

**USULAN PENJADWALAN *ORDER* UNTUK MENGURANGI *DELAY* DAN
MANUFACTURING LEAD TIME MENGGUNAKAN METODE *DRUM BUFFER
ROPE* DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII, CIATER**

**PROPOSED SCHEDULING ORDER TO REDUCED DELAY AND MANUFACTURING
LEAD TIME USING DRUM BUFFER ROPE METHOD IN PT PERKEBUNAN
NUSANTARA VIII, CIATER**

¹ Rahma Sabrina Latifani, ² Dida Diah Damayanti, ³ Widia Juliani
^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Telkom
rahma.latifani@gmail.com, didadiahdamayanti@telkomuniversity.ac.id,
widiajuliani@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT Perkebunan Nusantara merupakan perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang bergerak dalam bidang perkebunan. Salah satunya PTPN VIII kegiatan usaha perusahaan meliputi pengolahan/ produksi bubuk teh hitam. Salah satu bagian produksi di PTPN VIII, Ciater adalah Sortasi. Pada area sortasi mengalami *bottleneck* penumpukan WIP. Rata-rata *MLT existing* 783,93 menit dan *queue time* di depan WC Tea Wind 1 484,76 menit. Masalah ini terjadi karena pada mesin Tea Wind 1 memiliki waktu terlama dan beban pengerjaan terbesar diantara operasi lainnya di area sortasi, hal ini mengakibatkan *manufacturing lead time* lebih lama untuk menyelesaikan *order* dan mengakibatkan waktu antrian di depan WC Tea Wind 1. Dalam mencapai tujuan mengurangi *MLT* dan keterlambatan proses pengerjaan pembuatan teh di area sortasi, maka diusulkan penjadwalan dengan *drum buffer rope* yaitu menjadwalkan *drum* yang menjadi titik kontrol di Tea Wind 1, sedangkan *work center* lainnya mengikuti penjadwalan di Tea Wind 1. Sedangkan untuk meningkatkan performansi di WC Tea Wind 1 adalah dengan memberikan *buffer* untuk melindungi laju produksi sebesar 10% dari *MLT*. Setelah menggunakan *drum buffer rope*, *MLT* usulan menjadi 615,54 menit dan *queue time* menjadi 335,87 menit. Tingkat *lateness* pada kondisi *existing* 101 *order* yang terlambat sedangkan pada kondisi usulan menjadi 71 *order*.

Kata Kunci : *drum buffer rope, manufacturing lead time, queue time, WIP*

Abstract

PT Perkebunan Nusantara is a company BUMN (Badan Usaha Milik Negara) engaged in plantation. One of PT PN VIII business activities includes processing / production of black tea. One parts of production in PTPN VIII, Ciater is Sorting. In the sorting area has *bottleneck* of part WIP. *MLT* average of 783,93 minutes and *queue time* in front of WC Tea Wind 1 484,76 minutes. This problem occurs because the Tea Wind 1 machine has the longest time and the largest processing load among other operations in the sorting area, resulting in *manufacturing lead time* longer to complete the order and result in *queue time* in front of WC Tea Wind 1. In achieving the objective of reduced *MLT* and delays in the manufacturing process in the sorting area, it is proposed that scheduling with *drum buffer ropes* is scheduling the *drum* being the control point in Tea Wind 1, while the other work centers follow the scheduling at Tea Wind 1. Meanwhile, to improve the performance in WC Tea Wind 1 is to provide *buffer* to protect the production rate by 10% from *MLT*. After using *drum buffer rope*, *MLT* proposed to be 615,54 minutes and *queue time* to 335,87 minutes. Level *lateness* on existing conditions 101 orders are late while the conditions proposed to 71 orders.

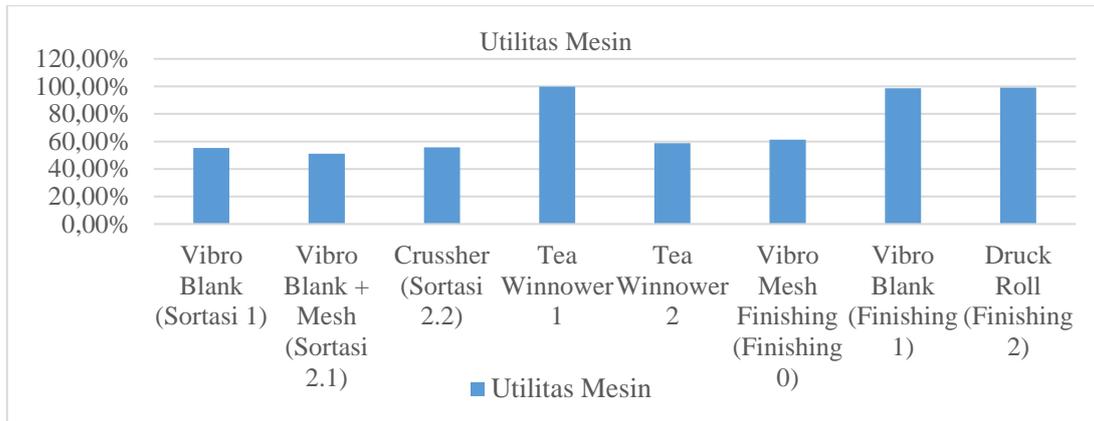
Keywords: *drum buffer rope, manufacturing lead time, queue time, WIP*

1. Pendahuluan

PT Perkebunan Nusantara merupakan perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang bergerak dalam bidang perkebunan. Salah satunya PT PN VIII kegiatan usaha perusahaan meliputi pengolahan/ produksi bubuk teh hitam. Pada proses pengolahan teh hitam orthodox, proses sortasi merupakan proses terpenting dimana proses ini dapat memperoleh produk teh hitam yang seragam dan baik ukurannya, bentuknya maupun beratnya, di samping teh tersebut harus bersih dari kotoran, tulang, atau serat-serat daun. Pada area sortasi terdapat *work center* yang terdiri dari beberapa mesin. Proses ini mulai dari bubuk teh hasil pengeringan dipindahkan ke ruang sortasi kering dengan *conveyor*.

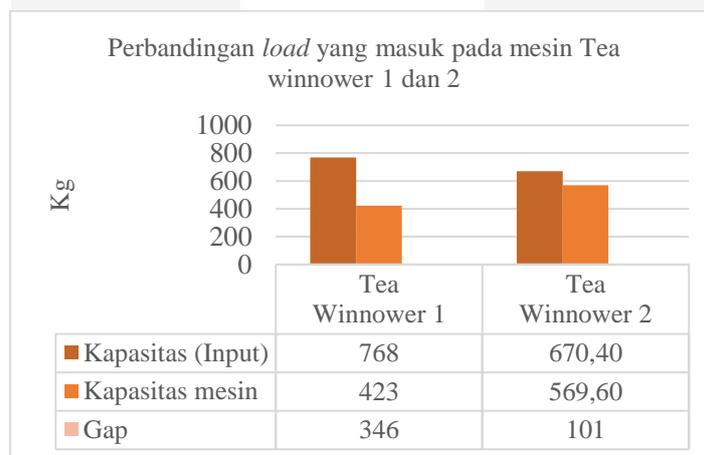
Setiap *work center* memiliki utilitas mesin. Utilitas mesin adalah tingkat penggunaan mesin untuk melakukan proses produksi. Tingkat utilitas mesin tertinggi adalah pada mesin Tea Winnower 1 99.7% dengan menyelesaikan 87 *order* dari 107 *order* yang masuk ke mesin Tea Winnower dalam waktu 24 jam. Sedangkan untuk Finishing 1

dan 2 masing-masing memiliki tingkat utilitas sebesar 98.70% dan 99.14% tetapi hanya dapat menyelesaikan order masing-masing 40 dan 46 order.



Gambar 1 Utilitas setiap mesin di area sortasi

Work center Tea Wind memiliki 2 buah mesin dengan cara kerja yang sama diantaranya yaitu Tea Winnower 1 dan Tea Winnower 2. Perbandingan *load* Tea Winnower 1 dan Tea Winnower 2 dapat dilihat pada Gambar I.3. Pada Tea Winnower 1 *load* yang masuk sebesar 768 kg/ 3 jam sedangkan kapasitas pada mesin Tea Winnower 1 selama 3 jam hanya mampu memproses sebesar 423 kg/ 3 jam dan Tea Winnower 2 *load* yang masuk sebesar 670.40 kg/ 3 jam sedangkan kapasitas pada mesin Tea Winnower 2 selama 3 jam hanya mampu memproses sebesar 569 kg/ 3 jam. Hal ini terjadinya gap perbandingan *load* yang masuk pada mesin Tea Winnower dengan kapasitas mesin. Gap yang paling terbesar adalah pada mesin Tea Winnower 1.



Gambar 2 Perbandingan *load* Tea Winnower 1 dan Tea Winnower 2

Pada Tea Wind 2 terdapat gap 101 kg/ 3 jam, hal ini tidak terjadinya *over capacity* karena pada mesin di Tea Wind 2 pada kondisi *existing* mampu menyelesaikan *order* di menit 931.86 dan masih tersisa waktu jam operasional mesin selama 24 jam sedangkan pada mesin Tea Wind 1 terjadi gap 346 kg/ 3 jam, hal in terjadinya *over capacity* karena waktu proses di mesin Tea Winnower 1 jauh lebih lama yaitu 13.69 – 103.09 menit dibandingkan proses lainnya dan pada kondisi *existing* hanya mampu menyelesaikan 87 *order* dari 107 *order*. Ketika terdapat jenis teh yang masuk ke mesin Tea Winnower 1 melalui *conveyor* dan *conveyor* tersebut masih mengerjakan jenis teh yang lain, hal ini mengakibatkan penumpukan WIP didepan *work center* Tea Wind 1. Dengan banyaknya tumpukan WIP tersebut dapat mempengaruhi kualitas bubuk teh karena komponen teh bersifat tidak stabil dan mudah rusak selama di diamankan, laju kerusakan ini tergantung pada kadar air dan suhu maka bubuk teh dapat menyerap uap air dari udara yang dapat menimbulkan kadar air bubuk teh meningkat.

Menurut (Rieswien, 2014), penjadwalan produksi dengan metode *drum buffer rope* dapat memecahkan masalah tingkat *work in process* (WIP) yang cukup tinggi disebabkan karena waktu proses di beberapa stasiun kerja sangat lama dan kapasitas terbatas, selain itu juga mengakibatkan keterlambatan produksi. Hasil dari penjadwalan ditemukan bahwa yang menjadi stasiun konstrain adalah Deckel Maho dengan rata-rata *Manufacturing Lead Time* (MLT) *existing* adalah 47,66 jam dan rata-rata *queue time* di depan Deckel Maho adalah 24,47 jam. Setelah

menggunakan *drum buffer rope scheduling*, MLT usulan menjadi 20,39 jam dan rata-rata *queue time* menjadi 2,71 jam. maka dengan metode ini mampu memberikan usulan *manufacturing lead time* (MLT) yang sesuai dengan kapasitas aktual perusahaan. MLT yang diusulkan lebih cepat dibandingkan dengan MLT yang ditentukan perusahaan sebelumnya sehingga dengan metode DBR ini dapat mengatur stasiun konstrain serta memberikan usulan *due-date* yang lebih baik bagi perusahaan dan konsumen.

Oleh karena itu dibutuhkan perbaikan rancangan sistem *scheduling* menggunakan *drum buffer rope* untuk meminimasi keterlambatan *order* dan meminimasi *manufacturing lead time* pada area sortasi di PT Perkebunan Nusantara VIII, Ciater.

2. Dasar Teori dan Metode Penelitian

2.1 Penjadwalan Pada Kondisi Existing

1. Waktu Proses

Waktu proses adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan berbagai elemen pekerjaan (Sutalaksana,dkk,2006). Perhitungan waktu proses dilakukan dengan menghitung waktu siklus rata-rata untuk setiap operasi masing jenis. Total waktu proses setiap operasi dapat diperoleh dari hasil total waktu siklus setiap proses mesin. Pada Tabel 1 dapat dilihat waktu proses pada mesin.

Tabel 1 Waktu Proses Pada Mesin

Jenis	Waktu proses Pada Mesin													
	Sortasi Jalur 1	Sortasi Jalur 2.1	Sortasi Jalur 2.2		Tea Wind 1		Tea Wind 2		Finishing 0		Finishing 1		Finishing 2	
			Conveyor	Druck roll	Conveyor	Tea Winnower	Conveyor	Tea Winnower	Conveyor	Vibrex Mesh Finishing	Conveyor	Finishing	Conveyor	Finishing
DUST	99.56	0	0	0.00	13.69	21.65	0	0	0	0	5.27	125.50	0	0
DUST	99.56	0	0	0.00	13.69	21.65	0	0	0	0	5.27	92.59	0	0
PF	95.02	0	0	0.00	13.69	25.12	0	0	0	0	5.27	125.50	0	0
PF	95.02	0	0	0.00	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	90.83
BOP 1	85.38	0	0	0.00	13.69	25.12	0	0	0	0	5.27	105.23	0	0
PF	95.02	0	0	0.00	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	125.61
BOP	81.96	0	0	0.00	13.69	21.65	0	0	0	0	5.27	92.59	0	0
BOP	81.96	0	0	0.00	13.69	21.65	0	0	0	0	5.27	94.88	0	0
BOP 1 (Kasar)	83.60	0	6.48	119.43	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	90.83
BOP 1 (Kasar)	83.60	0	6.48	119.43	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	95.57
DUST	0	55.90	0	0	0	0	13.37	27.22	4.78	76.73	0	0	0	0
PF	0	49.10	0	0	0	0	13.37	27.22	4.78	76.98	0	0	0	0
PF	0	49.10	0	0	0	0	13.37	27.22	4.78	77.04	0	0	0	0
BT	0	44.66	0	0	0	0	13.37	70.51	4.78	77.60	0	0	0	0
DUST II	0	0	160.09	0	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	125.61
PF II	0	0	160.81	0	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	125.61
PF II	0	0	160.81	0	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	90.83
BT	0	0	124.04	0	13.69	69.68	0	0	0	0	0	0	5.33	104.69
BP	0	0	124.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.33	104.69

Berdasarkan hasil total waktu proses pada setiap *work center*, tidak semua melalui seluruh *work center*. Setiap bubuk teh akan melalui *work center* sesuai dengan jenis teh yang dihasilkan. Untuk *work center* Sortasi Jalur 1, 2.1 dan 2.2 mengolah bubuk teh yang dihasilkan dari proses pengeringan dan secara *continuous* di proses. Pada Sortasi Jalur 1 menghasilkan jenis BOP 1 kasar yang masuk ke sortasi jalur 2.2 melalui conveyor tanpa harus menunggu bubuk teh dari hasil pengeringan diolah. Pada *work center* Tea Wind 1 hasil dari Sortasi jalur 1 dan Sortasi jalur 2 yang menghasilkan kualitas 1 dan 2 akan masuk ke *feeder* dan masuk melalui *conveyor* lalu masuk ke mesin Tea Winnower, ketika terdapat jenis teh A yang masuk ke mesin Tea Winnower 1 melalui *conveyor* dan *conveyor* tersebut masih mengerjakan jenis teh yang lain, teh A harus menunggu sampai jenis teh yang sedang diproses selesai, begitu pun sama dengan Tea Winnower 2, Finishing 0, Finishing 1 dan Finishing 2.

2. Membuat daftar hasil jenis teh yang akan dijadwalkan

Pembuatan daftar hasil jenis teh yang didapatkan dari 3 shift pada kerja pada *work center*.

3. Pengurutan jenis teh dengan *earliest start* tercepat di operasi pertama

Pada kondisi *existing*, *earliest start* sebagai parameter urutan kedatangan bubuk teh yang akan di proses selanjutnya. Apabila terdapat *earliest start* yang sama maka diurutkan secara *random*. Berikut adalah urutan *sample* jenis teh berdasarkan *earliest start* tercepat dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Urutan *sample* jenis teh berdasarkan *earliest start* tercepat

Kode	ES	EF Sortasi	Kode	ES	EF Sortasi
A	0	81.96	E	0	99.56
A	0	81.96	F	0	124.04
B	0	209.75	I	0	160.81
B	0	216.48	I	0	160.81
C	0	85.38	A	81.96	163.93
D	0	95.02	A	81.96	163.93
D	0	95.02	B	83.60	293.35
D	0	95.02	B	83.60	300.08
E	0	99.56	C	85.38	170.77

4. Forward scheduling

Forward scheduling adalah menjadwalkan proses kerja pada setiap sumber daya mulai sejak awal produksi dimulai ($t = 0$) sampai dapat diselesaikannya keseluruhan produk yang direncanakan. *Earliest start* pada operasi pertama sebagai parameter yang akan di proses selanjutnya.

5. Menjadwalkan hasil jenis teh berikutnya di operasi pertama bila kondisinya *idle*

Ketika operasi pertama telah menyelesaikan pengerjaan jenis teh sebelumnya, maka pada operasi pertama dalam kondisi *idle*. Selanjutnya akan di jadwalkan jenis teh yang sama di operasi pertama.

2.2 Penjadwalan Usulan

Theory of Constraint

Dalam mengimplementasikan ide-ide sebagai solusi dari suatu permasalahan, Goldratt mengembangkan lima langkah yang berurutan agar proses perbaikan lebih fokus dan berakibat lebih baik bagi sistem. Langkah-langkah tersebut ialah: (Fogarty, 1991)

1. Mengidentifikasi *constraint* sistem

Stasiun *bottleneck* disebut *drum* sebagai titik pengendali untuk menjamin stasiun *upstream* berproduksi sesuai dengan kebutuhan stasiun *bottleneck* sehingga tidak menimbulkan inventori *work in process* (WIP) dilantai produksi. Permasalahan yang terjadi di Tea Wind 1 adalah *bottleneck* karena waktu proses yang lebih besar dari operasi lainnya, selain dari segi waktu proses yaitu inputan yang masuk ke Tea Wind 1 lebih besar dari operasi lainnya.

2. Menentukan cara mengeksploitasi *constraint* sistem

1. Mengurutkan kode jenis teh pada operasi pertama dengan *earliest finish* tercepat

a. *Rule Shortest Processing Time* di operasi sebelum Tea Wind 1

Sequencing dengan *rule shortest processing time* (SPT) adalah memprioritaskan jenis teh yang di hasilkan pada operasi pertama dengan *earliest finish* tercepat.

Tabel 3 *Sequencing sample* dengan rule SPT

Kode	ES	EF Sortasi	Kode	ES	EF Sortasi
A	0	81.96	I	0	160.81
A	0	81.96	I	0	160.81
C	0	85.38	A	81.96	163.92
D	0	95.02	A	81.96	163.92
D	0	95.02	C	85.38	170.76
D	0	95.02	D	95.02	190.04
E	0	99.56	D	95.02	190.04
E	0	99.56	D	95.02	190.04
F	0	124.04	E	99.56	199.12

b. *Rule Random*

Hasil dari pengurutan kode jenis dengan *rule shortest processing time* (SPT) terdapat waktu *earliest finish* yang sama. Apabila terdapat waktu *earliest finish* yang sama maka langkah selanjutnya dilakukan pengurutan pengerjaan secara *random*

2. Menjadwalkan operasi di Tea Wind 1

- a. Menghitung *manufacturing lead time* setelah operasi Tea Wind 1 pada urutan pertama Untuk memperoleh *manufacturing lead time* setelah operasi Tea Wind 1 dengan cara :
 $MLT \text{ setelah TW } 1 = EF \text{ operasi terakhir Kode Jenis } i - EF \text{ TW } 1_i - moving \text{ time} \dots \dots \dots (1)$

Tabel 4 Perhitungan MLT operasi setelah Tea Wind 1 pada urutan pertama

Kode	Jenis	Mesin	Jenis (Output)	Waktu proses	Moving Time	Start	Finish
A	BOP	TW 1	BOP	13.69	0.25	0	95.90
			BOP	25.12		95.90	121.02
		F1		5.27	0.25	121.27	126.54
			BOP F	92.59		126.54	219.13

- b. Menghitung *latest finish* Tea Wind 1 dengan cara *backward*
 Untuk memperoleh *latest finish* pada urutan pertama yaitu dengan cara :
 $LF \text{ TW Kode Jenis } i = LF \text{ Finishing } i - MLT \text{ setelah TW } 1 \dots \dots \dots (2)$
- c. Menghitung *earliest finish* di Tea Wind 1
- d. Untuk memperoleh *earliest finish* di Tea Wind 1 pada urutan pertama yaitu dengan cara :
 $EF \text{ TW } 1 \text{ Kode Jenis } i = LF \text{ TW } 1 \text{ Kode Jenis } i - space \text{ time} \dots \dots \dots (3)$

Tabel 5 Perhitungan *earliest finish* TW 1

Kode	Jenis	LF TW 1	Space Time	EF TW 1
A	BOP	357.02	261.12	95.9028

- e. Menghitung *earliest start* di Tea Wind 1
 Dari hasil perhitungan *earliest finish*, maka dapat di hitung *earliest start* pada Tea Wind 1 yaitu:
 $ES \text{ TW } 1 = EF \text{ TW } 1 - process \text{ time} \dots \dots \dots (4)$

Tabel 6 Perhitungan *earliest start* TW 1

Kode	Jenis	EF TW 1	Waktu Proses	ES TW 1
A	BOP	95.9028	13.69	82.2128

- f. Pengalokasian mesin dengan *forward scheduling*
 Dalam menjadwalkan *work center* Tea Wind telah disesuaikan dengan jam kerja atau *shift* yang telah tersedia dan pada mesin TW 2 telah disesuaikan dengan mesin tersebut telah menyelesaikan seluruh *order* jenis teh yang di proses.

Tabel 7 Data hasil *forward scheduling* dan pengalokasian mesin

Kode	ES	EF	Pengalokasian Mesin TW
E	945.23	958.60	TW 2
E	882.69	896.38	TW 1
D	958.85	972.22	TW 2
A	896.63	896.88	TW 1
C	897.13	910.82	TW 1
B	972.22	985.59	TW 2
B	985.84	999.21	TW 2
D	911.07	924.76	TW 1

Tabel 8 Data hasil *forward scheduling* dan pengalokasian mesin (lanjutan)

Kode	ES	EF	Pengalokasian Mesin TW
A	999.46	1012.83	TW 2
D	925.01	938.70	TW 1
A	1013.08	1026.45	TW 2
E	938.95	952.64	TW 1

3. Melakukan subordinasi pada *non-constraint* sistem

1. *Forward scheduling* untuk operasi setelah Tea Wind 1

Setelah mendapatkan ES dan EF pada operasi Tea Wind, maka untuk memperoleh *earliest start* dan *earliest finish* setelah operasi TW (n) adalah

ES operasi ke_{n+1} = waktu pengisian_n + EF operasi_n + *moving time*.....(5)

2. *Backward scheduling* untuk operasi sebelum Tea Wind 1

Setelah mendapatkan ES dan EF pada operasi Tea Wind, maka untuk memperoleh ES dan EF sebelum operasi TW (n) adalah

EF operasi_{n-i} = ES operasi_n - *moving time*.....(6)

Atau

ES operasi_{n-i} = EF operasi_n - *process time*(7)

4. Meningkatkan performansi di *constraint* sistem

1. Menghitung *buffer time* pada stasiun *constraint*

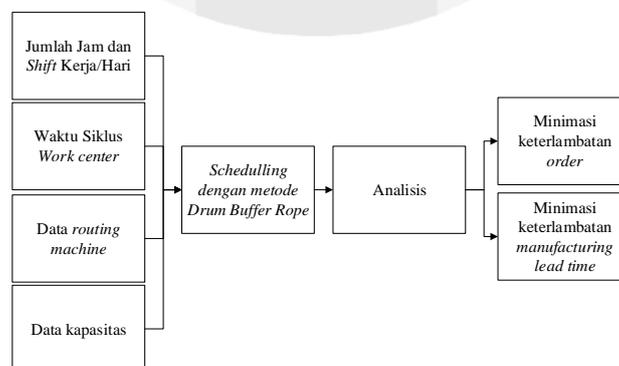
Buffer time yaitu waktu yang dijadikan penyangga untuk melindungi laju produksi sistem dari gangguan yang sering terjadi di rantai produksi. Ukuran *buffer* yang disarankan adalah ≤10% dari total *lead time existing*. Cara terbaik adalah mengukur *buffer* dengan eksperimen yang sesuai untuk dialokasikan di depan stasiun *bottleneck*. (Sipper dan Bulfin, 1997, p. 577)

Tabel 9 Data *sample Buffer time* di depan Tea Wind 1

Kode	<i>Manufacturing Lead Time</i>	<i>Buffer time</i>	<i>Buffer time</i> di depan TW 1	Kode	<i>Manufacturing Lead Time</i>	<i>Buffer time</i>	<i>Buffer time</i> di depan TW 1
A	219.13	10%	21.91	E	288.82	10%	28.88
C	245.72		24.57	D	366.48		36.65
A	235.36		23.54	F	387.37		38.74
D	293.86		29.39	I	422.24		42.22
E	307.8		30.78	A	278.85		27.89
D	317.75		31.78	I	401.39		40.14

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *scheduling* menggunakan *drum buffer rope* yang untuk meminimasi keter atau *work in process* dan meminimasi keterlambatan *manufacturing lead time*.



Gambar 3 Model Konseptual

Proses *scheduling* membutuhkan data *routing machine* meliputi *process time* dan *moving time* pada setiap pengerjaan produksi di sortasi. Selanjutnya membutuhkan data kapasitas yang tersedia dari masing-masing sumber daya dan permintaan yang ditempatkan pada masing-masing sumber daya sistem. Dan terakhir data jumlah *shift* kerja/hari. Proses *scheduling* di area sortasi dapat dilakukan dengan mengolah data dengan menggunakan *Optimized Production Technology* dengan metode *drum buffer rope*. Aktivitas penjadwalan dilakukan dengan menyesuaikan permasalahan yang terjadi di antai produksi dan estimasi waktu penyelesaian sampai bubuk teh jadi sehingga dapat mencegah adanya keterlambatan dalam proses pembuatan bubuk teh dan keterlambatan *manufacturing lead time* yang diakibatkan dengan permasalahan tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penjadwalan Existing

Pengerjaan pada proses sortasi ini memiliki 3 *shift*, sedangkan proses sebelumnya yaitu pengeringan memiliki 2 *shift* maka *input* yang masuk ke area sortasi selama 2 *shift*. Pengerjaan pada kondisi *existing* dengan *start time* yang tercepat yaitu mulai dari jam 06:00 pagi atau menit ke-0. Berdasarkan Tabel 4 hasil penjadwalan *existing* ini terdapat 101 jenis teh yang terlambat karena tidak selesai dengan jam kerja *shift* yang tersedia. Hasil perhitungan *manufacturing lead time* dari proses sortasi sampai *finishing* memiliki rata-rata *manufacturing lead time* atau MLT sebesar 783,93 menit. Selanjutnya dapat dilihat hasil rata-rata *queue time* di depan Tea Wind 1 pada kondisi *existing* sebesar 484.76 menit. Sedangkan hasil penjadwalan usulan ini terdapat 71 jenis teh yang terlambat karena tidak selesai dengan jam kerja *shift* yang tersedia. Hasil perhitungan *manufacturing lead time* dari proses sortasi sampai *finishing* memiliki rata-rata *manufacturing lead time* atau MLT sebesar 615.54 menit. Selanjutnya dapat dilihat hasil rata-rata *queue time* di depan Tea Wind 1 pada kondisi *existing* sebesar 335.87 menit. Dapat disimpulkan dari hasil penjadwalan usulan nilainya lebih kecil dari penjadwalan *existing*.

Tabel 10 Hasil penjadwalan *existing* dan usulan

Hasil Penjadwalan Existing			Hasil Penjadwalan Usulan		
Rata-rata MLT	783.93	Menit	Rata-rata MLT	615.54	Menit
Rata-rata <i>Queue Time</i>	484.76	Menit	Rata-rata <i>Queue Time</i>	335.87	Menit
Tingkat <i>Lateness</i>	101	<i>Order</i>	Tingkat <i>Lateness</i>	71	<i>Order</i>

3.2 Analisis

a. Analisis Penjadwalan Kondisi Existing

Penjadwalan pada kondisi *existing* yang dilakukan oleh *Planner* pada bagian proses sortasi di PT Perkebunan Nusantara VIII Ciater menggunakan FCFS. Dalam *rule* FCFS yang diterapkan dengan *earliest start* tercepat di operasi pertama berdasarkan hasil pengamatan langsung ke rantai produksi dan hasil wawancara ke operator dan kepala pabrik PT PN. Penjadwalan pada kondisi *existing* dilakukan dengan menggunakan sistem penjadwalan *forward scheduling* dari proses sortasi sampai *finishing*. Berdasarkan perhitungan penjadwalan *existing* secara manual terdapat keterlambatan dalam menyelesaikan hasil teh kualitas 1 maupun kualitas 2 dengan ditunjukkannya tingkat *lateness* positif karena melebihi *due date* di operasi terakhir yaitu *finishing* yang disesuaikan dengan jam kerja atau *shift* yang tersedia. Hasil rekapitulasi dari perhitungan terdapat 101 *order* dari 197 *order* yang harus dihasilkan setiap jenis teh.

b. Analisis Penjadwalan Usulan

Penjadwalan yang diusulkan adalah penjadwalan *drum buffer rope* untuk meminimasi *manufacturing lead time* yang dapat meminimasi keterlambatan proses pengerjaan pembuatan teh di area sortasi dan dapat meminimasi *work in process* di depan stasiun *bottleneck*.

c. Analisis Rule Sequencing

Pada sistem penjadwalan usulan mempertimbangkan *latest finish* pada operasi terakhir atau *due date* dan waktu proses dari setiap *order*. Teknik yang digunakan aturan *dispatching rule*, tidak semua aturan yang digunakan karena setiap aturan memiliki tujuan yang berbeda-beda. Penjadwalan usulan yang dirancang menggunakan aturan SPT. Aturan SPT ini digunakan dengan mengurutkan *job* berdasarkan waktu proses yang terkecil pada urutan pertama. Pengurutan yang dilakukan pada *work center* sebelum *work center* Tea Wind 1 dengan di urutkan *earliest finish* tercepat di operasi pertama untuk menjaga terjadinya *idle*. Ketika terdapat waktu *earliest finish* yang sama maka di urutkan secara *random*. Hasil dari *rule shortest processing time* pada kondisi usulan menunjukkan 71 *order* yang terlambat dari kondisi *existing* yaitu 101 *order*.

d. Analisis Penjadwalan di Tea Wind 1

Work center yang menjadi titik control atau *drum* adalah Tea Wind 1 karena di depan *work center* Tea Wind terjadi *bottleneck* yang menyebabkan penumpukan *work in process*. Langkah pertama dalam menjadwalkan menggunakan

metode *drum buffer rope* dengan menjadwalkan Tea Wind 1 sebagai *drum*. Sedangkan *work center* lainnya mengikuti penjadwalan di Tea Wind 1. Tujuan dengan menjadwalkan hanya Tea Wind 1 untuk menjaga performansi dan meminimasi *idle* untuk menyelesaikan proses pengolahan teh pada area sortasi lebih cepat dan jumlah yang dihasilkan dapat maksimal.

e. Analisis pemberian *buffer time* di depan *work center* Tea Wind 1

Dalam meningkatkan performansi di *work center* Tea Wind 1 adalah dengan memberikan *buffer time* atau waktu penyangga untuk melindungi laju produksi sebesar 10% dari *manufacturing lead time*, mulai dari proses sortasi hingga *finishing*. Pemberian *buffer time* ini digunakan untuk melindungi *work center bottleneck* yaitu Tea Wind 1 agar terus sibuk dan dapat menyelesaikan *order* secara tepat waktu. Dengan penggunaan *buffer time*, pada operasi sebelum TW 1 akan dijadwalkan sebelum jadwalnya. Jenis teh yang dihasilkan pada jalur sortasi memiliki kapasitas yang berbeda-beda sesuai dengan jenis teh yang dihasilkan, maka penggunaan *buffer time* lebih tepat dengan kondisi produksi seperti ini.

f. Analisis penjadwalan operasi setelah Tea Wind 1

Pada sistem penjadwalan usulan setelah TW 1 dengan menggunakan *forward scheduling* yaitu ketika TW 1 telah menyelesaikan bubuk teh dan dilanjutkan ke operasi selanjutnya. *Forward scheduling* setelah operasi TW 1 disesuaikan berdasarkan waktu selesai di operasi TW 1. Pengalokasian mesin dengan Tea Wind 1 dan 2, pengalokasian ini dilakukan ketika mesin Tea Wind 2 telah menyelesaikan semua *order* jenis teh halus sampai selesai lalu jenis teh yang menunggu di depan *work center* Tea Wind 1 dapat dialokasikan dengan Tea Wind 2. Hasil pada *ganttt chart* usulan terlihat banyaknya *idle* pada operasi setelah TW 1.

g. Analisis penjadwalan sebelum Tea Wind 1

Pada kondisi *existing* dengan menggunakan *forward scheduling* dari operasi pertama hingga operasi terakhir terdapat waktu operasi yang lama yaitu di TW 1, hal ini menyebabkan terjadinya antrian di depan *work center* TW 1 dan menumpuknya (WIP). Dengan penggunaan metode *drum buffer rope* yaitu sebelumnya telah di jelaskan mulai dari identifikasi *drum* dan di jadwalkan *drum* yang menjadi titik kontrol karena di depan TW 1 terjadi *bottleneck* dan *buffer* untuk menjaga *work center* TW 1 agar tetap sibuk. Terakhir *Rope* yaitu menjadwalkan dengan *backward scheduling* untuk menentukan waktu yang tepat untuk *me-release order* ke operasi selanjutnya, hal ini dapat meminimasi *queue time* yang terdapat di depan *work center* Tea Wind 1.

4. Kesimpulan

Penjadwalan area sortasi dengan menggunakan metode *drum buffer rope* menghasilkan *sequencing* di *work center* Tea Wind 1 berdasarkan waktu *earliest finish* tercepat di proses sortasi 1 dan 2.2 dengan menggunakan *rule shortest processing time* (SPT) dan *random* ketika terdapat waktu *earliest finish* yang sama, hasil dengan *sequencing* ini mengalami penurunan tingkat *lateness* atau keterlambatan dari 101 *order* jenis bubuk teh menjadi 71 *order* jenis bubuk teh. Pengalokasian mesin Tea Wind 1 dan 2 dengan *forward scheduling* yaitu menyelesaikan semua *order* pada Tea Wind 2 lalu dapat dialokasi agar menghasilkan tidak terjadinya *idle* dan dengan *backward scheduling* dapat menetapkan waktu untuk *me-release* ke operasi selanjutnya. Hasil penjadwalan usulan di mengalami penurunan rata-rata *manufacturing lead time* sebesar 615.54 menit dari 783.93 dan waktu antrian sebesar 335.87 menit dari 484.76 menit, sehingga dapat disimpulkan antrian dan penumpukan *work in process* dapat diminimasi.

Daftar Pustaka

- [1] Fogarty, D. W. (1991). *Production & Inventory Management*. Ohio: South Western Publishing.
- [2] Goldratt, E. 2010. *Theory of Constraint Handbook: The Goal*. United States of America: McGrawHill.
- [3] Rieswien, Rinda.,(2014). Perancangan Sistem *Scheduling Job* Menggunakan *Drum Buffer Rope* Untuk Meminimasi Keterlambatan Order dan *Manufacturing Lead Time* Pada Bagian Machining MPM Di PT Dirgantara Indonesia. Bandung.
- [4] Sipper, D. (1997). *Production: Planning, Control and Intergarion*. Singapore: McGraw-Hill Higher Education
- [5] Sitalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2006). Teknik Perancangan Sistem Kerja. Bandung: ITB.