 940.70 minutes. balance delay 30.78%. line efficiency 69.22. smoothest index 678 and packing roses are done sequentially based on the working time of each tea powder using 1 operator.

Keywords : *Mixed Model. Idle Time. Balance Delay. Line Efficiency. Smoothest Index*

1. Pendahuluan

PT. Perkebunan Nusantara merupakan perusahaan milik negara yang bergerak dalam bidang usaha *agroindustry*. PT. Perkebunan Nusantara adalah nama dari empat belas perusahaan Badan Usaha Miliki Negara (BUMN) yang beroperasi di bidang perkebunan di seluruh Indonesia. Salah satunya adalah PT. Perkebunan Nusantara VIII, Ciater yang berdiri pada tahun 1957. Proses penjualan produk teh di PT. Perkebunan Nusantara VIII, Ciater dilakukan dengan sistem lelang, sehingga perusahaan terus melakukan produksi dan tidak ada pemerataan untuk pemenuhan *demand*.

Proses pengolahan teh di PT. Perkebunan Nusantara VIII, Ciater melalui beberapa tahapan. Salah satunya proses pengepakan. Pada proses pengepakan terdapat 4 operator yang bekerja. Proses pengepakan dikelompokkan menjadi tiga tahapan, yaitu hasil bubuk teh dari proses sortasi, penampungan hasil bubuk teh di peti miring, dan pengepakan bubuk teh. Pada tahapan penampungan hasil bubuk teh di peti miring terdapat waktu menunggu. Waktu menunggu

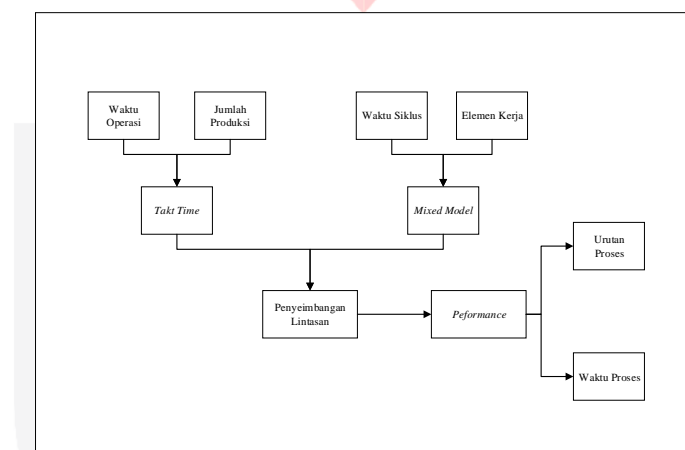
merupakan waktu pengisian peti miring hingga terisi penuh. Pemenuhan isi peti miring setiap jenis teh berbeda. Hal ini berdampak pada tahapan selanjutnya yaitu pengepakan bubuk teh yang mengalami waktu menganggur (*idle time*). Waktu menganggur merupakan waktu dimana operator pada pengepakan tidak melakukan proses pengepakan. Waktu menganggur rata-rata yaitu 13 hari dalam sebulan. Bubuk teh tidak dapat melanjutkan tahapan pengepakan jika isi peti miring belum memenuhi.

Mixed model line balancing merupakan salah satu tipe pengerjaan *line balancing* dengan konsep menggabungkan beberapa model lintasan. *Mixed model line balancing* dapat dilakukan dengan beberapa asumsi model, yaitu waktu *workstation* tidak perlu memiliki waktu operasi yang sama, mengetahui hubungan antara operasi, tidak boleh adanya WIP antara *workstation*, operasi anantara model yang satu dengan yang lainnya harus sama dan berkaitan, jumlah *workstation* yang dimiliki setiap model haruslah sama, *workstation parallel* tidak dapat dilakukan *mixed model line balancing* (Hadi Gokcen dkk, 1998).

Penelitian ini membuat *mixed model* yang berfokus kepada proses pengepakan untuk mencapai keseimbangan lintasan pada proses pengepakan dengan tujuan mencapai kecepatan produksi yang diinginkan, melakukan pemerataan *demand*, meminimasi *idle time*, dan *waiting time*.

2. Dasar Teori dan Metodologi

Mixed model yang dilakukan dengan tujuan menghasilkan suatu kecepatan produksi yang di inginkan untuk meminimasi *idle time*, meminimasi waktu menunggu, dan jumlah pekerja yang di perlukan pada proses pengepakan di PT. Perkebunan Nusantara VIII, Ciater pada proses pengepakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Model Konseptual

2.1 Takt Time

Takt time adalah waktu untuk menghasilkan satu unit produk berdasarkan jumlah *demand*, maka *takt time* dapat dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Demand}} \quad (1)$$

Jadi,

$$\text{Takt Time} = \frac{32760}{369} = 88.78 \text{ menit/paper}$$

Dapat disimpulkan bahwa satu *paper sack* adalah 88.78 menit.

2.2 Model Eksisting

Pada proses pengepakan eksisting, hasil bubuk teh di simpan di dalam peti miring hingga isi peti miring terisi penuh. Urutan proses kerja untuk setiap bubuk teh sama, namun yang membedakan adalah waktu proses. Pada Tabel 1 dapat dilihat data *sample* waktu siklus setiap *workstation* untuk bubuk teh *grade 1* yaitu BOP I.

Tabel 1 Waktu Proses Eksisting

<i>Workstation</i>	CT (menit)
ST 1	87.49
ST 2	27360.00
ST 3	33.90
ST 4	10.53
ST 5	2.65
ST 6	11.97
ST 7	5.38

2.3 Model Usulan

Waktu siklus yang digunakan dalam perhitungan *mixed model* merupakan waktu siklus tanpa peti miring. Pada Tabel 2 dapat dilihat data *sample* waktu siklus setiap *workstation* tanpa peti miring untuk bubuk teh *grade 1* yaitu BOP I.

Tabel 2 Waktu Proses Eksisting

<i>Workstation</i>	CT (menit)
ST 1	87.49
ST 2	33.90
ST 3	10.53
ST 4	2.65
ST 5	11.97
ST 6	5.38

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Performance Model Eksisting

Suatu lintasan dikatakan seimbang apabila *line efficiency* mencapai 100%, *balance delay* menampilkan presentasi mendekati 0%, dan *smoothest index* mendekati angka 0 yaitu keseimbangan lintasan yang sempurna (Baroto, 2002). Pada Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat perhitungan *line performance* pada proses pengepakan untuk bubuk teh *grade 1* yaitu BOP I.

Tabel 3 Sample Perhitungan Model Eksisting Jenis BOP I

<i>Workstation</i>	CT (menit)	CT-ST	CT-ST²
ST 1	87.49	27272.51	743789801.70
ST 2	27360.00	0	0
ST 3	33.90	27326.10	746715589.40
ST 4	10.53	27349.47	747993564.56
ST 6	11.97	27348.03	747914629.70
ST 7	5.38	27354.62	748274967.05
CT MAX	27360.00		
Jumlah	27511.93	164008.07	4483113167.05

Tabel 4 Performance Model Eksisting Jenis BOP I

Idle Time	164008.07	menit
Balance Delay	85.63%	
Line Efficiency	14.37%	
Smoothness Index	66956	

3.2 Performance Model Usulan

3.2.1 Menentukan Jumlah Pekerja

Menentukan jumlah pekerja adalah perhitungan untuk menentukan jumlah pekerja yang akan diminta pada jalur proses pengepakan dengan *mixed model*. Berikut adalah langkah mencari jumlah pekerja yang diminta:

1. Menghitung jumlah *workload*. *Workload* merupakan beban kerja yang harus dicapai dalam waktu yang sama untuk semua produk (Chakraborty, 2015). Perhitungan *workload* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$WL = \sum_{i=1}^p R_p T_{wc} \quad (2)$$

Jadi,

$$\begin{aligned} WL &= (0.00031 \times 151.93) + (0.00052 \times 157.15) + (0.00098 \times 154.77) + (0.00266 \times 201.26) \\ &+ (0.00125 \times 210.33) + (0.00168 \times 164.29) + (0.00031 \times 183.99) + (0.00055 \times 172.71) \\ &+ (0.00018 \times 176.41) + (0.00037 \times 145.36) + (0.00195 \times 185.13) + (0.00052 \times 183.46) \\ &= 2.05 \text{ menit} \end{aligned}$$

2. Menghitung *available time*. *Available time* merupakan waktu yang tersedia dalam melakukan operasi (Chakraborty, 2015). Perhitungan *available time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$AT = 60 * \text{uptime efficiency} \quad (3)$$

Jadi,

$$\text{Available time} = 60 * 0.88 = 52.8 \text{ menit}$$

3. Menghitung jumlah pekerja minimum untuk proses *mixed model* disesuaikan dengan beban kerja yang diperoleh dari proses pengepakan untuk bubuk teh *grade 1* dan *grade 2* dan waktu yang tersedia, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut (Chakraborty, 2015):

$$w * = \min \text{ integer} \geq \frac{WL}{60E} \quad (4)$$

Jadi,

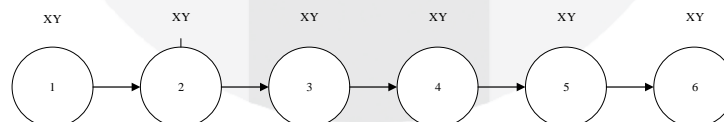
$$w * = \min \text{ integer} \geq \frac{2.05}{52.8} = 1$$

Berdasarkan perhitungan, jumlah pekerja minimum yang digunakan adalah 1 operator.

3.2.2 Mixed Model

Perhitungan yang digunakan untuk dapat menyelesaikan masalah *mixed model* merupakan adaptasi dari metode yang dikembangkan dari *single model* (Chakraborty, 2015). Berikut adalah langkah menyelesaikan *mixed model* pada proses pengepakan:

1. Menggabung seluruh proses kerja untuk seluruh bubuk teh *grade 1* dan *grade 2*. Pada proses pengepakan, setiap bubuk teh melalui proses yang sama, hal ini dikarenakan hanya terdapat satu mesin yang digunakan. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat hasil penggabungan proses pengepakan untuk bubuk teh *grade 1*, dan *grade 2*.



Gambar 2 Precedence Diagram Mixed Model

2. Menghitung jumlah waktu siklus meliputi penjumlahan waktu siklus setiap *workstation* untuk bubuk teh. Berikut merupakan *sample* perhitungan penjumlahan waktu siklus di proses pengepakan untuk setiap *workstation* 1 untuk setiap bubuk teh:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah waktu siklus} &= 97.49 + 78.08 + 76.72 + 108.13 + 100.49 + 76.59 + 64.57 + 108.13 + \\ &78.60 + 66.00 + 87.92 + 85.96 = 1018.68 \text{ menit} \quad (5) \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat hasil perhitungan seluruh waktu siklus pada setiap *workstation* untuk setiap bubuk teh.

Tabel 5 Perhitungan Jumlah Waktu Siklus

Jenis Teh	Workstation					
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 5	ST 6
BOP I	87.49	33.90	10.53	2.65	11.97	5.38
BOP	78.08	35.19	16.56	3.80	17.75	5.78
BOP F	76.72	34.64	17.03	3.29	17.55	5.53
PF	108.13	42.77	19.90	3.58	21.12	5.76
DUST	100.49	45.77	27.59	3.33	27.45	5.70
BT	76.59	34.94	20.33	4.13	22.81	5.48
BP	64.57	50.21	27.90	3.87	32.05	5.39
PF II	108.13	42.77	19.90	3.58	21.12	5.76
DUST II	78.60	27.68	28.00	3.33	33.04	5.76
BT II	66.00	35.06	17.13	3.79	18.01	5.38
F II	87.92	44.60	21.68	3.48	22.16	5.28
DUST III	85.96	27.99	27.85	3.27	32.97	5.42
Jumlah	1018.68	455.53	254.40	42.09	278.00	66.65
Jumlah Waktu Siklus	2115.34					

Kemudian, melakukan penyusunan proses kerja berdasarkan keterkaitan untuk dapat melakukan pengelompokan proses kerja, sehingga dapat mengurangi jumlah pekerja yang digunakan. Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat penyusunan proses pengepakan berdasarkan keterkaitan proses kerja, untuk dapat mengurangi jumlah pekerja.

Tabel 6 Kolom Pengelompokan Proses Kerja

Workstation	Kolom	CT (menit)	Predecessor
ST 1	I	1018.68	-
ST 2	II	455.53	1
ST 3	III	254.40	2
ST 4	III	42.09	3
ST 5	III	278.00	4
ST 6	III	66.65	5

Langkah akhir, yaitu melakukan perhitungan *cycle time*, *service time*, *repositioning efficiency*, *available time*. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan rumus, yaitu:

- Cycle time* hasil perhitungan *mixed model* didapat dari waktu proses kerja tertinggi, yaitu 1018.68 menit.
- Service time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Service time} = \text{cycle time} - \text{repositioning time} \quad (6)$$

Jadi,

$$\text{Service Time} = 1018.68 - 0.15 = 1018.53 \text{ menit}$$

- Repositioning efficiency* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Repositioning efficiency} = \frac{\text{service time}}{\text{cycle time}} \quad (7)$$

Jadi,

$$\text{Repositioning efficiency} = \frac{1018.53}{1018.68} = 1.00$$

- Available time* setelah dilakukan *mixed model* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Available time} = 60 \times \text{uptime efficiency} \quad (8)$$

Jadi,

$$\text{Available time} = 60 \times (0.88) \times (1.00) = 52.79 \text{ menit}$$

- Menghitung *Region Approach* adalah proses perhitungan untuk menyelesaikan permasalahan *mixed model* dengan mengacu pengurangan jumlah pekerja yang digunakan untuk proses pengepakan yang sudah di kelompokkan. Pada Tabel 7 dan Tabel 8 dapat dilihat perhitungan *line performance* pada proses pengepakan setelah dilakukan *mixed model*.

Tabel 7 *Region Approach*

<i>Workstation</i>	CT (menit)	ST	CT-ST	CT-ST²
ST 1	1018.68	1018.68	0.00	0.00
ST 2	455.53	455.53	563.16	317143.55
ST 3	254.40	641.13	377.55	142541.74
	42.00			
	278.00			
	66.65			
CT MAX	1018.68			
Jumlah	2115.34		940.70	459685.30

Tabel 8 *Performance Mixed Model*

<i>Idle Time</i>	940.70	menit
<i>Balance Delay</i>	30.78%	
<i>Line Efficiency</i>	69.22%	
<i>Smoothness Index</i>	678	

3.2.3 *Model Launching*

Proses pengerjaan dapat dilakukan dengan waktu *interval* untuk dapat unit produk yang dapat didahulukan memasuki proses kerja. *Alternative* didahulukannya unit produk dapat dilakukan dengan dua *alternative*, yaitu *Variable rate launching*, dan *Fixed rate launching* (Chakraborty, 2015). Pada Tabel 9 dapat dilihat hasil perhitungan keseluruhan *variable rate launching* untuk bubuk teh *grade 1* dan *grade 2*.

Tabel 9 *variable rate launching*

Jenis Teh	Waktu (menit)
BOP I	164.55
BOP	170.20
BOP F	167.63
PF	217.97
DUST	227.80
BT	177.93
BP	199.27
PF II	187.06
DUST II	191.06
BT II	157.43
F II	200.50
DUST III	198.69

Kemudian melakukan perhitungan dengan menggunakan *alternative fixed rate launching* dengan menggunakan rumus, yaitu:

$$Tcf = \frac{\frac{1}{rp} \sum_{j=1}^p Rpj Twcj}{wErEb} \tag{9}$$

Jadi,

$$T_{cf} = \frac{1}{\frac{0.01}{3 \times 1.00 \times 0.31}} \times 2.05 = 196.74 \text{ menit}$$

Langkah akhir yaitu melakukan perhitungan *idle time*, jika waktu proses pengurutan terdapat *idle time* saat dilakukannya perbandingan, maka proses tersebut tidak dapat dilakukan menggunakan *alternative* tersebut, begitu sebaliknya (Groover, 2001).

$$Idle \text{ time} = \sum_{h=1}^m (T_{cjh} - mT_{cf}) \quad (10)$$

Jadi,

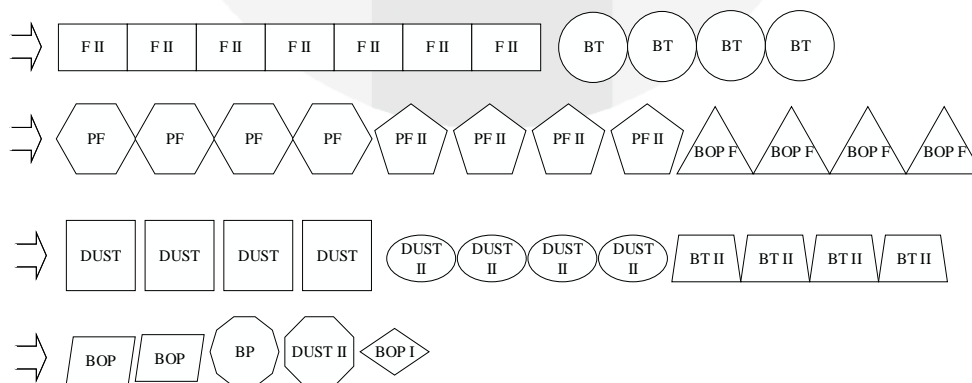
$$\begin{aligned} Idle \text{ time} &= (164.55 - 196.74) + (170.20 - 196.74) + (167.63 - 196.74) + (217.97 - 196.74) \\ &+ (227.80 - 196.74) + (177.93 - 196.74) + (199.27 - 196.74) + (187.06 - 196.74) \\ &+ (191.06 - 196.74) + (157.43 - 196.74) + (200.50 - 196.74) + (198.69 - 196.74) \\ &= -100.81 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, *idle time* yang di dapat adalah 100.81 menit, maka proses pengepakan akan dilakukan berdasarkan waktu proses pengerjaan bubuk teh dengan menggunakan *alternativer variable rate launching*. Langkah akhir yaitu melakukan *launching* berdasarkan *demand* setiap bubuk teh yang akan menjadi prioritas untuk dapat memasuki proses pengepakan. Pada Tabel 10 dapat dilihat *demand* terkecil hingga terbesar yang dimiliki untuk setiap bubuk teh dalam satuan *paper sack*.

Tabel 10 Jumlah *Demand* Bubuk Teh PT. Perkebunan Nusantara VIII, Ciater dari Periode Juli 2016 sd Desember 2016

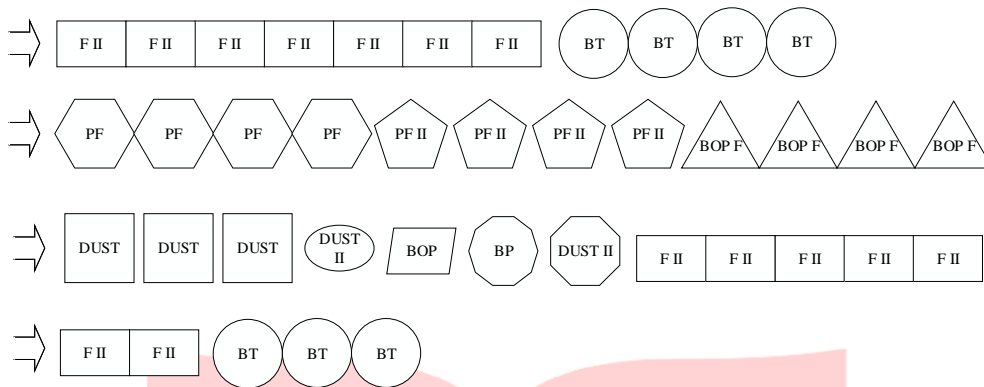
Jenis Teh	<i>Demand (Paper Sack)</i>
F II	28
BT	16
PF	15
PF II	11
BOP F	8
DUST	7
DUST III	5
BT II	4
BOP	3
BP	2
DUST II	2
BOP I	1

Lauching untuk setiap bubuk teh dilakukan dengan 3 iterasi. Pada Gambar 3 dapat dilihat iterasi pertama.



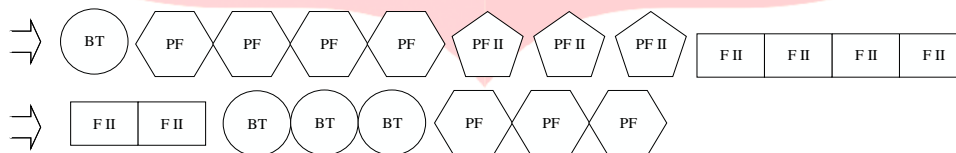
Gambar 3 Iterasi 1

Pada Gambar 4 dapat dilihat iterasi kedua dalam proses pengepakan, untuk bubuk teh BOP sudah selesai dilakukan proses pengepakan berdasarkan *demand* pada iterasi pertama.



Gambar 4 Iterasi 2

Selanjutnya pada iterasi ketiga dalam proses pengepakan, pada iterasi ketiga ini seluruh bubuk teh telah dilakukan pengepakan berdasarkan *demand*. Pada Gambar IV.11 dapat dilihat hasil iterasi ketiga dalam proses pengepakan.



Gambar 5 Iterasi 3

4. Kesimpulan

Proses pengepakan yang dilakukan dengan penyimpanan bubuk teh di dalam peti miring pada bubuk teh *grade 1* yaitu BOP I sebagai *sample* menghasilkan *idle time* 164008.07 menit, *balance delay* 85.63%, *line efficiency* 14.37%, dan *smoothest index* 66956. Jika proses pengepakan dilakukan tanpa penyimpanan bubuk teh di dalam peti miring dengan menggunakan *mixed model* akan menghasilkan *idle time* 940.70 menit, *balance delay* 30.78%, *line efficiency* 69.22%, dan *smoothest index* 678. Proses pengepakan tanpa melakukan penyimpanan di dalam peti miring akan dilakukan proses pengurutan atau *launching* bubuk teh yang akan memasuki proses pengepakan secara bergantian. *Alternative launching* yang digunakan adalah *variable rate launching*. Proses pengurutan akan dilakukan berdasarkan proses pengepakan tercepat hingga terlama. Waktu proses pengepakan yang telah dilakukan *mixed model* tidak melebihi *takt time*.

Daftar Pustaka

- [1] Baroto, Teguh. (2002). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Jakarta: Graha Indonesia.
- [2] Chakroborty, (2015). "Mixed Model Assembly Line Balancing".
- [3] Ginting, Rosani Ir. (2007). Sistem Produksi/ Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Groover, Michael. (2001). Computer Integrated Manufacturing & Automation. USA: McGraw-Hill.
- [5] Hadi Gokcen and Erdal Erel (1998). "Binary Integer Formulation for Mixed-Model Assembly Line Balancing Problem", Computers ind Engng, Vol. 34.