

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang gambaran umum PT. Mermaid Textile Industry, penjelasan mengenai data yang digunakan, pengolahan data serta pembahasan dari hasil pengolahan data untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

### 4.1 PROFIL PERUSAHAAN

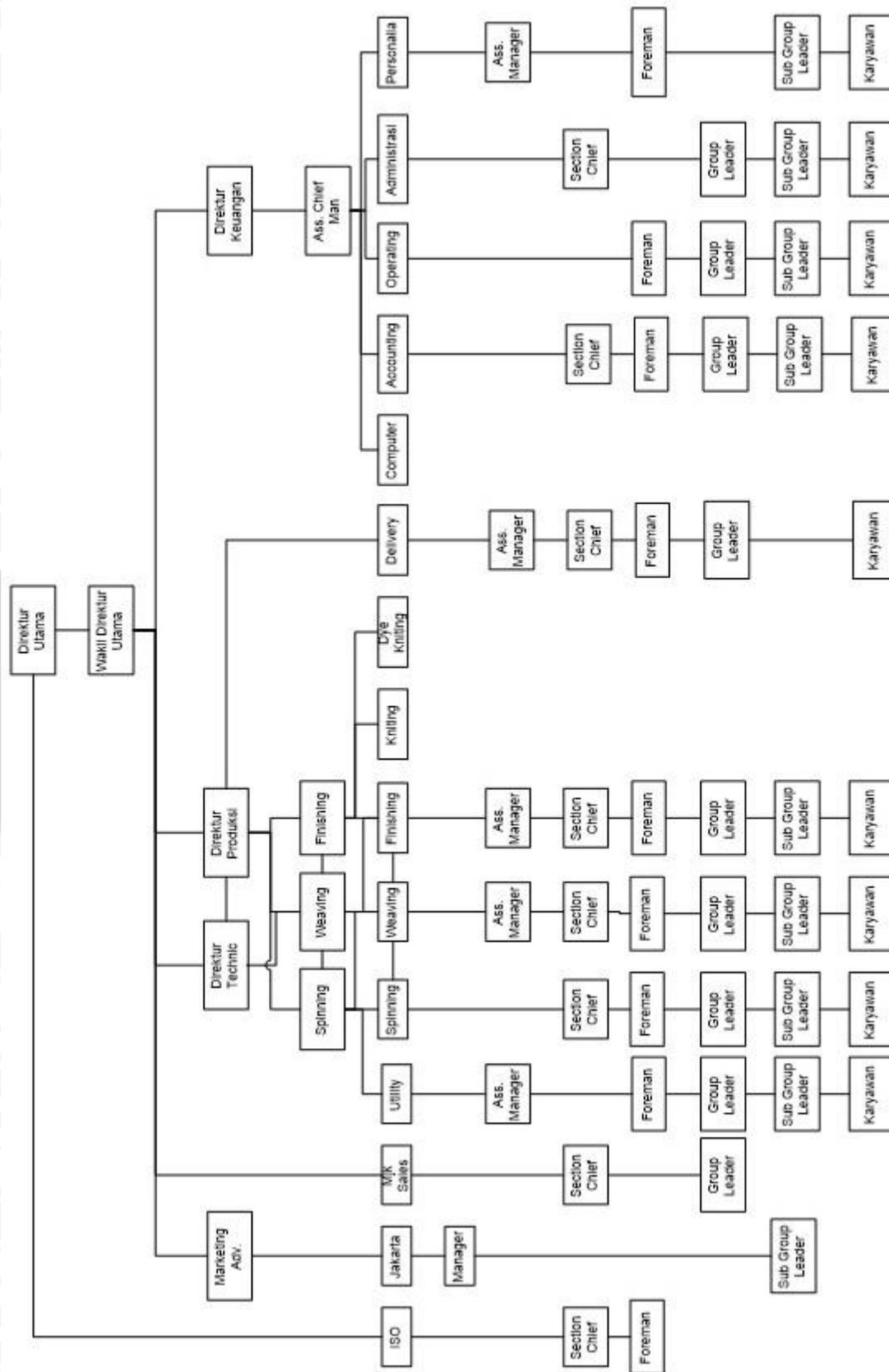
PT. Mermaid Textile Industry resmi didirikan pada tanggal 5 April 1972 dengan berdasarkan SK Presiden RI No/B-31/Pres/4/1972. Lokasi perusahaan berada di Jl. Raya By Pass PO BOX 17 Lengkong, Kecamatan Mojoanyar Kabupaten Mojokerto pada luas tanag 171.430 m<sup>2</sup>. Jumlah tenaga kerja di PT. Mermaid Textile Industry Indonesia adalah 841 orang (termasuk staf Jakarta office). Badan usaha ini adalah industry tekstil, yang lengkapnya disebut *Integrated Textile Mill*. Dalam hal ini usaha yang dijalankan antara lain: *spinning, weaving, knitting, bleaching, dyeing, printing* dan *processing* dengan bahan baku *cotton, polyester, polyester cotton, blended*, dan semua macam *synthetic blended fabrics* lainnya.

#### 4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dari perusahaan PT. Mermaid Textile Industry Indonesia ini adalah menjadi perusahaan tekstil yang terkemuka di Indonesia. Misi dari perusahaan PT Mermaid Textile Industry Indonesia adalah memproduksi tekstil dengan kualitas yang memenuhi kepuasan pelanggan dan ramah lingkungan.

#### 4.1.2 Struktur Organisasi

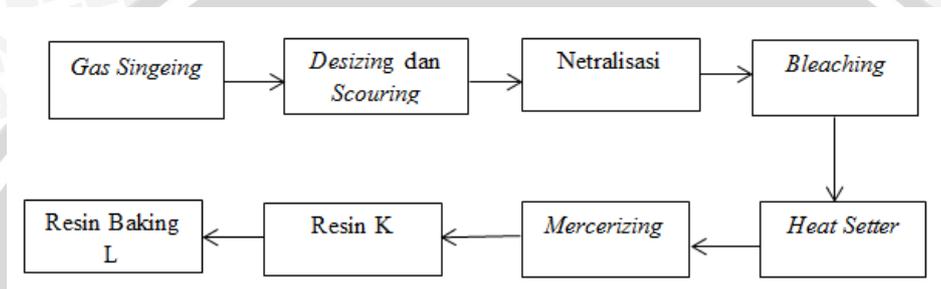
Struktur orgaisasi merupakan struktur yang menggambarkan wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing tingkatan jabatan yang meliputi Sub Group Leader sampai dengan Presiden Direktur. Struktur organisasi PT. Mermaid Textile Industry Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi  
Sumber: PT. Mertex Indonesia

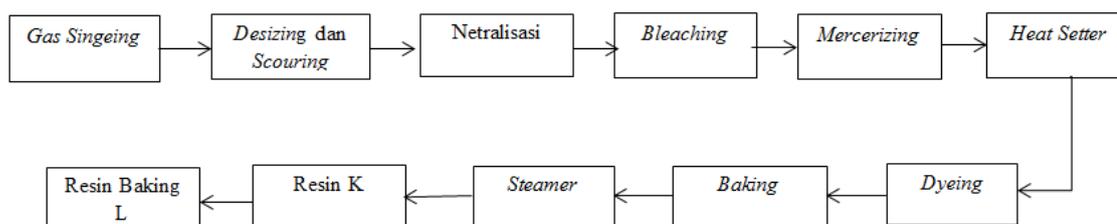
### 4.1.3 Proses Produksi

PT. Mermaid Textile Industry Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur dengan spesialisasi industri tekstil. Dalam proses produksinya, perusahaan ini terbagi menjadi beberapa departemen, antara lain: Departemen *Spinning*, Departemen *Weaving*, dan Departemen *Finishing*. Pada penelitian ini adanya batasan proses produksi di Departemen *Finishing*. Pada Departemen *Finishing* umumnya terbagi kedalam 3 tahap. Yang pertama yaitu proses *bleaching* (Pemutihan), proses *dyeing* (pencelupan) untuk kain berwarna, dan proses resin.



**Gambar 4.2** Aliran proses produksi kain putih Departemen *Finishing*  
Sumber: Data PT. Mermaid Textile Industry 2014

. Pada jenis kain putih akan melalui tahapan proses dimulai dari *gas singeing*, *desizing dan scouring*, *netralisasi*, *bleaching*, *mercerizing*, *heat setter*, resin K dan resin *baking*. Jenis kain putih akan melalui tahapan proses yang digambarkan pada Gambar 4.2. Jenis kain berwarna akan melalui tahapan proses pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Aliran proses produksi kain berwarna Departemen *Finishing*  
Sumber: Data PT. Mermaid Textile Industry 2014

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahapan proses di Departemen *Finishing*.

#### 1. Proses *Bleaching* (Pemutihan)

Pada proses ini kain mentah dari departemen *weaving* akan di proses di 3 Mesin. yaitu mesin *bleaching*, *mercerizing*, dan *heat setter*.

- a. Bleaching yang terdiri atas 4 tahapan proses, yakni *gas singeing*, *desizing*, *neutralization* dan *bleaching*.
- 1) *Gas singeing* yaitu proses pembakaran bulu-bulu pada kain mentah dengan api gas LPG. Pada saat pembuatan kain (penenunan) terjadi gesekan antara benang lusi dengan benang pakan, sehingga menimbulkan bulu-bulu yang berupa ujung serat yang menonjol pada permukaan benang atau kain. Untuk menghindari itu, maka pada kain tersebut dilakukan pembakaran bulu yang berfungsi untuk menghilangkan bulu. Benang lusi dari kapas, rayon, sintetik maupun campuran lain perlu ditambahkan kanji atau diperkuat agar daya tahan gesekannya lebih kuat sehingga jumlah benang lusi yang putus sedikit dan mutu kain menjadi baik.
  - 2) *Desizing & Scouring*. *Desizing* merupakan proses menghilangkan material kanji dan kotoran-kotoran yang terjadi pada proses penenunan. Proses ini dilakukan agar bahan kain tidak terkontaminasi oleh material dari proses sebelumnya. *Scouring* (pemasakan) bertujuan untuk menghilangkan zat-zat yang merupakan serat berbentuk lemak, malam, lilin, pectin, oil/minyak, pelumas, debu dan lainnya yang dapat mengganggu proses penyempurnaan selanjutnya. Malam dan lemak-lemak menghalangi penyerapan zat pengelantang (pencelupan zat warna pada proses pengelantangan).
  - 3) *Neutralization* merupakan proses penetralan sisa-sisa obat/chemical pada proses terdahulu. Penetralan dilakukan agar fisik kain menjadi lembut dan halus.
  - 4) *Chloride bleaching* adalah proses pemutihan. Serat alam biasanya mengandung pigmen alam yang menyebabkan warna serat menjadi krem atau sedikit kecoklatan. Warna pigmen alam tersebut tidak dapat dihilangkan pada proses pemasakan sehingga perlu dilakukan proses bleaching atau pemutihan. Pemutihan dapat dilakukan dengan zat pemutih yang mengandung klor.
- b. *Mercerizing* yaitu proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain. Bertujuan untuk menambah kekuatan dan daya serap kain terhadap zat warna. Pada proses ini digunakan larutan soda kostik untuk menghasilkan kilauan seperti sutra dan meningkatkan stabilitas tenunan.
- c. *Heat Setter* yaitu proses pengaturan dan penyesuaian lebar kain serta pemberian pemerataan panas. Tujuan dari proses heat setting ini adalah

membuat dimensi serat benang dalam kain menjadi teratur dan mengatur lebar kain, menstabilkan bentuk serta memperkecil sifat mengkaret.

Pada akhir proses ini kain untuk warna putih langsung diproses pada resin *pad dryer* dan untuk kain yang akan diwarnai sebelum ke proses resin *pad dryer* terlebih dahulu masuk ke proses *dyeing*.

## 2. Proses *Dyeing* (Pencelupan)

Pada proses ini kain yang akan dicelup nantinya akan melalui 3 tahapan pada 3 mesin yang berbeda.

- Proses *Dyeing* di mesin *Pad Dryer*, yaitu proses pencelupan warna dengan *thermosal dyeing*.
- Proses *Dyeing Baking* di mesin *Baking*, yaitu proses menancapkan warna pada kain dengan cara pemanggangan dan pengeringan.
- Proses *Steamer* di mesin *Pad Steamer*, yaitu proses penguatan warna dengan cara pemberian *chemical* dan pencucian sisa-sisa zat warna supaya tidak lekas pudar.

## 3. Proses Resin

Pada proses Resin, kain akan melalui 3 tahapan pada 2 mesin.

- Pada mesin resin K, akan melalui 2 tahapan proses yaitu proses resin *pad dryer*, yaitu proses pemberian obat-obatan/*chemical resin* dan *white optical dyeing* Dan proses *resin heat setter*, yaitu proses penarikan memanjang dan melebar supaya obat-obatan resin dapat meresap ke dalam pori-pori kain.
- Proses *resin Baking* pada mesin resin L yaitu proses pemanggangan supaya kain tidak mudah kusut, penambahan zat kimia untuk penentuan *handling* kain. dan ini merupakan proses terakhir resin finish.

## 4. *Inspection*

Proses inspeksi dilakukan baik selama proses produksi maupun setelah proses produksi. proses inspeksi yang dilakukan ditengah-tengah proses produksi bertujuan untuk meminimalisasi cacat pada kain, sehingga ketika terjadi cacat pada kain maka kain akan langsung dicari penyebab dari cacat dan proses produksi bisa dihentikan sementara dan dapat diproses ulang sesuai dengan solusi yang diberikan oleh bagian inspeksi. Pada proses inspeksi di akhir proses produksi, proses inspeksi meliputi pemeriksaan hasil kain untuk menentukan grade kain/kwalitas.

- Selvege Stamping* yaitu proses pemberian cap/inisial pada tepi kain.

6. *Cloth Winding* yaitu proses penggulungan kain sesuai dengan panjang yang dikehendaki.
7. *Make Up* yaitu proses pemberian screen, label dan pembungkus.

#### 4.1.4 Jenis Mesin

Seluruh mesin yang dipergunakan oleh PT. Mermaid Textile Industry Indonesia ini berasal dari Negara Jepang karena pemegang saham terbesar perusahaan ini berasal dari Jepang. Pada departemen *finishing*, mesin yang digunakan terdiri dari 8 mesin. yaitu:

1. Continuous Bleaching M/C (A)

Mesin *continuous bleaching* dapat digunakan untuk proses gas singeing, mercerizing, desizing scouring dan bleaching. Mesin ini dengan kecepatan 20 /menit sampai dengan 50 m/menit. Dengan kapasitas produksi 576.000 meter per bulan.



**Gambar 4.4** Mesin Continuous Bleaching  
Sumber : PT.Mermaid Textile

2. Mercerizing M/C (B)

Mesin mercerizing dapat digunakan untuk kain yang memiliki berat 0.100 kg/meter – 0.640 kg/meter. Mesin ini dapat digunakan dengan kecepatan 30-50 meter/menit.



**Gambar 4.5** Mesin Mercerizing  
Sumber : PT.Mermaid Textile

### 3. Heat Setter M/C (C)

Mesin heat setter dapat digunakan dengan kecepatan 30-70 meter/menit. Gramasi dari kain yang dapat diproses di mesin heat setter sampai 0,64 kg/meter.



**Gambar 4.6** Mesin Heat Setter  
Sumber : PT.Mermaid Textile

### 4. Pad Dryer M/C (G)

Mesin pad dryer digunakan untuk pencelupan jenis kain cotton, polyester, dan tetron. Kapasitas celup mencapai 731.520 meter per bulan dengan gramasi kain sampai 0,64 kg/meter.



**Gambar 4.7** Mesin Pad Dryer  
Sumber : PT.Mermaid Textile

### 5. Baking M/C (H)

Mesin baking digunakan dengan kecepatan 30-60 meter/menit. Mesin baking memiliki kapasitas mesin 731.520 meter per bulan. Gramasi dari kain yang dapat diproses dimesin baking sampai 0.64 gram.

### 6. Pad Steamer M/C (J)

Mesin pad steamer digunakan dengan kecepatan 30-60 meter/menit. Kapasitas mesin mencapai 731.520 meter per bulan dengan gramasi kain sampai 0,64 kg/meter.



**Gambar 4.8** Mesin Pad Steamer  
Sumber : PT.Mermaid Textile

#### 7. Resin K (K)

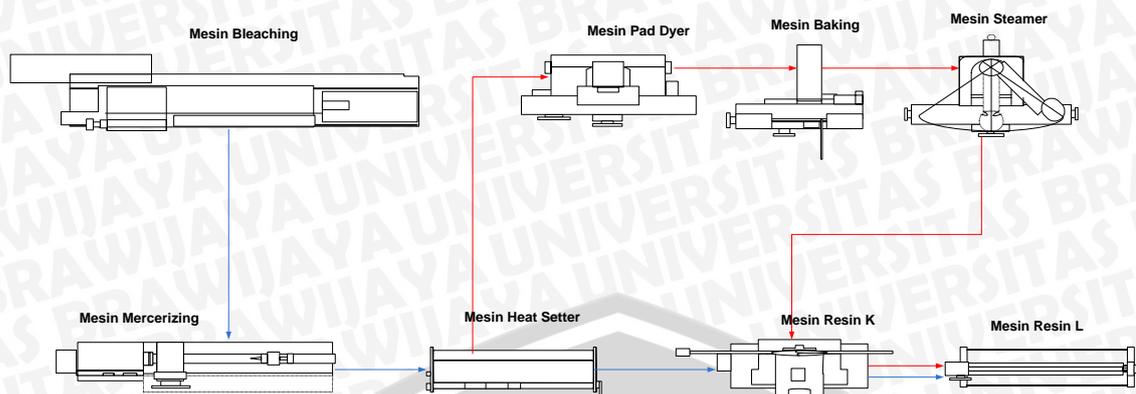
Mesin resin digunakan untuk pemberian chemical pada kain. Mesin ini memiliki kapasitas produksi 731.520 meter per bulan. Kecepatan mesin baking 30-60 meter per menit. Gramasi kain yang dapat diproses untuk mesin resin ini yaitu sampai 0.64 gram.

#### 8. Resin L (L)

Mesin resin L memiliki fungsi hampir sama dengan mesin baking. Mesin resin L digunakan dengan kecepatan 30-60 meter/menit. Gramasi dari kain yang dapat diproses di mesin baking sampai 0.64 gram.

### 4.1.5 Data Alur Proses Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin

Pada penelitian ini, proses produksi dikhususkan pada Departemen *Finishing*, dimana memiliki alur proses produksi secara umum seperti pada Gambar 4.9. sedangkan untuk pengerjaan produk lebih rinci akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.



**Gambar 4.9** Alur produksi kain di Departemen Finishing

Berdasarkan Gambar 4.9 alur yang ditunjukkan dengan warna biru merupakan alur proses kain putih, dan untuk alur yang ditunjukkan dengan warna merah merupakan alur proses kain berwarna. Terdapat perbedaan alur proses antara kain putih dan kain berwarna. Dimana, untuk kain putih tidak melalui proses di mesin pad dryer, mesin pad baking, dan mesin pad steamer.

#### 4.1.6 Data Jumlah Pesanan Tiap Job

Pada penelitian ini, data pesanan yang digunakan yaitu data pesanan Bulan Desember. Dimana pada Bulan Desember terdapat 9 pesanan yang akan dijelaskan pada Tabel 4.1 beserta jumlah lot dan panjang kain dari tiap-tiap pesanan.

Tabel 4.1 Data Jumlah Pesanan Tiap Job

Order	Jenis Kain	Panjang per Lot (Meter)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MSF6423	M192350	2413	1865	2413	2194	2304	2523								
MEX9913	M4401	1426	2304	878	659										
MSF6425	M4920	1975	2413	2084	2304										
MSF6426	M4870	1097	1097	878	878	768									
MSF6409	M41862	1207	1207	1097	1317	1317	1426	878	1097	988					
MSF6434	M214962	2304	2084	2084	2194	2084	2194	2194	2194	2084	2194	2359	2194	1975	2413
MSF6433	M215362	2413	2304	1865	1975	2413	2194	2194	2304	2304	2359	2194			
MSF6416	M2086A	988	1097	1207	1097	1207	1317	768	768	1097					
MGX4085	M3430	1810	1536	2194	2194										

Sumber : Data Produksi PT. Mertex (2014)

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat jumlah lot dan panjang kain tiap lot dari masing-masing jenis kain. Jenis kain *cotton tetoron* M192350 terdiri atas 6 lot, nantinya pada penelitian ini akan disebut sebagai *job 1*. Jenis kain *cotton tetoron* M4401 terdiri atas 4 lot, dan pada penelitian ini akan disebut sebagai *job 2*. Jenis kain *cotton tetoron* M4920 terdiri atas 4 lot, dan pada penelitian ini akan disebut sebagai *job*

3. Jenis kain *cotton tetoron* M4870 terdiri atas 5 lot, dan pada penelitian ini akan disebut sebagai *job* 4. Jenis kain *polyester* M41862 terdiri atas 9 lot, dan pada penelitian ini akan disebut sebagai *job* 5. Jenis kain *cotton tetoron* M214962 terdiri atas 14 lot, dan pada penelitian ini akan disebut sebagai *job* 6. Jenis kain *cotton tetoron* M215362 terdiri atas 11 lot yang pada penelitian ini akan disebut sebagai *job* 7. Jenis kain *cotton tetoron* M2086A terdiri atas 9 lot dan pada penelitian ini akan disebut sebagai *job* 8. Jenis kain *cotton tetoron* M3430 terdiri atas 4 lot dan akan disebut sebagai *job* 9.

#### 4.1.6.1 Jenis Kain M192350 Order MSF6423

Jenis kain M192350 merupakan jenis kain putih yang terdiri dari 6 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.2. Pada jenis kain M192350 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 40 m/menit, mesin C 40 m/menit, mesin K 45 m/menit, dan mesin L 45 m/menit. .

Waktu proses yang ditampilkan pada tabel merupakan waktu operasi produksi yang sudah diperhitungkan terhadap waktu *set up* dan *handling* sesuai dengan batasan dan asumsi. Hal ini juga berlaku bagi produk kain yang lain yang digunakan dalam penelitian ini namun menggunakan kecepatan mesin yang berbeda-beda tergantung jenis kainnya.

Tabel 4.2 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M129350

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)					
			1	2	3	4	5	6
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	121	94	121	110	116	127
2	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	61	47	61	55	58	64
3	Proses penyesuaian lebar kain dan pemerataan panas	C	61	47	61	55	58	64
4	Proses pemberian zat kimia dan penentuan lebar kain	K	54	42	54	49	52	57
5	Proses pemanggangan kain dengan penambahan zat kimia agar tidak mudah kusut.	L	54	42	54	49	52	57
6	Reproses untuk penyesuaian lebar kain	K	54	42	54	49	52	57
7	Reproses pemberian zat kimia dan penentuan handling kain	L	54	42	54	49	52	57
8	Reproses pemanggangan kain	K					52	
9	Reproses pemanggangan kain	L					52	

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

Pada tabel 4.2 terdapat reproses di mesin K dan mesin L, dimana pada reproses tersebut hanya lot 5 yang mengalami reproses. Sehingga waktu proses yang ditampilkan hanya untuk lot 5 saja.

#### 4.1.6.2 Jenis Kain M4401 Order MEX9913

Jenis kain M4401 merupakan jenis kain warna putih yang terdiri dari 4 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.3. Pada jenis kain M4401 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 40 m/menit, mesin C 40 m/menit, mesin K 40 menit, dan mesin L 40 m/menit.

Tabel 4.3 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M4401

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)			
			1	2	3	4
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	72	116	44	33
2	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	36	58	22	17
3	Proses penyesuaian lebar kain dan pemerataan panas	C	36	58	22	17
4	Reproses pencucian kain dengan chemical di mesin pad steamer	J	36			
5	Reproses pengaturan ulang tambah lebar kain.	C	36			
6	Proses pewarnaan kain di mesin pad dying	G	36	58	22	17
7	Proses penancapan warna pada kain setelah pencelupan	H	36	58	22	17
8	Proses penguatan warna kain dengan penambahan chemical	J	36	58	22	17
9	Reproses pencelupan cotton kain	G		58	22	17
10	Reproses penancapan warn kain untuk cotton	H		58	22	17
11	Reproses penguatan warna kain untuk cotton	J		58	22	17
12	Proses pemberian zat kimia dan penentuan lebar kain	K	36	58	22	17
13	Peroses pemanggangan kain dengan penambahan zat kimia agar tidak mudah kusut.	L	36			

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.1.6.3 Jenis Kain M4920 Order MSF6425

Jenis kain M4920 merupakan jenis kain putih yang terdiri dari 4 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.4. Pada jenis kain M4920 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 50 m/menit, mesin C 40 m/menit, mesin K 50 menit, dan mesin L 50 m/menit.

Tabel 4.4 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M4920

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)			
			1	2	3	4
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	99	116	105	116
2	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	40	49	42	47
3	Proses penyesuaian lebar kain dan pemerataan panas	C	50	61	53	58
4	Proses pemberian zat kimia dan penentuan lebar kain	K	40	49	42	47
5	Peroses pemanggangan kain dengan penambahan zat kimia agar tidak mudah kusut.	L	40	49	42	47
6	Reproses untuk penyesuaian lebar kain	K	40	49	42	47
7	Reproses pemberian zat kimia dan penentuan handling kain	L	40	49	42	47
8	Reproses untuk penyesuaian lebar kain	K		49		
9	Reproses pemberian zat kimia dan penentuan handling kain	L		49		

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.1.6.4 Jenis Kain M4870 Samatex Order MSF6426

Jenis kain M4870 merupakan jenis kain berwarna grey yang terdiri dari 5 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.5. Pada jenis kain M4870 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 40 m/menit, mesin C 40 m/menit, mesin G 30 m/menit, mesin H 35 m/menit, mesin J 35 m/menit, mesin K 40 menit, dan mesin L 40 m/menit.

Tabel 4.5 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M4870

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)				
			1	2	3	4	5
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	55	55	44	44	39
2	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	28	28	22	22	20
3	Proses penyesuaian lebar kain dan pemerataan panas	C	28	28	22	22	20
4	Proses pewarnaan kain di mesin pad dying	G	37	37	30	30	26
5	Proses penancapan warna pada kain setelah pencelupan	H	32	32	26	26	22
6	Proses penguatan warna kain dengan penambahan chemical	J	32	32	26	26	22
7	Reproses pewarnaan di pad dying	G	37	37	30	30	26
8	Reproses pemanasan kain di mesin pad baking	H	32	32	26	26	22
9	Reproses penguatan warna kain	J	32	32	26	26	22
10	Reproses pencelupan kain	G	37	37	30	30	26
11	Reproses pemanasan kain di mesin pad baking	H	32	32	26	26	22
12	Reproses penguatan warna kain	J				26	22
13	Reproses pencelupan kain	G				30	26
14	Reproses pemanasan kain di mesin pad baking	H				26	22
15	Reproses penguatan warna kain	J	32	32	26	26	22
16	Proses untuk penyesuaian lebar kain	K	28	28	22	22	20
17	Proses pemberian zat kimia dan penentuan handling kain	L	28	28	22	22	20

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.1.6.5 Jenis Kain M41862 Order MSF6409

Jenis kain M41862 merupakan jenis kain putih shitasarashi yang terdiri dari 9 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.6. Pada jenis kain M41862 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin C 40 m/menit, mesin H 40 menit, dan mesin J 40 m/menit.

Tabel 4.6 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M41862

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	61	61	55	66	66	72	44	55	50
2	Proses penyesuaian lebar kain dan pemerataan panas	C	31	31	28	33	33	36	22	28	25
3	Proses penancapan warna pada kain setelah pencelupan	H	31	31	28	33	33	36	22	28	25
4	Proses penguatan warna kain dengan penambahan chemical	J	31	31	28	33	33	36	22	28	25
5	Reproses tambah lebar kain	C	31	31	28	33	33	36	22	28	25

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.1.6.6 Jenis Kain M214962 Order MSF6434

Jenis kain M214962 merupakan jenis kain putih shitasarashi yang terdiri dari 14 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.7. Pada jenis kain M214962 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 45 m/menit, mesin C 45 m/menit, mesin K 45 menit, dan mesin L 45 m/menit.

Tabel 4.7 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain 214962

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	116	105	105	110	105	110	110	110	105	110	110	110	99	121
2	Reproses bleaching	A		105												
3	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	52	47	47	49	47	49	49	49	47	49	53	49	44	54
4	Proses penyesuaian lebar kain dan pemerataan panas	C	52	47	47	49	47	49	49	49	47	49	53	49	44	54
5	Proses pemberian zat kimia dan penentuan lebar kain	K	52	47	47	49	47	49	49	49	47	49	53	49	44	54
6	Peroses pemanggangan kain dengan penambahan zat kimia agar tidak mudah kusut.	L	52	47	47	49	47	49	49	49	47	49	53	49	44	54
7	Reproses penambahan lebar kain	K	52	47	47	49	47	49	49	49	47	49	53	49	44	54
8	Reproses pemanggangan kain	L	52	47	47	49	47	49	49	49	47	49	53	49	44	54

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.1.6.7 Jenis Kain M215362 Order MSF6433

Jenis kain M215362 merupakan jenis kain putih yang terdiri dari 11 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.8. Pada jenis kain M215362 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 45 m/menit, mesin C 45 m/menit, mesin K 45 m/menit, dan mesin L 45 m/menit.

Tabel 4.8 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M215362

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	121	116	94	99	121	110	110	116	116	118	110
2	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	54	52	42	44	54	49	49	52	52	53	49
3	Proses penyesuaian lebar kain dan pemerataan panas	C	54	52	42	44	54	49	49	52	52	53	49
4	Proses pemberian zat kimia dan penentuan lebar kain	K	54	52	42	44	54	49	49	52	52		49
5	Reproses soaping	L										53	
6	Reproses penambahan lebar kain	K		52	42	44	54	49	49	52	52	53	49
7	Proses pemanggangan kain dengan penambahan zat kimia agar tidak mudah kusut.	L	54	52	42	44	54	49	49	52	52	53	49
8	Reproses pemanggangan kain	L					54	49	49			53	
9	Reproses pemberian zat pemutih kain	K										53	
10	Reproses pemanggangan kain	L										53	

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.1.6.8 Jenis Kain M2086 Order MSF6416

Jenis kain M2086 merupakan jenis kain CO3 S Grey yang terdiri dari 9 lot. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.9. Pada jenis kain M2086 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 20 m/menit, mesin C 45 m/menit, mesin G 35 m/menit, mesin H 45 m/menit, mesin J 30 m/menit, mesin K 35 m/menit, dan mesin L 30 m/menit.

Tabel 4.9 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M2086

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	50	55	61	55	61	66	39	39	55
2	Reproses soaping	H					35	38	22	22	32
4	Reproses bleaching	A					61	66	39	39	55
5	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	22	25	27	25	27	30	18	18	25
6	Proses penyuteraan dan penyesuaian lebar kain	C	22	25	27	25	27	30	18	18	25
7	Proses pewarnaan kain di mesin pad dying	G	33	37	41	37	41	44	26	26	37
8	Proses penancapan warna pada kain setelah pencelupan	H	29	32	34	32	35	38	22	22	32
9	Proses penguatan warna kain dengan penambahan chemical	J	29	32	35	32	35	38	22	22	32
10	Reproses spray	G	33	37	41	37	41	44	26	26	37
11	Proses pemberian zat kimia dan penentuan handling kain	K	25	28	31	28	31	33	20	20	28
12	Proses pemanggangan kain dengan penambahan zat kimia agar tidak mudah kusut	L	25	28	31	28	31	33	20	20	28

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.1.6.9 Jenis Kain M3430 Order MGX4085

Jenis kain M3430 merupakan jenis kain berwarna Beige untuk lot 1 dan lot 2 berwarna Grey, dan lot 4 berwarna Navy. Urutan operasi, alokasi waktu dan alokasi mesin yang digunakan untuk masing-masing operasi ditampilkan pada Tabel 4.10. Pada jenis kain M3430 kecepatan mesin A yaitu sebesar 20 m/menit, mesin B 50 m/menit, mesin C 40 m/menit, mesin G 30 m/menit, mesin H 35 m/menit, mesin H 35 m/menit, mesin K 40 menit, dan mesin L 40 m/menit.

Tabel 4.10 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M3430

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)			
			1	2	3	4
1	Proses pembakaran bulu-bulu kain, pencucian kanji, penetralan zat kimia pada kain, dan proses pemutihan kain	A	91	77	110	110
2	Proses penyuteraan dan pengaturan lebar kain.	B	37	31	44	44

Tabel 4.10 Data Alur Produksi, Alokasi Waktu dan Alokasi Mesin Produk Kain M3430 (Lanjutan)

No	Deskripsi Proses	Mesin	Waktu Proses per Lot (menit)			
			1	2	3	4
3	Proses penyuteraan dan penyesuaian lebar kain	C	37	31	44	44
4	Proses pewarnaan kain di mesin pad dying	G	61	52	74	74
5	Proses penancapan warna pada kain setelah pencelupan	H	52	44	63	63
6	Proses penguatan warna kain dengan penambahan chemical	J	52	44	63	63
7	Reproses pencelupan tetoron	G				74
8	Reproses baking	H				63
9	Reproses penambahan zat kimia agar kain tidak mudah pudar	J				63
10	Reproses pencelupan cotton	G				74
11	Reproses baking	H				63
12	Reproses penambahan zat kimia agar kain tidak mudah pudar	J				63
13	Proses pemberian zat kimia dan penentuan lebar kain	K	46	39	55	55
14	Peroses pemanggangan kain dengan penambahan zat kimia agar tidak mudah kusut.	L	46	39	55	55

Sumber: Data Produksi PT. Mertex (2014)

#### 4.2 JADWAL PRODUKSI *EXISTING* PT. MERTEX

Berdasarkan informasi yang diberikan oleh bagian PPC di PT. Mertex, jadwal produksi dibuat berdasarkan FCFS. Menurut aturan FCFS *job* yang diprioritaskan untuk dikerjakan terlebih dahulu yakni *job* yang terlebih dahulu di pesan dan memiliki kedatangan terlebih dahulu di lantai produksi. Namun pada pelaksanaannya *job* yang dikerjakan tidak sesuai dengan yang telah dijadwalkan sebelumnya. Penjadwalan dapat berubah sewaktu-waktu ketika terjadi reproses untuk beberapa produk kain yang cacat. Penentuan *due date* dilakukan berdasarkan perkiraan jumlah pesanan yang telah diterima oleh pihak pemasaran.

Adanya kejadian reproses yang dikarenakan produk cacat dan adanya aliran berulang, pihak produksi belum mengetahui prioritas pengerjaan *job* mana yang dapat menghasilkan urutan terbaik untuk meminimasi keterlambatan. Ketika terdapat kejadian reproses, *job* yang diprioritaskan yakni yang memiliki jumlah kain terbesar

untuk di reproses. Namun prioritas seperti ini masih menimbulkan keterlambatan dalam proses penyelesaian *job*. *Due date* yang telah disepakati sebelumnya belum mempertimbangkan adanya reproses kualitas, sehingga terkadang waktu penyelesaian dari *job* akan melebihi waktu yang telah disepakati sebelumnya.

Kejadian reproses kualitas pada salah satu *job* dapat mempengaruhi pengerjaan *job* lainnya. Ketika *job* yang sudah dijadwalkan di awal, dikarenakan adanya reproses pada beberapa mesin tertentu sehingga untuk *job* yang lain akan menunggu giliran agar dapat diproses dimesin yang sama. Dari sini dapat dilihat waktu yang telah direncanakan akan mundur menyesuaikan dengan adanya reproses.

Pada kejadian reproses dikarenakan aliran ulang, sudah diperhitungkan adanya aliran ulang namun dalam pelaksanaannya terkadang pemilihan prioritas *job* yang mengalami reproses kualitas, reproses aliran ulang dan *job* baru masih menjadi kendala. Sehingga belum diketahui jadwal seperti apa dan *job* mana yang diprioritaskan agar dapat menyelesaikan *job* sesuai dengan waktu yang telah disepakati.

Keterlambatan penyelesaian *job* yang melebihi waktu kontrak akan memberikan kerugian bagi perusahaan. Dari segi pendistribusian produk, pihak perusahaan akan membayar biaya lebih agar waktu pengiriman tidak terlalu lama, selain itu pihak perusahaan juga akan dikenakan sanksi penalti dari pihak induk perusahaan dan customer.

Pelaksanaan produksi di Departemen *Finishing* selama 8 jam sehari dan dalam satu minggu terdapat 6 hari kerja, sehingga total waktu produksi tiap hari yaitu sebesar 480 menit. Pelaksanaan produksi *existing* akan dijelaskan pada Tabel 4.11 dan *gant chart* dari penjadwalan *existing* ditampilkan di Lampiran 1.

Tabel 4.11 Pelaksanaan Produksi *Existing*

JOB	Waktu (Menit)			Tanggal		
	<i>Due date</i>	Awal	Keterlambatan (menit)	<i>Due date</i>	Awal	Selesai
1	12000	960	9816	30 Desember	3 Desember	24 Desember
2	12000	1680	15570	30 Desember	4 Desember	9 Januari*
3	12000	1920	7778	30 Desember	5 Desember	19 Desember
4	12000	2370	1576	30 Desember	5 Desember	5 Februari*
5	5280	2880	14682	12 Desember	8 Desember	7 Januari*
6	24960	4320	10658	31 Januari	11 Desember	27 Desember
7	24960	6240	12106	31 Januari	16 Desember	31 Desember
8	24480	8670	20964	30 Januari	22 Desember	16 Februari*
9	38400	10080	26447	5 Maret	26 Desember	10 Februari

Sumber : Data Produksi PT. Mertex

Berdasarkan Tabel 4.11 terdapat 4 job yang selesai melebihi *due date* yang telah ditetapkan. *Job* yang terlambat yaitu yang diberi tanda bintang (\*). *Job* yang terlambat tersebut yaitu *Job* 2 yang seharusnya selesai pada tanggal 30 Desember tetapi selesai pada tanggal 9 Januari, *job* 4 yang seharusnya selesai pada tanggal 30 Desember tetapi selesai pada tanggal 5 Februari, *job* 5 yang seharusnya selesai tanggal 12 Desember tetapi selesai pada tanggal 7 Januari dan *job* 8 yang seharusnya selesai pada tanggal 30 Januari tetapi selesai pada tanggal 16 Februari.

### 4.3 METODE PENJADWALAN USULAN

#### 4.3.1 Pendefinisian Indeks, Variabel dan Parameter

##### Indeks

- i* : Menyatakan item job yang akan dijadwalkan. Mulai dari  $i=1,2,3,\dots,u$ . dimana  $u$  menyatakan banyaknya job yang akan dijadwalkan
- j* : Menyatakan lot dari tiap item job. Mulai dari  $j=1,2,3,\dots,v$ . dimana  $v$  menyatakan banyaknya lot dari tiap job yang dijadwalkan.
- k* : Menyatakan mesin yang digunakan tiap-tiap job saat proses produksi. Dengan keterangan mesin yang digunakan sebagai berikut:
- Untuk jenis kain berwarna : A,B,C,D,G,H,J,K,L
  - Untuk jenis kain putih : A,B,C,K,L
- l* : Menyatakan urutan proses dari tiap-tiap job. Sehingga  $l=1,2,3,\dots,w$ . dimana  $w$  menyatakan banyaknya urutan dari tiap job.

##### Variabel

$O_{ijkl}$  : Operasi job *i* lot *j* di mesin *k* pada urutan *l*.

##### Parameter

$d_i$  : due date job *i*

$t_{ijkl}$  : waktu proses  $O_{ijkl}$

$t_{r_{ijkl}}$  : Waktu dimana job mulai untuk diproses di mesin *k* urutan *l*.

$tf_{ijkl}$  : Waktu selesainya job *i* lot *j* di mesin *k* pada urutan *l*.

Dimana,  $tf_{ijkl} = t_{r_{ijkl}} + t_{ijkl}$

$r_{ijkl}$  : Waktu dimana job *i* lot *j* diproses di mesin *k* urutan *l*

##### Batasan

*A* : Banyak jam kerja perhari (8 jam = 480 menit).

### 4.3.2 Fungsi Tujuan dan Keputusan

Dalam penjadwalan terdapat fungsi tujuan dan keputusan yang harus dilakukan agar dalam menjadwalkan *job* sesuai dengan yang diharapkan. Fungsi tujuan ditentukan untuk mengetahui tujuan dari penjadwalan.

Tujuan dari penjadwalan ini yaitu untuk meminimasi *total tardiness* dengan menggunakan rumus (2-7) maka diperoleh fungsi tujuan :

$$\text{total tardiness} = \min \sum_{i=1}^n T_i \quad (4-2)$$

Sumber : Conway, 1967

Persamaan (4-2) menjelaskan bahwa fungsi tujuan yaitu meminimasi *total tardiness* dari seluruh *job*. Fungsi  $T_i$  adalah keterlambatan dari masing-masing *job*, dimana  $T_i = C_i - d_i$ .

Keputusan dalam penjadwalan diperlukan agar dalam menjadwalkan *job* dapat memenuhi tujuan. Keputusan yang terjadi dalam penjadwalan ini menggunakan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Pemenuhan *due date*

*Due date* dalam penjadwalan merupakan keputusan yang dibuat dalam menentukan apakah *job* boleh selesai melebihi *due date* atau tidak boleh selesai melebihi *due date*. Pada penjadwalan ini, keputusan yang dibuat yaitu *job* tidak diperbolehkan selesai melebihi *due date* dikarenakan adanya penalti yang harus diterima ketika *job* selesai melebihi *due date*.

2. Adanya kejadian reproses

Masing-masing *job* pernah mengalami reproses (proses berulang) di *resource* yang sama sehingga terdapat beberapa *resource* yang melakukan reproses untuk *job* tertentu.

Kejadian reproses dapat dikarenakan oleh 2 sebab,

- a. Kejadian reproses aliran yaitu *job* diproses ulang di *resource* yang sama karena memiliki aliran proses yang berulang.
- b. Kejadian reproses kualitas yaitu *job* di proses ulang di *resource* yang sama untuk perbaikan.

Pada penjadwalan ini, kejadian reproses mengakibatkan dilakukannya pengambilan keputusan untuk menentukan *job* mana yang terlebih dahulu diproses.

3. Adanya pengurutan *job*

Terdapat lebih dari 1 *job* yang siap untuk diproses *resource* saat awal maupun setelah selesai mengerjakan *job* sebelumnya mengakibatkan adanya pengurutan dalam proses penjadwalannya. Selain itu, kejadian reproses juga mengakibatkan

adanya penyisipan *job*, sehingga perlu pengurutan ulang. Pengurutan *job* mana yang terlebih dahulu diproses, apakah *job* reproses aliran, *job* reproses kualitas atau *job* baru untuk dapat memenuhi tujuan dari penjadwalan.

#### 4.3.3 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penjadwalan sebagai berikut:

1. Keseluruhan *job* siap pada waktu ke nol.
2. Keseluruhan mesin siap memproses pada waktu ke nol.
3. *Set up time* termasuk dalam waktu proses *job*.
4. *Job* yang sedang diproses di suatu mesin tidak boleh di hentikan untuk disisipkan *job* lain.
5. Reproses aliran *job* sudah diketahui di awal penjadwalan, sedangkan reproses kualitas belum diketahui.
6. *Ready time* masing-masing operasi disesuaikan dengan operasi sebelumnya.

#### 4.3.4 Algoritma EDD

Langkah-langkah dalam menjadwalkan *job* dengan menggunakan algoritma EDD akan diuraikan sebagai berikut dan dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 4.10.

Input : Jumlah pesanan yang diterima, *duedate* pekerjaan, waktu proses di tiap mesin.

Langkah 0 : Tentukan item yang akan dijadwalkan, dan nyatakan item sebagai *job* dengan indeks  $i=1,2,3,\dots,u$ . dimana tiap *job* terdapat lot dengan indeks  $j=1,2,3,\dots,v$ . Nyatakan mesin yang digunakan dalam proses dengan indeks  $k$ , dimulai dari  $k=A,B,C,\dots,L$ . Serta nyatakan urutan proses produksi dengan indeks  $l$ , dimulai dengan  $l=1$ .

Langkah 1 : Tentukan aliran proses produksi dari tiap-tiap *job* pada masing-masing mesin. Untuk masing-masing *job* tentukan nilai  $d_i$  dan  $t_i$ . dimana  $d_i < d_{i+1}$  maka *job*  $i + 1$  mengikuti *job*  $i$ . Jika  $d_i = d_{i+1}$  maka alokasikan dengan sembarang urutan.

Langkah 2 : Mulai dari urutan proses  $l= 1,2,\dots,w$ .

Langkah 3 : Tentukan waktu proses untuk tiap-tiap *job* yang akan dijadwalkan.

Langkah 4 : Apakah mesin  $k$  tersedia saat operasi akan dijadwalkan?

- Jika iya, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 6. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 6.

- Jika tidak, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 5. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Jadwalkan operasi  $O_{ij}$  mengikuti operasi yang telah terjadwal pada mesin  $m$  dan hitung waktu proses di mesin  $m$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 6 : Jadwalkan operasi  $O_{ij}$  ke mesin  $m$ , dan hitung waktu proses di mesin  $m$ .

Langkah 7 : Set  $j = j + 1$

- Jika  $j \leq v$ , maka kembali ke langkah 4.

- Jika  $j > v$ , maka lanjut ke langkah 8.

Langkah 8 : Apakah terjadi reproses?

- Jika iya, tentukan waktu reproses untuk tiap-tiap operasi dan lanjut ke langkah 9.

- Jika tidak, maka lanjut ke langkah 16.

Langkah 9 : Apakah pada waktu ke  $t$  reproses mesin  $k$  tersedia?

- Jika iya, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 10. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 10.

- Jika tidak, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 13. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 13.

Langkah 10 : Apakah ada antrian operasi baru  $O_{ij+1}$  pada mesin  $k$ ?

- Jika iya, lanjut ke langkah 11.

- Jika tidak, lanjut ke langkah 12

Langkah 11 : Apakah  $d_{ijkl} \leq d_{ijkl+1}$  ?

- Jika iya, lanjut ke langkah 12.

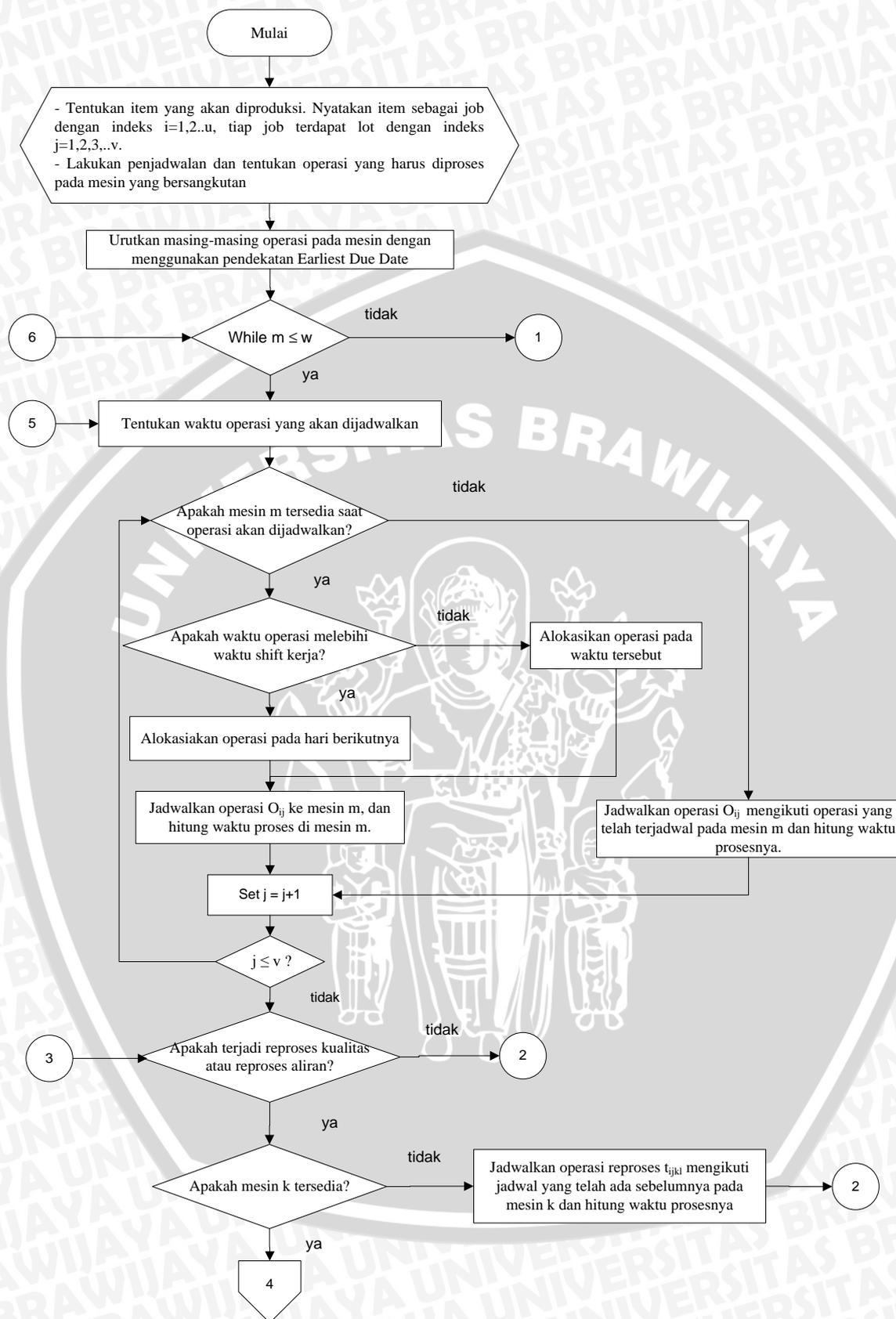
- Jika tidak, lanjut ke langkah 14.

Langkah 12: Jadwalkan operasi reproses  $t_{ijkl}$  pada mesin  $k$  dan hitung waktu prosesnya.

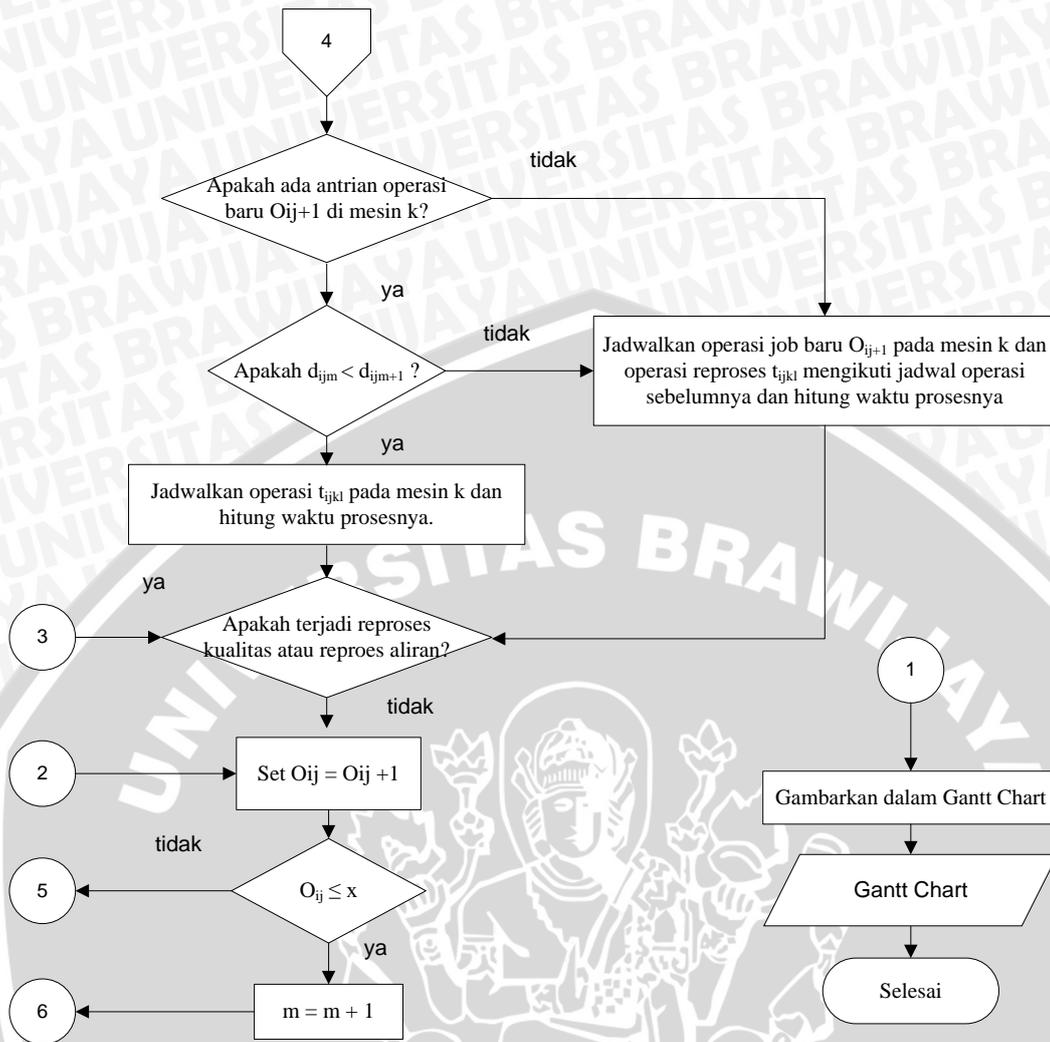
Lanjut ke langkah 16.

Langkah 13: Jadwalkan operasi reproses  $t_{ijkl}$  mengikuti jadwal yang telah ada sebelumnya pada mesin  $k$  dan hitung waktu prosesnya. Lanjut ke langkah 16.

Langkah 14 : Jadwalkan operasi job baru  $O_{ij+1}$  pada mesin  $m$  dan operasi reproses  $t_{ijkl}$  mengikuti jadwal operasi sebelumnya dan hitung waktu penyelesaian job.



Gambar 4.10 Flowchart algoritma EDD



**Gambar 4.10** Flowchart algoritma EDD (Lanjutan)

Langkah 15 : Apakah ada reproses?

- Jika iya, kembali ke langkah 8
- Jika tidak, lanjut ke langkah 17.

Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$

- Jika  $O_i \leq u$ , maka kembali ke langkah 4.
- Jika  $O_i > u$ , maka lanjut ke langkah 18

Langkah 17 : Set  $m = l + 1$

- Jika  $l \leq w$ , maka kembali ke langkah 2.
- Jika  $l > w$ , maka lanjut ke langkah 18.

Langkah 18 : Selesai.

### 4.3.5 Algoritma MST

Langkah-langkah dalam menjadwalkan *job* dengan menggunakan algoritma MST akan diuraikan sebagai berikut dan dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 4.11.

Input : Jumlah pesanan yang diterima, *duedate* pekerjaan, waktu proses di tiap mesin.

Langkah 0 : Tentukan item yang akan dijadwalkan, dan nyatakan item sebagai *job* dengan indeks  $i=1,2,3,\dots,u$ . dimana tiap *job* terdapat lot dengan indeks  $j=1,2,3,\dots,v$ . Nyatakan mesin yang digunakan dalam proses dengan indeks  $k$ , dimulai dari  $k=A,B,C,\dots,L$ . Serta nyatakan urutan proses produksi dengan indeks  $l$ , dimulai dengan  $l=1$ .

Langkah 1 : Tentukan aliran proses produksi dari tiap-tiap *job* pada masing-masing mesin. Untuk masing-masing *job* tentukan nilai  $ST_i = d_i - t_i - R$ . dimana  $ST_i < ST_{i+1}$  maka *job*  $i+1$  mengikuti *job*  $i$ .

Langkah 2 : Mulai dari urutan proses  $l=1,2,\dots,w$ .

Langkah 3 : Tentukan waktu proses untuk tiap-tiap *job* yang akan dijadwalkan.

Langkah 4 : Apakah mesin  $k$  tersedia saat operasi akan dijadwalkan?

- Jika iya, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 6. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 6.
- Jika tidak, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 5. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Jadwalkan operasi  $O_{ij}$  mengikuti operasi yang telah terjadwal pada mesin  $m$  dan hitung waktu proses di mesin  $m$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 6 : Jadwalkan operasi  $O_{ij}$  ke mesin  $m$ , dan hitung waktu proses di mesin  $m$ .

Langkah 7 : Set  $j = j + 1$

- Jika  $j \leq v$ , maka kembali ke langkah 4.
- Jika  $j > v$ , maka lanjut ke langkah 8.

Langkah 8 : Apakah terjadi reproses?

- Jika iya, tentukan waktu reproses untuk tiap-tiap operasi dan lanjut ke langkah 9.
- Jika tidak, maka lanjut ke langkah 16.

Langkah 9 : Apakah pada waktu ke  $t$  reproses mesin  $k$  tersedia?

- Jika iya, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 10. Jika

tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 10.

- Jika tidak, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 13. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 13.

Langkah 10 : Apakah ada antrian operasi baru  $O_{ij+1}$  pada mesin k?

- Jika iya, lanjut ke langkah 11.
- Jika tidak, lanjut ke langkah 12

Langkah 11 : Cek nilai *slack time*. Apakah Apakah  $ST_{ijm} \leq ST_{ijm+1}$ ? Dengan nilai  $ST_{ijm} = d_{ijm} - t_{ijm} - R$

- Jika iya, lanjut ke langkah 13.
- Jika tidak, lanjut ke langkah 14.

Langkah 12: Jadwalkan operasi reproses  $t_{ijkl}$  pada mesin k dan hitung waktu prosesnya. Lanjut ke langkah 16.

Langkah 13: Jadwalkan operasi reproses  $t_{ijkl}$  mengikuti jadwal yang telah ada sebelumnya pada mesin k dan hitung waktu prosesnya. Lanjut ke langkah 15.

Langkah 14 : Jadwalkan operasi job baru  $O_{ij+1}$  pada mesin m dan operasi reproses  $t_{ijkl}$  mengikuti jadwal operasi sebelumnya dan hitung waktu penyelesaian job.

Langkah 15 : Apakah ada reproses?

- Jika iya, kembali ke langkah 8
- Jika tidak, lanjut ke langkah 16.

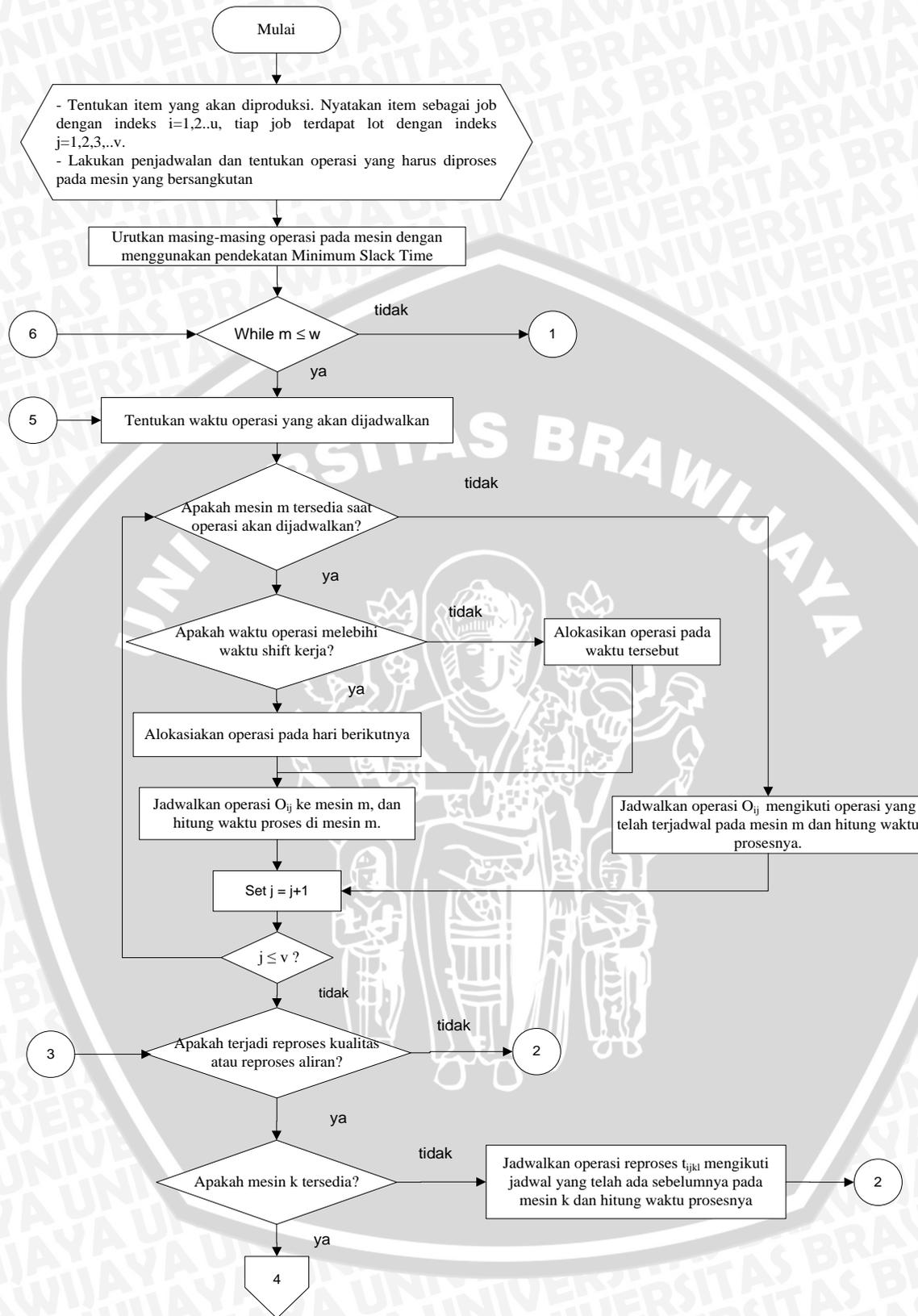
Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$

- Jika  $O_i \leq u$ , maka kembali ke langkah 3.
- Jika  $O_i > u$ , maka lanjut ke langkah 18

Langkah 17 : Set  $m = l + 1$

- Jika  $l \leq w$ , maka kembali ke langkah 2.
- Jika  $l > w$ , maka lanjut ke langkah 18.

Langkah 18: Selesai

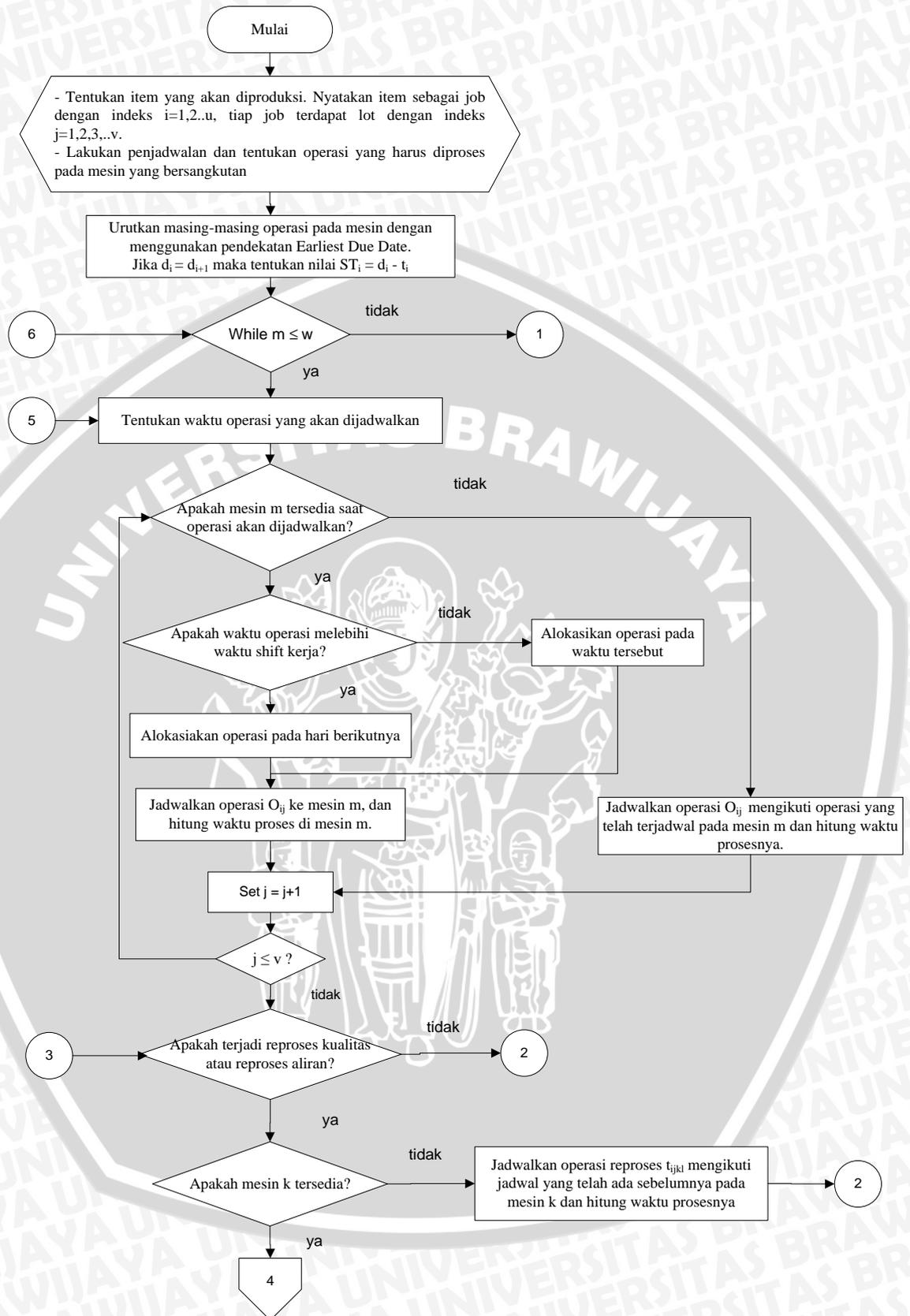


Gambar 4.11 Flowchart algoritma MST





- Langkah 3 : Tentukan waktu proses untuk tiap-tiap job yang akan dijadwalkan.
- Langkah 4 : Apakah mesin k tersedia saat operasi akan dijadwalkan?
- Jika iya, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 6. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 6.
  - Jika tidak, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 5. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Jadwalkan operasi  $O_{ij}$  mengikuti operasi yang telah terjadwal pada mesin m dan hitung waktu proses di mesin m. Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 6 : Jadwalkan operasi  $O_{ij}$  ke mesin m, dan hitung waktu proses di mesin m.
- Langkah 7 : Set  $j = j + 1$
- Jika  $j \leq v$ , maka kembali ke langkah 4.
  - Jika  $j > v$ , maka lanjut ke langkah 8.
- Langkah 8 : Apakah terjadi reproses?
- Jika iya, tentukan waktu reproses untuk tiap-tiap operasi dan lanjut ke langkah 9.
  - Jika tidak, maka lanjut ke langkah 16.
- Langkah 9 : Apakah pada waktu ke t reproses mesin k tersedia?
- Jika iya, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 10. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 10.
  - Jika tidak, Apakah waktu operasi melebihi waktu shift kerja? Jika iya, maka alokasikan operasi pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 13. Jika tidak, maka alokasikan operasi pada waktu tersebut. Lanjut ke langkah 13.
- Langkah 10 : Apakah ada antrian operasi baru  $O_{ij+1}$  pada mesin k?
- Jika iya, lanjut ke langkah 11.
  - Jika tidak, lanjut ke langkah 12
- Langkah 11 : Cek nilai *slack time*. Apakah  $ST_{ijm} < ST_{ijm+1}$ ? Dengan nilai  $ST_{ijm} = d_{ijm} - t_{ijm} - R$
- Jika iya, lanjut ke langkah 13.
  - Jika tidak, lanjut ke langkah 14.



Gambar 4.12 Flowchart algoritma EDD-MST

Langkah 12 : Jadwalkan operasi reproses  $t_{ijkl}$  pada mesin k dan hitung waktu prosesnya. Lanjut ke langkah 15.

Langkah 13 : Jadwalkan operasi reproses  $t_{ijkl}$  mengikuti jadwal yang telah ada sebelumnya pada mesin k dan hitung waktu prosesnya. Lanjut ke langkah 15.

Langkah 14 : Jadwalkan operasi job baru  $O_{ij+1}$  pada mesin m dan operasi reproses  $t_{ijkl}$  mengikuti jadwal operasi sebelumnya dan hitung waktu penyelesaian job.

Langkah 15 : Apakah ada reproses?

- Jika iya, kembali ke langkah 8
- Jika tidak, lanjut ke langkah 16.

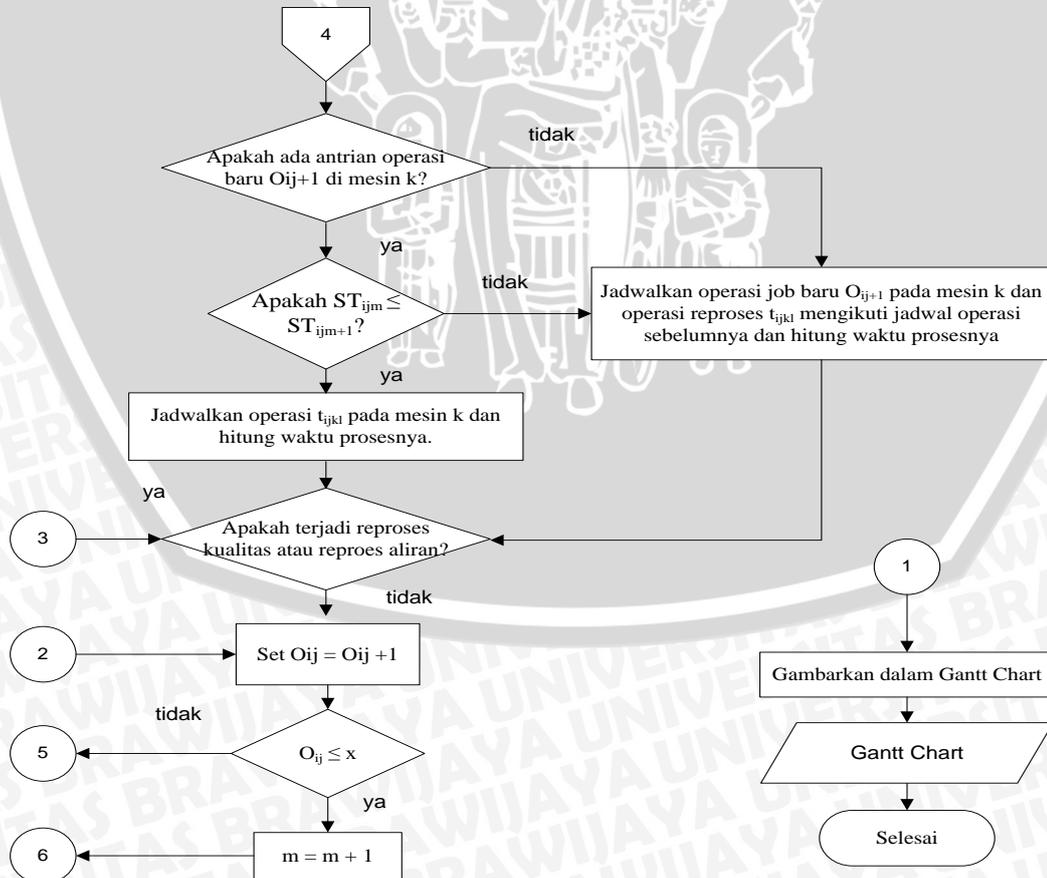
Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$

- Jika  $O_i \leq u$ , maka kembali ke langkah 3.
- Jika  $O_i > u$ , maka lanjut ke langkah 18

Langkah 17 : Set  $m = l + 1$

- Jika  $l \leq w$ , maka kembali ke langkah 2.
- Jika  $l > w$ , maka lanjut ke langkah 18.

Langkah 18: Selesai.



Gambar 4.12 Flowchart algoritma EDD-MST (Lanjutan)

#### 4.4 VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL

Proses verifikasi dan validasi digunakan untuk memastikan apakah algoritma yang diusulkan sudah sesuai dengan permasalahan di PT. Mertex. Dalam proses verifikasi ini adanya batasan dalam penggunaan data. Dimana data yang digunakan yaitu data rencana dan realisasi order pada bulan desember 2014, yang terdiri atas 9 *job*. Proses verifikasi ini dilakukan dengan perhitungan secara manual agar dapat menunjukkan langkah-langkah dari algoritma yang diusulkan dengan lebih detail, sehingga dengan adanya proses verifikasi ini dapat mengetahui bagaimana algoritma bekerja dan apakah algoritma yang dibuat telah sesuai dengan logika pemodel. Validasi model dilakukan dengan menguji algoritma yang diusulkan apakah dapat memenuhi fungsi tujuan, asumsi, dan keputusan yang telah ditentukan sebelumnya.

##### 4.4.1 Hasil Uji Verifikasi Algoritma EDD

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan algoritma EDD yang telah dilakukan, maka diketahui waktu penyelesaian dari masing-masing *job* dan semua *job* selesai sebelum *due date*. Sehingga adanya perbedaan dari realisasi *job* yang telah dilakukan di PT. Mertex dengan perhitungan menggunakan algoritma EDD. Hasil penjadwalan dengan algoritma EDD digambarkan dalam *gantt chart* pada Lampiran 3. Urutan *job* awal ketika menggunakan algoritma EDD yaitu job 5-1-2-3-4-8-9-7-9. Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan algoritma EDD sebagai berikut:

Langkah 0 : Tentukan item yang akan dijadwalkan, dan nyatakan item sebagai *job* dengan indeks *i*, lot dengan indeks *j*, dan mesin yang digunakan dengan indeks *k*.

Tabel 4.12 Item *Job* yang Dijadwalkan dengan Algoritma EDD

Item	i	J	k
MSF6423	1	1,2,3,4,5,6	A,B,C,K,L
MEX9913	2	1,2,3,4	A,B,C,G,H,J,G,H,J,K,L
MSF6425	3	1,2,3,4,	A,B,C,K,L
MSF6426	4	1,2,3,4,5,	A,B,C,G,H,J,K,L
MSF6409	5	1,2,3,4,5,6,7,8,9	A,C,H,J
MSF6434	6	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	A,B,C,K,L
MSF6433	7	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	A,B,C,K,L
MSF6416	8	1,2,3,4,5,6,7,8,9	A,B,C,G,H,J,K,L
MGX4085	9	1,2,3,4,	A,B,C,G,H,J,K,L

Langkah 1: Tentukan aliran produksi, waktu tiap operasi dan *due date* tiap *job*.

$O_1$  : A-B-C-K-L

$t_{o_1}$  : 1623 menit

$d_1$  : 11040 menit

$O_2$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$t_{02}$ : 1517 menit	$d_2$ : 11040 menit
$O_3$ : A-B-C-K-L	$t_{03}$ : 1197 menit	$d_3$ : 11040 menit
$O_4$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$t_{04}$ : 1173 menit	$d_4$ : 11040 menit
$O_5$ : A-C-H-J	$t_{05}$ : 1331 menit	$d_5$ : 4800 menit
$O_6$ : A-B-C-K-L	$t_{06}$ : 4274 menit	$d_6$ : 24000 menit
$O_7$ : A-B-C-K-L	$t_{07}$ : 3378 menit	$d_7$ : 24000 menit
$O_8$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$t_{08}$ : 2298 menit	$d_8$ : 23520 menit
$O_9$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$t_{09}$ : 2255 menit	$d_9$ : 36960 menit

Urutan job sesuai EDD yaitu  $O_5 - O_1 - O_2 - O_3 - O_4 - O_8 - O_6 - O_7 - O_9$

Langkah 2: set  $l=1$

									$O_{ijkl}$
$O_{11A1}$	$O_{21A1}$	$O_{31A1}$	$O_{41A1}$	$O_{51A1}$	$O_{61A1}$	$O_{71A1}$	$O_{81A1}$	$O_{91A1}$	
$O_{12A1}$	$O_{22A1}$	$O_{32A1}$	$O_{42A1}$	$O_{52A1}$	$O_{62A1}$	$O_{72A1}$	$O_{82A1}$	$O_{92A1}$	
$O_{13A1}$	$O_{23A1}$	$O_{33A1}$	$O_{43A1}$	$O_{53A1}$	$O_{63A1}$	$O_{73A1}$	$O_{83A1}$	$O_{93A1}$	
$O_{14A1}$	$O_{24A1}$	$O_{34A1}$	$O_{44A1}$	$O_{54A1}$	$O_{64A1}$	$O_{74A1}$	$O_{84A1}$	$O_{94A1}$	
$O_{15A1}$			$O_{45A1}$	$O_{55A1}$	$O_{65A1}$	$O_{75A1}$	$O_{85A1}$		
$O_{16A1}$				$O_{56A1}$	$O_{66A1}$	$O_{76A1}$	$O_{86A1}$		
				$O_{57A1}$	$O_{67A1}$	$O_{77A1}$	$O_{87A1}$		
				$O_{58A1}$	$O_{68A1}$	$O_{78A1}$	$O_{88A1}$		
				$O_{59A1}$	$O_{69A1}$	$O_{79A1}$	$O_{89A1}$		
					$O_{610A1}$	$O_{710A1}$			
					$O_{611A1}$	$O_{711A1}$			
					$O_{612A1}$				
					$O_{613A1}$				
					$O_{614A1}$				

Langkah 3 : Tentukan waktu proses di masing-masing lot pada tiap-tiap *job*.

	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$	$O_7$	$O_8$	$O_9$
$t_{11k1}$	121	72	99	55	61	116	121	50	91
$t_{12k1}$	94	116	116	55	61	105	116	55	77
$t_{13k1}$	121	44	105	44	55	105	94	60	110
$t_{14k1}$	110	33	116	44	66	110	99	55	110
$t_{15k1}$	116			39	66	105	121	61	
$t_{16k1}$	127				72	110	110	66	
$t_{17k1}$					44	110	110	39	
$t_{18k1}$					55	110	116	39	
$t_{19k1}$					50	115	116	55	
$t_{110k1}$						110	118		
$t_{111k1}$						118	110		
$t_{112k1}$						110			
$t_{113k1}$						99			
$t_{114k1}$						121			

Langkah 4 : Sesuai dengan urutan EDD, maka job 5 dikerjakan pertama. Mesin tersedia pada  $t_r=0$ .

Langkah 5 : Jadwalkan  $O_{51A1}$ , pada mesin A.  $tf_{51A} = 61$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : mesin tersedia untuk lot ke 2 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{52A1}$ .  $tf_{52A1} = 61 + 61 = 122$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 3 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{53A1}$ .  $tf_{53A1} = 122 + 55 = 177$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 4 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{54A1}$ .  $tf_{54A1} = 177 + 66 = 243$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 5 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{55A1}$ .  $tf_{55A1} = 243 + 66 = 309$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 6 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{56A1}$ .  $tf_{56A1} = 309 + 72 = 381$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 7 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{57A1}$ .  $tf_{57A1} = 381 + 44 = 425$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 8 dan waktu melebihi tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{58A1}$ .  $tf_{58A1} = 425 + 55 = 480$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 9 dan waktu melebihi shift kerja maka jadwalkan pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{59A1}$ .  $tf_{59A1} = 480 + 50 = 530$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j > 9$ , maka ke langkah 8.

Langkah 8 : Apakah terjadi reproses? Tidak terjadi reproses. Lanjut ke langkah 16.

Langkah-langkah perhitungan selengkapnya dapat dilihat di Lampiran 2.

Pada beberapa *job* terjadi reproses baik reproses aliran maupun reproses kualitas. Pada *job* 5, reproses yang terjadi yaitu reproses kualitas maka langkah-langkah dalam menjadwalkan dengan menggunakan algoritma EDD sebagai berikut:

Langkah 7 :  $j > 9$ , maka ke langkah 8.

Langkah 8 : Apakah terjadi reproses? Iya terjadi reproses kualitas di mesin C.  $t_{51C5} : 46 ; t_{52C5} : 31 ; t_{53C5} : 28 ; t_{54C5} : 33 ; t_{55C5} : 33 ; t_{56C5} : 36 ; t_{57C5} : 22 ; t_{58C5} : 28 ; t_{59C5} : 25$ . Lanjut ke langkah 9.

Langkah 9 : Apakah mesin C tersedia pada  $t_r = 1338$ ? Iya, mesin tersedia dan tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 10.

Langkah 10 : Apakah ada antrian? Tidak ada antrian job berikutnya ( $O_{2+1}$ ) di mesin C. Lanjut ke langkah 12.

Langkah 12 : Jadwalkan  $tf_{51C5} : 1338 + 46 = 1384 ; tf_{52C5} : 1384 + 31 = 1415 ; tf_{53C5} : 1440 + 28 = 1468 ; tf_{54C5} : 1468 + 33 = 1501 ; tf_{55C5} : 1501 + 33 = 1534 ; tf_{56C5} : 1534 + 36 = 1570 ; tf_{57C5} : 1570 + 22 = 1592 ; tf_{58C5} : 1592 + 28 = 1620 ; tf_{59C5} : 1620 + 25 = 1645$ . Lanjut ke langkah 16.

Langkah 15 : Apakah terjadi reproses? Tidak terjadi reproses. Lanjut ke langkah 16.

Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$  maka ke job selanjutnya yaitu job 1,  $O_1$ . Kembali ke langkah 4.

Langkah-langkah perhitungan lebih lanjut dapat dilihat di Lampiran 2.

Hasil dari langkah-langkah perhitungan kapan dimulainya dan kapan selesainya dari *job* 5 ditunjukkan pada Tabel 4.12, untuk yang bertanda bintang dan berwarna biru ( $O_{ijkl}^*$ ) merupakan hasil dari operasi reproses kualitas.

Tabel 4.12 Operasi *job* 5 Algoritma EDD

$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
$O_{51A1}$	0	61	$O_{52A1}$	61	122	$O_{53A1}$	122	177
$O_{51C1}$	530	561	$O_{52C1}$	561	592	$O_{53C1}$	592	620
$O_{51H1}$	797	828	$O_{52H1}$	828	859	$O_{53H1}$	859	887
$O_{51J1}$	1071	1102	$O_{52J1}$	1102	1133	$O_{53J1}$	1133	1161
$O_{51C1}^*$	1338	1384	$O_{52C1}^*$	1384	1415	$O_{53C1}^*$	1440	1468
$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
$O_{54A1}$	177	243	$O_{55A1}$	243	309	$O_{56A1}$	309	381
$O_{54C1}$	620	653	$O_{55C1}$	653	686	$O_{56C1}$	686	722
$O_{54H1}$	887	920	$O_{55H1}$	920	953	$O_{56H1}$	960	996
$O_{54J1}$	1161	1194	$O_{55J1}$	1194	1227	$O_{56J1}$	1227	1263
$O_{54C1}^*$	1468	1501	$O_{55C1}^*$	1501	1534	$O_{56C1}^*$	1534	1570

Tabel 4.12 Operasi *job 5* Algoritma EDD (Lanjutan)

O <sub>ijkl</sub>	tr <sub>ijkl</sub>	tf <sub>ijkl</sub>	O <sub>ijkl</sub>	tr <sub>ijkl</sub>	tf <sub>ijkl</sub>	O <sub>ijkl</sub>	tr <sub>ijkl</sub>	tf <sub>ijkl</sub>
O <sub>57A1</sub>	381	425	O <sub>58A1</sub>	425	480	O <sub>59A1</sub>	480	530
O <sub>57C1</sub>	722	744	O <sub>58C1</sub>	744	772	O <sub>59C1</sub>	772	797
O <sub>57H1</sub>	996	1018	O <sub>58H1</sub>	1018	1046	O <sub>59H1</sub>	1046	1071
O <sub>57J1</sub>	1263	1285	O <sub>58J1</sub>	1285	1313	O <sub>59J1</sub>	1313	1338
O <sub>57C1</sub> *	1570	1592	O <sub>58C1</sub> *	1592	1620	O <sub>59C1</sub> *	1620	1645

Perhitungan kapan dimulainya dan selesai *job 1* sampai *job 9* ditampilkan lebih lanjut di Lampiran 2.

Berdasarkan perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 4.12 dan pada Lampiran 2, algoritma yang diusulkan telah memenuhi kondisi sesuai dengan sitem dan logika model, sehingga algoritma EDD dapat dikatakan telah terverifikasi.

Proses validasi yang dilakukan yaitu untuk menguji apakah algoritma EDD telah dapat memenuhi fungsi tujuan, asumsi, dan fungsi kendala yang ditentukan. Berikut merupakan analisis yang menunjukkan bahwa fungsi tujuan, asumsi, dan fungsi kendala telah terpenuhi:

#### 1. Pemenuhan fungsi tujuan

Tujuan dari algoritma ini yaitu untuk meminimasi *total tardiness*. Pada analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah algoritma yang digunakan telah memenuhi fungsi tujuan yang diharapkan.

Tabel 4.13 Perbandingan *Total Tardiness* Penjadwalan *Existing* dan Algoritma EDD

JOB	Due date (menit)	Waktu Selesai Existing (menit)	Waktu Selesai Algoritma EDD (menit)	Realisasi Keterlambatan Existing	Realisasi Keterlambatan Algoritma EDD
1	11040	9816	3897	0	0
2	11040	15570	4417	4530	0
3	11040	7778	4183	0	0
4	11040	26447	5062	15407	0
5	4800	14682	1645	9882	0
6	24000	10658	10227	0	0
7	24000	12106	10538	0	0
8	23520	30964	5951	7444	0
9	36960	26447	10755	0	0
<i>Total Tardiness</i>				37263	0

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan algoritma EDD, tujuan untuk meminimasi *total tardiness* tercapai, dimana pada mulanya *total tardiness* dari semua *job* sebesar 37263 menit dapat diminimalkan menjadi 0. Nilai *total tardiness* penjadwalan *existing* sebesar 37263 menit merupakan waktu total keterlambatan dari 4 *job*. Dimana masing-masing *job* memiliki *due date* dan waktu penyelesaian yang berbeda. Dikarenakan dalam satu hari terdapat lebih dari satu *job* yang terlambat, sehingga nilai total keterlambatan cukup besar. Dari 4 *job* yang terlambat pada

penjadwalan *existing*. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan algoritma EDD, *job* tidak ada yang terlambat.

Tabel 4.14 Perbandingan Waktu Penyelesaian *Job* Penjadwalan *Existing* dan Algoritma EDD

JOB	<i>Due date</i>	Waktu Selesai Existing	Waktu Selesai Algoritma EDD	Realisasi Keterlambatan Existing (hari)	Realisasi Keterlambatan Algoritma EDD (hari)
1	30 Desember	24 Desember	10 Desember	0	0
2	30 Desember	9 Januari	11 Desember	8	0
3	30 Desember	19 Desember	10 Desember	0	0
4	30 Desember	5 Februari	12 Desember	29	0
5	12 Desember	7 Januari	4 Desember	20	0
6	31 Januari	27 Desember	26 Desember	0	0
7	31 Januari	31 Desember	26 Desember	0	0
8	30 Januari	16 Februari	12 Desember	39	0
9	5 Maret	10 Februari	27 Desember	0	0
<i>Total Tardiness</i>				96	0

Pada tabel 4.14 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan waktu penyelesaian *job* yang signifikan antara penjadwalan *existing* dengan penjadwalan menggunakan algoritma EDD. Dari perhitungan yang ditampilkan pada tabel 4.13 dan tabel 4.14 dapat disimpulkan bahwa algoritma EDD telah memenuhi fungsi tujuan yakni meminimasi *total tardiness*.

## 2. Pemenuhan keputusan

### a. Pemenuhan *Due date*

Berdasarkan tabel 4.13 waktu selesai semua *job* jika dihitung dengan menggunakan algoritma EDD lebih kecil jika dibandingkan dengan waktu selesai *existing*. Sehingga *due date* dari semua *job* dapat terpenuhi.

### b. Adanya kejadian reproses

Tabel 4.15 menampilkan kejadian reproses di masing-masing *job*. Reproses terjadi karena dua hal, yakni reproses kualitas untuk perbaikan dan reproses aliran. Waktu reproses berbeda-beda sesuai dengan panjang kain yang harus direproses. Semua *job* mengalami reproses baik reproses kualitas maupun reproses aliran di *resource* yang sama. Dalam penelitian ini, adanya kejadian reproses menjadi pertimbangan untuk menentukan prioritas urutan *job* dalam penjadwalannya. Dalam algoritma EDD yang diusulkan, kejadian reproses pada *job*  $i$  akan dijadwalkan ketika *job*  $i$  memiliki *due date* lebih kecil dibandingkan dengan *job*  $i+1$  dalam keadaan terdapat antrian *job* baru pada *resource* yang sama.

Tabel 4.15 Kejadian Reproses di Masing-masing Job

Mesin	Proses	T (menit)	Job	Mesin	Proses	T (menit)
A	Proses <i>Bleaching</i>	689	1	A	Proses <i>Bleaching</i>	689
B	Proses <i>Mercerizing</i>	346		B	Proses <i>Mercerizing</i>	346
C	Proses <i>Heat setter</i>	346		C	Proses <i>Heat setter</i>	346
K	Proses Resin K	295		K	Proses Resin K	295
L	Proses Resin <i>Baking</i>	308		L	Proses Resin <i>Baking</i>	308
				C	Reproses kualitas	300
				K	Reproses kualitas	251
				L	Reproses kualitas	318
				L	Reproses kualitas	308
Mesin	Proses	t	Job	Mesin	Proses	T
A	Proses <i>Bleaching</i>	265	2	A	Proses <i>Bleaching</i>	265
B	Proses <i>Mercerizing</i>	133		B	Proses <i>Mercerizing</i>	133
C	Proses <i>Heat setter</i>	133		C	Proses <i>Heat setter</i>	133
G	Proses <i>Dying</i>	153		J	Reproses kualitas	36
H	Proses <i>Dying Baking</i>	133		C	Reproses kualitas	36
J	Proses <i>Steamer</i>	133		G	Proses <i>Dying</i>	153
K	Proses Resin K	133		H	Proses <i>Dying Baking</i>	133
L	Proses Resin <i>Baking</i>	133		J	Proses <i>Steamer</i>	133
				G	Reproses aliran	107
				H	Reproses aliran	97
				J	Reproses aliran	97
				K	Proses Resin K	133
				L	Proses Resin <i>Baking</i>	133
Mesin	Proses	t	Job	Mesin	Proses	T
A	Proses <i>Bleaching</i>	436	3	A	Proses <i>Bleaching</i>	436
B	Proses <i>Mercerizing</i>	178		B	Proses <i>Mercerizing</i>	178
C	Proses <i>Heat setter</i>	222		C	Proses <i>Heat setter</i>	222
K	Proses Resin K	178		K	Proses Resin K	178
L	Proses Resin <i>Baking</i>	178		L	Proses Resin <i>Baking</i>	178
				K	Reproses kualitas	188
				L	Reproses kualitas	188
				K	Reproses kualitas	49
				L	Reproses kualitas	49
Mesin	Proses	t	Job	Mesin	Proses	t
A	Proses <i>Bleaching</i>	237	4	A	Proses <i>Bleaching</i>	237
B	Proses <i>Mercerizing</i>	120		B	Proses <i>Mercerizing</i>	120
C	Proses <i>Heat setter</i>	120		C	Proses <i>Heat setter</i>	120
G	Proses <i>Dying</i>	180		G	Proses <i>Dying</i>	180
H	Proses <i>Dying Baking</i>	138		H	Proses <i>Dying Baking</i>	138
J	Proses <i>Steamer</i>	138		J	Proses <i>Steamer</i>	138
K	Proses Resin K	120		G	Reproses kualitas	180
L	Proses Resin <i>Baking</i>	120		H	Reproses kualitas	138
				J	Reproses kualitas	138
				G	Reproses aliran	180
				H	Reproses aliran	138
				J	Reproses kualitas	48
				G	Reproses kualitas	76
				H	Reproses kualitas	47
				J	Reproses kualitas	138
				K	Proses Resin K	120
				L	Proses Resin <i>Baking</i>	120

Tabel 4.15 Kejadian Reproses di Masing-masing *Job* (Lanjutan)

Mesin	Proses	T (menit)	Job	Mesin	Proses	T (menit)
A	Proses <i>Bleaching</i>	530	5	A	Proses <i>Bleaching</i>	530
C	Proses <i>Heat setter</i>	267		C	Proses <i>Heat setter</i>	267
H	Proses <i>Dying Baking</i>	267		H	Proses <i>Dying Baking</i>	267
J	Proses <i>Steamer</i>	267		J	Proses <i>Steamer</i>	267
				C	Reproses kualitas	282
Mesin	Proses	t	Job	Mesin	Proses	T
A	Proses <i>Bleaching</i>	1534	6	A	Proses <i>Bleaching</i>	1534
B	Proses <i>Mercerizing</i>	685		A	Reproses kualitas	105
C	Proses <i>Heat setter</i>	685		B	Proses <i>Mercerizing</i>	685
K	Proses Resin K	685		C	Proses <i>Heat setter</i>	685
L	Proses Resin <i>Baking</i>	685		K	Proses Resin K	685
				L	Proses Resin <i>Baking</i>	685
				K	Reproses kualitas	685
			L	Reproses kualitas	685	
Mesin	Proses	t	Job	Mesin	Proses	T
A	Proses <i>Bleaching</i>	1231	7	A	Proses <i>Bleaching</i>	1231
B	Proses <i>Mercerizing</i>	550		B	Proses <i>Mercerizing</i>	550
C	Proses <i>Heat setter</i>	550		C	Proses <i>Heat setter</i>	550
K	Proses Resin K	497		K	Proses Resin K	497
L	Proses Resin <i>Baking</i>	550		L	Reproses kualitas	53
				K	Reproses kualitas	496
				L	Proses Resin <i>Baking</i>	550
				L	Reproses kualitas	205
				K	Reproses kualitas	53
				L	Reproses kualitas	53
Mesin	Proses	t	Job	Mesin	Proses	T
A	Proses <i>Bleaching</i>	480	8	A	Proses <i>Bleaching</i>	480
B	Proses <i>Mercerizing</i>	217		H	Reproses kualitas	149
C	Proses <i>Heat setter</i>	217		A	Reproses kualitas	260
G	Proses <i>Dying</i>	342		B	Proses <i>Mercerizing</i>	217
H	Proses <i>Dying Baking</i>	276		C	Proses <i>Heat setter</i>	217
J	Proses <i>Steamer</i>	277		G	Proses <i>Dying</i>	342
K	Proses Resin K	244		H	Proses <i>Dying Baking</i>	276
L	Proses Resin <i>Baking</i>	244		J	Proses <i>Steamer</i>	277
				G	Reproses kualitas	342
				K	Proses Resin K	244
			L	Proses Resin <i>Baking</i>	244	
Mesin	Proses	t	Job	Mesin	Proses	T
A	Proses <i>Bleaching</i>	388	9	A	Proses <i>Bleaching</i>	388
B	Proses <i>Mercerizing</i>	156		B	Proses <i>Mercerizing</i>	156
C	Proses <i>Heat setter</i>	156		C	Proses <i>Heat setter</i>	156
G	Proses <i>Dying</i>	281		G	Proses <i>Dying</i>	281
H	Proses <i>Dying Baking</i>	222		H	Proses <i>Dying Baking</i>	222
J	Proses <i>Steamer</i>	222		J	Proses <i>Steamer</i>	222
K	Proses Resin K	195		G	Reproses aliran	94
L	Proses Resin <i>Baking</i>	195		H	Reproses aliran	63
				J	Reproses aliran	63
				G	Reproses aliran	94
				H	Reproses aliran	63
				J	Reproses aliran	63
				K	Proses Resin K	195
				L	Proses Resin <i>Baking</i>	195

Berdasarkan tabel 4.15 reproses aliran ditunjukkan dengan warna merah dan reproses kualitas ditunjukkan dengan warna biru. Dari 9 *job*, terdapat 3 *job* yang mengalami reproses aliran yaitu *job* 2, *job* 4, dan *job* 9. Dan 8 *job* mengalami reproses kualitas, yaitu *job* 1, *job* 2, *job* 3, *job* 4, *job* 5, *job* 6, *job* 7, dan *job* 8.

c. Adanya pengurutan *job*

Pada tabel 4.15 terdapat 8 *job* yang mengalami reproses kualitas dan 1 *job* yang mengalami reproses aliran. Kejadian reproses mengakibatkan adanya pengurutan ulang di mesin yang sama. Algoritma EDD telah menjelaskan adanya pengurutan *job*, *job* yang memiliki *due date* kecil akan dijadwalkan terlebih dahulu ketika adanya antrian *job* baru di *resource* tersebut.

Tabel 4.16 Perubahan Urutan *Job* Ketika Terjadi Reproses Pada Algoritma EDD

Jadwal Awal		Jadwal Setelah Ada Reproses	
Mesin	Urutan <i>Job</i>	Mesin	Urutan <i>Job</i>
A	5-1-2-3-4-8-6-7-9	A	5-1-2-3-4-8-8*-6-6*-7-9
B	1-2-3-4-8-6-7-9	B	1-2-3-4-8-6-7-9
C	5-1-2-3-4-8-6-7-9	C	5-5*-1-2-2*-3-4-1*-8-6-7-9
G	2-4-2"-8-9-9"-9"	G	2-4-2"-4*-8-4*-4*-8*-9-9"-9"
H	5-2-4-2"-8-9-9"-9"	H	5-2-8*-4-2"-4*-8-4*-4*-9-9"-9"
J	5-2-4-2"-8-9-9"-9"	J	5-2*-2-4-2"-4*-4*-8-9-9"-9"
K	1-3-2-4-8-6-7-9	K	1-3-1*-3*-2-3*-4-8-6-7-7*-6*-9-7*
L	1-3-2-4-8-6-7-9	L	1-3-1*-1*-3*-3*-2-4-8-6-7*-7-6*-7*-7*-9

Berdasarkan tabel 4.16, urutan pengerjaan di mesin B tidak mengalami perubahan dikarenakan tidak adanya reproses baik reproses kualitas maupun reproses aliran. Reproses kualitas ditunjukkan dengan angka bersimbol bintang ( $n^*$ ) yang berwarna biru dan reproses aliran ditunjukkan dengan angka bersimbol double aksent ( $n''$ ) berwarna hijau. Dari tabel 4.22 dapat disimpulkan adanya perubahan urutan pada awal penjadwalan *job* yang diakibatkan adanya reproses.

d. Pemenuhan asumsi

Berdasarkan proses perhitungan algoritma EDD, dapat disimpulkan bahwa algoritma telah memenuhi asumsi yang telah ditetapkan di awal penelitian yaitu keseluruhan mesin dan keseluruhan *job* siap pada waktu ke nol, *job* yang sedang

diproses disuatu mesin tidak boleh disisipkan *job* lain, reproses aliran sudah diketahui di awal penjadwalan, dan *ready time* masing-masing operasi disesuaikan dengan operasi sebelumnya. Algoritma EDD juga telah memenuhi fungsi tujuan yaitu meminimasi nilai *total tardiness* dan pemenuhan keputusan yaitu pemenuhan *due date*, terdapat kejadian reproses dan adanya pengurutan *job* sehingga dapat dikatakan bahwa algoritma EDD telah tervalidasi.

#### 4.4.2 Hasil Uji Verifikasi Algoritma MST

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan algoritma MST yang telah dilakukan, maka diketahui waktu penyelesaian dari masing-masing *job* berdasarkan hasil perhitungan, semua *job* selesai sebelum *due date*. Sehingga adanya perbedaan dari realisasi *job* yang telah dilakukan di PT. Mertex dengan perhitungan menggunakan algoritma MST. Hasil penjadwalan dengan algoritma MST digambarkan dalam *gantt chart* pada Lampiran 5. Dengan algoritma MST, urutan *job* yang dijadwalkan yaitu 5-1-2-3-4-6-7-8-9. Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan algoritma MST ditunjukkan sebagai berikut:

Langkah 0 : Tentukan item yang akan dijadwalkan, nyatakan *job* dengan indeks *i*, lot dengan indeks *j*, dan mesin dengan indeks *k*.

Tabel 4.17 Item *Job* yang Dijadwalkan dengan Algoritma MST

Item	i	J	K
MSF6423	1	1,2,3,4,5,6	A,B,C,K,L
MEX9913	2	1,2,3,4	A,B,C,G,H,J,G,H,J,K,L
MSF6425	3	1,2,3,4,	A,B,C,K,L
MSF6426	4	1,2,3,4,5,	A,B,C,G,H,J,K,L
MSF6409	5	1,2,3,4,5,6,7,8,9	A,C,H,J
MSF6434	6	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	A,B,C,K,L
MSF6433	7	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	A,B,C,K,L
MSF6416	8	1,2,3,4,5,6,7,8,9	A,B,C,G,H,J,K,L
MGX4085	9	1,2,3,4,	A,B,C,G,H,J,K,L

Langkah 1: Tentukan aliran proses produksi dari tiap *job*, waktu operasi, *due date* tiap *job*, dan nilai *slack time*.

$O_1$ : A-B-C-K-L	$to_1$ : 1623 menit	$d_1$ : 11040	$ST_1$ : 9417
$O_2$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$to_2$ : 1517 menit	$d_2$ : 11040	$ST_2$ : 9523
$O_3$ : A-B-C-K-L	$to_3$ : 1197 menit	$d_3$ : 11040	$ST_3$ : 9843
$O_4$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$to_4$ : 1173 menit	$d_4$ : 11040	$ST_4$ : 9867
$O_5$ : A-C-H-J	$to_5$ : 1331 menit	$d_5$ : 4800	$ST_5$ : 3469

$O_6$ : A-B-C-K-L	$to_6$ : 4274 menit	$d_6$ : 24000	$ST_6$ : 19726
$O_7$ : A-B-C-K-L	$to_7$ : 3378 menit	$d_7$ : 24000	$ST_7$ : 20622
$O_8$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$to_8$ : 2298 menit	$d_8$ : 23520	$ST_8$ : 21222
$O_9$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$to_9$ : 2255 menit	$d_9$ : 36960	$ST_9$ : 34705

Urutan job sesuai MST yaitu  $O_5 - O_1 - O_2 - O_3 - O_4 - O_6 - O_7 - O_8 - O_9$

Langkah 2: set  $l=1$

				$O_{ijkl}$				
$O_{11A1}$	$O_{21A1}$	$O_{31A1}$	$O_{41A1}$	$O_{51A1}$	$O_{61A1}$	$O_{71A1}$	$O_{81A1}$	$O_{91A1}$
$O_{12A1}$	$O_{22A1}$	$O_{32A1}$	$O_{42A1}$	$O_{52A1}$	$O_{62A1}$	$O_{72A1}$	$O_{82A1}$	$O_{92A1}$
$O_{13A1}$	$O_{23A1}$	$O_{33A1}$	$O_{43A1}$	$O_{53A1}$	$O_{63A1}$	$O_{73A1}$	$O_{83A1}$	$O_{93A1}$
$O_{14A1}$	$O_{24A1}$	$O_{34A1}$	$O_{44A1}$	$O_{54A1}$	$O_{64A1}$	$O_{74A1}$	$O_{84A1}$	$O_{94A1}$
$O_{15A1}$			$O_{45A1}$	$O_{55A1}$	$O_{65A1}$	$O_{75A1}$	$O_{85A1}$	
$O_{16A1}$				$O_{56A1}$	$O_{66A1}$	$O_{76A1}$	$O_{86A1}$	
				$O_{57A1}$	$O_{67A1}$	$O_{77A1}$	$O_{87A1}$	
				$O_{58A1}$	$O_{68A1}$	$O_{78A1}$	$O_{88A1}$	
				$O_{59A1}$	$O_{69A1}$	$O_{79A1}$	$O_{89A1}$	
					$O_{610A1}$	$O_{710A1}$		
					$O_{611A1}$	$O_{711A1}$		
					$O_{612A1}$			
					$O_{613A1}$			
					$O_{614A1}$			

Langkah 3 : Tentukan waktu proses tiap lot pada masing-masing job yang akan dijadwalkan.

	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$	$O_7$	$O_8$	$O_9$
$t_{1k1}$	121	72	99	55	61	116	121	50	91
$t_{2k1}$	94	116	116	55	61	105	116	55	77
$t_{3k1}$	121	44	105	44	55	105	94	60	110
$t_{4k1}$	110	33	116	44	66	110	99	55	110
$t_{5k1}$	116			39	66	105	121	61	
$t_{6k1}$	127				72	110	110	66	
$t_{7k1}$					44	110	110	39	
$t_{8k1}$					55	110	116	39	
$t_{9k1}$					50	115	116	55	
$t_{10k1}$						110	118		
$t_{11k1}$						118	110		
$t_{12k1}$						110			
$t_{13k1}$						99			
$t_{14k1}$						121			

Langkah 4 : Sesuai dengan urutan EDD, maka job 5 dikerjakan pertama. Mesin tersedia pada  $t_r=0$ .

Langkah 5 : Jadwalkan  $O_{51A1}$ , pada mesin A.  $tf_{51A} = 61$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 2 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{52A1}$ .  $tf_{52A1} = 61 + 61 = 122$ . Lanjut ke langkah 7.

- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 3 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{53A1}$ .  $tf_{53A1} = 122 + 55 = 177$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 4 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{54A1}$ .  $tf_{54A1} = 177 + 66 = 243$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 5 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{55A1}$ .  $tf_{55A1} = 243 + 66 = 309$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 6 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{56A1}$ .  $tf_{56A1} = 309 + 72 = 381$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 7 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{57A1}$ .  $tf_{57A1} = 381 + 44 = 425$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 8 dan waktu melebihi tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{58A1}$ .  $tf_{58A1} = 425 + 55 = 480$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 9 dan waktu melebihi shift kerja maka jadwalkan pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{59A1}$ .  $tf_{59A1} = 480 + 50 = 530$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j > 9$ , maka ke langkah 8.
- Langkah 8 : Apakah terjadi reproses? Tidak terjadi reproses. Lanjut ke langkah 16.
- Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$  maka ke job selanjutnya yaitu job 1,  $O_1$ . Kembali ke langkah 4.
- Langkah-langkah perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada Lampiran 4.

Hasil dari perhitungan kapan dimulainya dan kapan selesainya dari *job* yang ditunjukkan pada Tabel 4.18 sebagai berikut:

Tabel 4.18 Operasi *job* 5 Algoritma MST

$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
O <sub>51A1</sub>	0	61	O <sub>52A1</sub>	61	122	O <sub>53A1</sub>	122	177
O <sub>51C1</sub>	530	561	O <sub>52C1</sub>	561	592	O <sub>53C1</sub>	592	620
O <sub>51H1</sub>	797	828	O <sub>52H1</sub>	828	859	O <sub>53H1</sub>	859	887
O <sub>51J1</sub>	1071	1102	O <sub>52J1</sub>	1102	1133	O <sub>53J1</sub>	1133	1161
O <sub>51C1*</sub>	1338	1384	O <sub>52C1*</sub>	1384	1415	O <sub>53C1*</sub>	1440	1468
$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
O <sub>54A1</sub>	177	243	O <sub>55A1</sub>	243	309	O <sub>56A1</sub>	309	381
O <sub>54C1</sub>	620	653	O <sub>55C1</sub>	653	686	O <sub>56C1</sub>	686	722
O <sub>54H1</sub>	887	920	O <sub>55H1</sub>	920	953	O <sub>56H1</sub>	960	996
O <sub>54J1</sub>	1161	1194	O <sub>55J1</sub>	1194	1227	O <sub>56J1</sub>	1227	1263
O <sub>54C1*</sub>	1468	1501	O <sub>55C1*</sub>	1501	1534	O <sub>56C1*</sub>	1534	1570
$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
O <sub>57A1</sub>	381	425	O <sub>58A1</sub>	425	480	O <sub>59A1</sub>	480	530
O <sub>57C1</sub>	722	744	O <sub>58C1</sub>	744	772	O <sub>59C1</sub>	772	797
O <sub>57H1</sub>	996	1018	O <sub>58H1</sub>	1018	1046	O <sub>59H1</sub>	1046	1071
O <sub>57J1</sub>	1263	1285	O <sub>58J1</sub>	1285	1313	O <sub>59J1</sub>	1313	1338
O <sub>57C1*</sub>	1570	1592	O <sub>58C1*</sub>	1592	1620	O <sub>59C1*</sub>	1620	1645

Pada *job* 2, terjadi dua kali reproses yaitu reproses kualitas di mesin J dan di mesin C, berikut merupakan langkah-langkah algoritma MST ketika terjadi reproses kualitas:

- Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$  maka ke *job* selanjutnya yaitu *job* 2,  $O_2$ . Kembali ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 1 pada waktu  $t_r = 2042$ . Waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $tf_{21c3} = 2042 + 36 = 2078$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 4$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 2 pada  $t_r = 2078$ . Waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $tf_{22c3} = 2078 + 58 = 2136$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 4$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 3 pada  $t_r = 2136$ . Waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $tf_{23c3} = 2136 + 22 = 2158$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 4$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 4 pada  $t_r = 2158$ . Waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $tf_{24C3} = 2158 + 17 = 2175$ . Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j > 4$ , maka ke langkah 8.
- Langkah 8 : Apakah terjadi reproses? Iya, terjadi reproses kualitas di Mesin J.  $t_{21C4} = 36$ . Lanjut ke langkah 9.
- Langkah 9 : Apakah mesin J tersedia pada  $t_r = 2175$  ? Iya, mesin tersedia dan tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 10.
- Langkah 10 : Apakah ada antrian? Tidak ada antrian job berikutnya ( $O_{2+1}$ ) di mesin J. Lanjut ke langkah 12.
- Langkah 12 : Jadwalkan  $tf_{21J4} : 2175 + 36 = 2211$ . Lanjut ke langkah 15.
- Langkah 15 : Apakah terjadi reproses? Iya terjadi reproses kualitas di mesin C. Kembali ke langkah 8.
- Langkah 8 : Terjadi reproses kualitas di mesin C.  $t_{21C5} = 36$ . Lanjut ke langkah 9.
- Langkah 9 : Apakah mesin J tersedia pada  $t_r = 2175$  ? Iya, mesin tersedia dan tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 10.
- Langkah 10 : Apakah ada antrian? Ada antrian job berikutnya ( $O_{2+1}$ ) di mesin C. Lanjut ke langkah 11.
- Langkah 11 : Apakah  $ST_2 \leq ST_3$ ? Iya, lanjut ke langkah 12.
- Langkah 13 : Jadwalkan  $tf_{21C5} : 2211 + 36 = 2247$ . Lanjut ke langkah 15.
- Langkah 15 : Apakah terjadi reproses? Tidak terjadi reproses. Lanjut ke langkah 16.
- Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$  maka ke job selanjutnya yaitu job 3,  $O_3$ . Kembali ke langkah 4.

Langkah-langkah perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada Lampiran 4.

Hasil dari perhitungan menggunakan langkah-langkah algoritma MST pada job 2 ditampilkan pada Tabel 4.19, untuk yang bertanda bintang dan berwarna biru ( $O_{ijkl}^*$ ) merupakan hasil dari operasi reproses kualitas.

Tabel 4.19 Operasi *Job 2* Algoritma MST

$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
O <sub>21A1</sub>	1440	1512	O <sub>22A1</sub>	1512	1628	O <sub>23A1</sub>	1628	1672	O <sub>24A1</sub>	1672	1705
O <sub>21B2</sub>	1705	1741	O <sub>22B2</sub>	1741	1799	O <sub>23B2</sub>	1799	1821	O <sub>24B2</sub>	1821	1838
O <sub>21C3</sub>	2042	2078	O <sub>22C3</sub>	2078	2136	O <sub>23C3</sub>	2136	2158	O <sub>24C3</sub>	2158	2175
O <sub>21J4</sub> *	2175	2211									
O <sub>21C5</sub> *	2211	2247									
O <sub>21G6</sub>	2247	2303	O <sub>22G4</sub>	2303	2361	O <sub>23G4</sub>	2361	2383	O <sub>24G4</sub>	2383	2400
O <sub>21H7</sub>	2400	2436	O <sub>22H5</sub>	2436	2494	O <sub>23H5</sub>	2494	2516	O <sub>24H5</sub>	2516	2533
O <sub>21I8</sub>	2533	2569	O <sub>22J6</sub>	2569	2627	O <sub>23J6</sub>	2627	2649	O <sub>24J6</sub>	2649	2666
			O <sub>22G7</sub>	2880	2948	O <sub>23G7</sub>	2948	2970	O <sub>24G7</sub>	2970	2987
			O <sub>22H8</sub>	3018	3076	O <sub>23H8</sub>	3076	3098	O <sub>24H8</sub>	3098	3115
			O <sub>22J9</sub>	3115	3173	O <sub>23J9</sub>	3173	3195	O <sub>24J9</sub>	3195	3212
O <sub>21K9</sub>	3449	4170	O <sub>22K10</sub>	4170	4228	O <sub>23K10</sub>	4228	3529	O <sub>24K10</sub>	3529	3546
O <sub>21L10</sub>	4183	4303	O <sub>22L11</sub>	4303	4378	O <sub>23L11</sub>	4378	4299	O <sub>234L11</sub>	4299	4316

Perhitungan kapan dimulainya dan selesai *job* 1 sampai *job* 9 ditampilkan lebih lanjut di Lampiran 4. Berdasarkan perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.18, Tabel 4.19 dan pada Lampiran 4, algoritma yang diusulkan telah memenuhi kondisi sesuai dengan sitem dan logika model, sehingga algoritma MST dapat dikatakan telah terverifikasi.

### 1. Pemenuhan Fungsi Tujuan

Tujuan dari algoritma ini yaitu untuk meminimasi *total tardiness*. Pada analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah algoritma yang digunakan telah memenuhi fungsi tujuan yang diharapkan.

Tabel 4.20 Perbandingan *Total Tardiness* Penjadwalan Existing dan Algoritma MST

JOB	Duedate (menit)	Waktu Selesai Existing (menit)	Waktu Selesai Algoritma MST (menit)	Realisasi Keterlambatan Existing	Realisasi Keterlambatan Algoritma MST
1	11040	9816	3897	0	0
2	11040	15570	4316	4530	0
3	11040	7778	4183	0	0
4	11040	26447	4720	15407	0
5	4800	14682	1645	9882	0
6	24000	10658	9267	0	0
7	24000	12106	9578	0	0
8	23520	30964	9844	7444	0
9	36960	26447	10039	0	0
<i>Total Tardiness</i>				37263	0

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan algoritma MST, yang ditampilkan pada Tabel 4.20. dari 4 *job* yang terlambat pada penjadwalan *existing*, pada penjadwalan menggunakan algoritma MST tidak ada *job* yang terlambat. Sehingga tujuan untuk meminimasi *total tardiness* tercapai, dimana pada mulanya *total tardiness* dari semua *job* sebesar 37263 menit dapat diminimalkan menjadi 0. Nilai *total tardiness* penjadwalan *existing* sebesar 37263 menit merupakan waktu total keterlambatan dari 4 *job*. Dimana masing-masing *job* memiliki *due date* dan waktu penyelesaian yang berbeda. Dikarenakan dalam satu hari terdapat lebih dari satu *job* yang terlambat, sehingga nilai total keterlambatan cukup besar.

Tabel 4.21 Perbandingan Waktu Penyelesaian *Job* Penjadwalan Existing dan Algoritma MST

JOB	Tanggal <i>Due date</i>	Waktu Selesai Existing	Waktu Selesai Algoritma MST	Realisasi Keterlambatan Existing (hari)	Realisasi Keterlambatan Algoritma MST (hari)
1	30 Desember	24 Desember	10 Desember	0	0
2	30 Desember	9 Januari	10 Desember	8	0
3	30 Desember	19 Desember	10 Desember	0	0
4	30 Desember	5 Februari	11 Desember	29	0
5	12 Desember	7 Januari	4 Desember	20	0
6	31 Januari	27 Desember	23 Desember	0	0
7	31 Januari	31 Desember	23 Desember	0	0
8	30 Januari	16 Februari	24 Desember	39	0
9	5 Maret	10 Februari	24 Desember	0	0
<i>Total Tardiness</i>				96	0

Berdasarkan Tabel 4.21 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan waktu penyelesaian *job* secara signifikan dari 4 *job* yang mengalami keterlambatan penyelesaian pada penjadwalan *existing*. Dan tidak ada *job* yang terlambat ketika menggunakan penjadwalan dengan algoritma MST pada kejadian reproses. Sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma MST telah memenuhi fungsi tujuan yakni meminimasi *total tardiness*.

## 2. Pemenuhan keputusan

### a. Pemenuhan *Due date*

Berdasarkan Tabel 4.21 waktu selesai semua *job* jika dihitung dengan menggunakan algoritma MST lebih kecil jika dibandingkan dengan waktu selesai *existing*. Sehingga *due date* dari semua *job* dapat terpenuhi.

### b. Adanya kejadian reproses

Tabel 4.15 menampilkan kejadian reproses di masing-masing *job*. Reproses terjadi karena dua hal, yakni reproses kualitas untuk perbaikan dan reproses aliran. Waktu reproses berbeda-beda sesuai dengan panjang kain yang harus direproses. Semua *job* mengalami reproses baik reproses kualitas maupun reproses aliran di *resource* yang sama. Dalam penelitian ini, adanya kejadian reproses menjadi pertimbangan dalam menentukan prioritas urutan dalam penjadwalannya. Dalam

algoritma MST yang diusulkan, kejadian reproses pada *job*  $i$  akan dijadwalkan ketika *job*  $i$  memiliki *slack time* lebih kecil dibandingkan dengan *job*  $i+1$ .

c. Adanya pengurutan *job*

Pada algoritma MST, jumlah *job* yang dijadwalkan sama dengan jumlah *job* yang dijadwalkan dengan algoritma EDD yaitu 9 *job*.. Pada Tabel 4.15, 8 *job* mengalami reproses kualitas dan 1 *job* mengalami reproses aliran. Kejadian reproses mengakibatkan adanya pengurutan ulang. Algoritma MST telah menjelaskan ketika terjadi reproses, *job* yang memiliki *slack time* kecil akan dijadwalkan terlebih dahulu di *resource* tersebut. Tabel 4.22 menjelaskan perubahan urutan *job* sebelum dan sesudah terjadi reproses di masing-masing mesin.

Tabel 4.22 Perubahan Urutan *Job* Ketika Terjadi Reproses Pada Algoritma MST

Jadwal Awal		Jadwal Setelah Ada Reproses	
Mesin	Urutan Job	Mesin	Urutan Job
A	5-1-2-3-4-6-7-8-9	A	5-1-2-3-4-6-6*-7-8-8*-9
B	1-2-3-4-5-7-8-9	B	1-2-3-4-5-7-8-9
C	5-1-2-3-4-6-7-8-9	C	5-5*-1-2-2*-3-4-1*-6-7-8-9
G	2-4-2"-8-9-9"-9"	G	2-4-2"-4*-4*-4*-8-9-9"-9"
H	5-2-4-2"-8-9-9"-9"	H	5-2-4-2"-4*-4*-4*-8*-8-9-9"-9"
J	5-2-4-2"-8-9-9"-9"	J	5-2*-2-4-2"-4*-4*-4*-8-9-9"-9"
K	1-3-2-4-6-7-8-9	K	1-3-1*-3*-2-3*-4-6-7-7*-6*-8-9-7*
L	1-3-2-4-6-7-8-9	L	1-3-1*-1*-3*-2-3*-4-6-7*-7-6*-7*-7*-8-9

Berdasarkan Tabel 4.22, urutan pengerjaan di mesin B tidak mengalami perubahan dikarenakan tidak adanya reproses baik reproses kualitas maupun reproses aliran. Reproses kualitas ditunjukkan dengan angka bersimbol bintang ( $n^*$ ) yang berwarna biru dan reproses aliran ditunjukkan dengan angka bersimbol double aksent ( $n''$ ) berwarna hijau. Dari Tabel 4.22 dapat disimpulkan adanya perubahan urutan pada awal penjadwalan *job* yang diakibatkan adanya reproses.

3. Pemenuhan Asumsi

Berdasarkan proses perhitungan algoritma MST, dapat disimpulkan bahwa algoritma telah memenuhi asumsi yang telah ditetapkan di awal penelitian, yaitu keseluruhan mesin dan keseluruhan *job* siap pada waktu ke nol, *job* yang sedang

diproses disuatu mesin tidak boleh disisipkan *job* lain, reproses aliran sudah diketahui di awal penjadwalan, dan *ready time* masing-masing operasi disesuaikan dengan operasi sebelumnya. Algoritma MST juga telah memenuhi fungsi tujuan yaitu meminimasi nilai *total tardiness* dan pemenuhan keputusan keputusan yaitu pemenuhan *due date*, terdapat kejadian reproses dan adanya pengurutan *job* sehingga dapat dikatakan bahwa algoritma MST telah tervalidasi.

#### 4.4.3 Hasil Uji Verifikasi Algoritma EDD-MST

Pada algoritma EDD MST, prinsip dasar dalam menjadwalkan yaitu *job* dijadwalkan diawal berdasarkan aturan EDD dan ketika terjadi reproses *job* akan di jadwalkan ulang dengan menggunakan algoritma MST. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan algoritma EDD MST yang telah dilakukan, maka diketahui waktu penyelesaian dari masing-masing *job* berdasarkan hasil perhitungan, semua *job* selesai sebelum *due date*. Sehingga adanya perbedaan dari realisasi *job* yang telah dilakukan di PT. Mertex dengan perhitungan menggunakan algoritma EDD MST. Hasil penjadwalan dengan algoritma EDD MST digambarkan dalam *gant chart* pada Lampiran 7. Dengan algoritma EDD MST, urutan job yang dijadwalkan yaitu 5-1-2-3-4-8-6-7-9. Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan algoritma MST ditunjukkan sebagai berikut:

Langkah 0 : Tentukan item yang akan dijadwalkan, dan nyatakan item sebagai *job* dengan indeks i, lot dengan indeks j, dan mesin yang digunakan dengan indeks k.

Tabel 4.23 Item *Job* yang Dijadwalkan dengan Algoritma EDD

Item	i	J	k
MSF6423	1	1,2,3,4,5,6	A,B,C,K,L
MEX9913	2	1,2,3,4	A,B,C,G,H,J,G,H,J,K,L
MSF6425	3	1,2,3,4,	A,B,C,K,L
MSF6426	4	1,2,3,4,5,	A,B,C,G,H,J,K,L
MSF6409	5	1,2,3,4,5,6,7,8,9	A,C,H,J
MSF6434	6	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	A,B,C,K,L
MSF6433	7	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	A,B,C,K,L
MSF6416	8	1,2,3,4,5,6,7,8,9	A,B,C,G,H,J,K,L
MGX4085	9	1,2,3,4,	A,B,C,G,H,J,K,L

Langkah 1 : Tentukan aliran produksi, waktu tiap operasi dan *due date* tiap *job*.

$O_1$  : A-B-C-K-L

$t_{01}$  : 1623 menit

$d_1$  : 11040 menit

$O_2$  : A-B-C-G-H-J-K-L

$t_{02}$  : 1517 menit

$d_2$  : 11040 menit

$O_3$ : A-B-C-K-L	$to_3$ : 1197 menit	$d_3$ : 11040 menit
$O_4$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$to_4$ : 1173 menit	$d_4$ : 11040 menit
$O_5$ : A-C-H-J	$to_5$ : 1331 menit	$d_5$ : 4800 menit
$O_6$ : A-B-C-K-L	$to_6$ : 4274 menit	$d_6$ : 24000 menit
$O_7$ : A-B-C-K-L	$to_7$ : 3378 menit	$d_7$ : 24000 menit
$O_8$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$to_8$ : 2298 menit	$d_8$ : 23520 menit
$O_9$ : A-B-C-G-H-J-K-L	$to_9$ : 2255 menit	$d_9$ : 36960 menit

Urutan job sesuai EDD yaitu  $O_5 - O_1 - O_2 - O_3 - O_4 - O_8 - O_6 - O_7 - O_9$

Langkah 2: set  $l=1$

				$O_{ijkl}$				
$O_{11A1}$	$O_{21A1}$	$O_{31A1}$	$O_{41A1}$	$O_{51A1}$	$O_{61A1}$	$O_{71A1}$	$O_{81A1}$	$O_{91A1}$
$O_{12A1}$	$O_{22A1}$	$O_{32A1}$	$O_{42A1}$	$O_{52A1}$	$O_{62A1}$	$O_{72A1}$	$O_{82A1}$	$O_{92A1}$
$O_{13A1}$	$O_{23A1}$	$O_{33A1}$	$O_{43A1}$	$O_{53A1}$	$O_{63A1}$	$O_{73A1}$	$O_{83A1}$	$O_{93A1}$
$O_{14A1}$	$O_{24A1}$	$O_{34A1}$	$O_{44A1}$	$O_{54A1}$	$O_{64A1}$	$O_{74A1}$	$O_{84A1}$	$O_{94A1}$
$O_{15A1}$			$O_{45A1}$	$O_{55A1}$	$O_{65A1}$	$O_{75A1}$	$O_{85A1}$	
$O_{16A1}$				$O_{56A1}$	$O_{66A1}$	$O_{76A1}$	$O_{86A1}$	
				$O_{57A1}$	$O_{67A1}$	$O_{77A1}$	$O_{87A1}$	
				$O_{58A1}$	$O_{68A1}$	$O_{78A1}$	$O_{88A1}$	
				$O_{59A1}$	$O_{69A1}$	$O_{79A1}$	$O_{89A1}$	
					$O_{610A1}$	$O_{710A1}$		
					$O_{611A1}$	$O_{711A1}$		
					$O_{612A1}$			
					$O_{613A1}$			
					$O_{614A1}$			

Langkah 3 : Tentukan waktu proses di masing-masing lot pada tiap-tiap job.

	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$	$O_7$	$O_8$	$O_9$
$t_{1k1}$	121	72	99	55	61	116	121	50	91
$t_{2k1}$	94	116	116	55	61	105	116	55	77
$t_{3k1}$	121	44	105	44	55	105	94	60	110
$t_{4k1}$	110	33	116	44	66	110	99	55	110
$t_{5k1}$	116			39	66	105	121	61	
$t_{6k1}$	127				72	110	110	66	
$t_{7k1}$					44	110	110	39	
$t_{8k1}$					55	110	116	39	
$t_{9k1}$					50	115	116	55	
$t_{10k1}$						110	118		
$t_{11k1}$						118	110		
$t_{12k1}$						110			
$t_{13k1}$						99			
$t_{14k1}$						121			

Langkah 4 : Sesuai dengan urutan EDD, maka job 5 dikerjakan pertama. Mesin tersedia pada  $t_r=0$ .

Langkah 5 : Jadwalkan  $O_{51A1}$ , pada mesin A.  $tf_{51A} = 61$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 2 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{52A1}$ .  $tf_{52A1} = 61 + 61 = 122$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 3 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{53A1}$ .  $tf_{53A1} = 122 + 55 = 177$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 4 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{54A1}$ .  $tf_{54A1} = 177 + 66 = 243$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 5 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{55A1}$ .  $tf_{55A1} = 243 + 66 = 309$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 6 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{56A1}$ .  $tf_{56A1} = 309 + 72 = 381$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 7 dan waktu tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{57A1}$ .  $tf_{57A1} = 381 + 44 = 425$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 8 dan waktu melebihi tidak melebihi shift kerja. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{58A1}$ .  $tf_{58A1} = 425 + 55 = 480$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4

Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 9 dan waktu melebihi shift kerja maka jadwalkan pada hari berikutnya. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{59A1}$ .  $tf_{59A1} = 480 + 50 = 530$ . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7 :  $j > 9$ , maka ke langkah 8.

Langkah 8 : Apakah terjadi reproses? Tidak terjadi reproses. Lanjut ke langkah 16.

Langkah-langkah perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada Lampiran 6.

Hasil dari perhitungan kapan dimulainya dan kapan selesainya dari *job* yang ditunjukkan pada Tabel 4.24 sebagai berikut:

Tabel 4.24 Operasi *job* 5 Algoritma EDD MST

O <sub>ijk</sub>	tr <sub>ijk</sub>	tf <sub>ijk</sub>	O <sub>ijk</sub>	tr <sub>ijk</sub>	tf <sub>ijk</sub>	O <sub>ijk</sub>	tr <sub>ijk</sub>	tf <sub>ijk</sub>
O <sub>51A1</sub>	0	61	O <sub>52A1</sub>	61	122	O <sub>53A1</sub>	122	177
O <sub>51C1</sub>	530	561	O <sub>52C1</sub>	561	592	O <sub>53C1</sub>	592	620
O <sub>51H1</sub>	797	828	O <sub>52H1</sub>	828	859	O <sub>53H1</sub>	859	887
O <sub>51J1</sub>	1071	1102	O <sub>52J1</sub>	1102	1133	O <sub>53J1</sub>	1133	1161
O <sub>51C1*</sub>	1338	1384	O <sub>52C1*</sub>	1384	1415	O <sub>53C1*</sub>	1440	1468
O <sub>54A1</sub>	177	243	O <sub>55A1</sub>	243	309	O <sub>56A1</sub>	309	381
O <sub>54C1</sub>	620	653	O <sub>55C1</sub>	653	686	O <sub>56C1</sub>	686	722
O <sub>54H1</sub>	887	920	O <sub>55H1</sub>	920	953	O <sub>56H1</sub>	960	996
O <sub>54J1</sub>	1161	1194	O <sub>55J1</sub>	1194	1227	O <sub>56J1</sub>	1227	1263
O <sub>54C1*</sub>	1468	1501	O <sub>55C1*</sub>	1501	1534	O <sub>56C1*</sub>	1534	1570
O <sub>57A1</sub>	381	425	O <sub>58A1</sub>	425	480	O <sub>59A1</sub>	480	530
O <sub>57C1</sub>	722	744	O <sub>58C1</sub>	744	772	O <sub>59C1</sub>	772	797
O <sub>57H1</sub>	996	1018	O <sub>58H1</sub>	1018	1046	O <sub>59H1</sub>	1046	1071
O <sub>57J1</sub>	1263	1285	O <sub>58J1</sub>	1285	1313	O <sub>59J1</sub>	1313	1338
O <sub>57C1*</sub>	1570	1592	O <sub>58C1*</sub>	1592	1620	O <sub>59C1*</sub>	1620	1645

Pada algoritma EDD MST, ketika terjadi reproses maka *job* yang terlebih dahulu di jadwalkan yaitu *job* yang memiliki nilai *slack time minimum* hal tersebut berlaku pada keadaan terdapat antrian *job* baru pada *resource* yang sama. Pada job 8, terjadi reproses di mesin H dan di mesin A. pada saat di mesin A, terdapat antrian *job* baru yaitu *job* 6. Berikut langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan lagoritma EDD MST:

- Langkah 16 : Set  $O_i = O_i + 1$  maka ke *job* selanjutnya yaitu *job* 8,  $O_8$ . Kembali ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 1 pada waktu  $t_r = 2378$ . Waktu melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada hari berikutnya  $t_r = 2400$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{81A1}$ .  $tf_{81A1} = 2400 + 50 = 2450$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 2. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t = 2450$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{82A1}$ .  $tf_{82A1} = 2450 + 55 = 2505$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 3. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t = 2505$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{83A1}$ .  $tf_{83A1} = 2505 + 60 = 2565$  Lanjut ke langkah 7.

- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 4. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t_r = 2565$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{84A1}$ .  $tf_{84A1} = 2565 + 55 = 2620$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 5. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t_r = 2620$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{85A1}$ .  $tf_{85A1} = 2620 + 61 = 2681$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 6. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t_r = 2651$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{86A1}$ .  $tf_{86A1} = 2651 + 66 = 2747$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 7. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t_r = 2747$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{87A1}$ .  $tf_{87A1} = 2747 + 39 = 2786$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 8. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t_r = 2786$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{88A1}$ .  $tf_{88A1} = 2786 + 39 = 2825$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j \leq 9$ , maka ke langkah 4.
- Langkah 4 : Mesin tersedia untuk lot ke 9. Waktu tidak melebihi shift kerja sehingga jadwalkan pada,  $t_r = 2825$ . Lanjut ke langkah 5.
- Langkah 5 : Maka jadwalkan  $O_{89A1}$ .  $tf_{89A1} = 2825 + 55 = 2880$  Lanjut ke langkah 7.
- Langkah 7 :  $j > 9$ , maka ke langkah 8.
- Langkah 8 : Apakah terjadi reproses? Iya terjadi reproses di mesin H.  
Tentukan waktu reproses  $t_{85H2} : 35$  ;  $t_{86H2} : 38$ ;  $t_{87H2} : 22$ ;  $t_{858H2} : 22$ ;  $t_{89H2} : 32$ . Lanjut ke langkah 9.
- Langkah 9 : Mesin H tersedia pada  $t_r = 2880$ . Waktu pergantian shift kerja. Lanjut ke langkah 10.
- Langkah 10 : Tidak ada antrian job berikutnya ( $O_{8+1}$ ) di mesin H. Lanjut ke langkah 12.

Langkah 12 : Jadwalkan  $tf_{85H2} : 2880 + 35 = 2915$ .  $tf_{86H2} : 2915 + 38 = 2953$ ;  $tf_{87H2} : 2953 + 22 = 2975$ ;  $tf_{858H2} : 2975 + 22 = 2997$ ;  $tf_{89H2} : 2997 + 32 = 3029$ .

Lanjut ke langkah 15.

Langkah 15 : Terjadi reproses. Kembali ke langkah 8.

Langkah 8 : Apakah Terjadi reproses? Iya terjadi reproses di mesin A. Tentukan waktu reproses  $t_{85A3} : 61$  ;  $t_{86A3} : 66$ ;  $t_{87A3} : 39$ ;  $t_{858A3} : 39$ ;  $t_{89A3} : 55$ .

Lanjut ke langkah 9.

Langkah 9 : Mesin A tersedia pada  $t_r = 3029$ . Waktu tidak melebihi shift kerja.

Lanjut ke langkah 10.

Langkah 10 : Ada antrian job berikutnya ( $O_{8+1} = O_6$ ) di mesin A. Lanjut ke langkah 11.

Langkah 11 : Apakah  $ST_8 \leq ST_6$ ? Tidak.  $ST_6 < ST_8$  Sehingga jadwalkan job 6 terlebih dahulu. Lanjut ke langkah 14.

Langkah 14 : Jadwalkan operasi job baru  $O_6$  terlebih dahulu, kemudian reproses job 8 mengikuti operasi job 6. Lanjut ke langkah 15.

Langkah 15 : Apakah terjadi reproses? Tidak. Lanjut ke langkah 16.

Langkah-langkah lebih lanjut dapat dilihat di Lampiran 6.

Hasil dari perhitungan langkah-langkah algoritma EDD MST ditampilkan pada Tabel 4. 25 sebagai berikut:

Tabel 4.25 Operasi Job 8 Algoritma EDD MST

$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
$O_{81A1}$	5508	5558	$O_{82A1}$	5558	5613	$O_{83A1}$	5613	5674
$O_{81B2}$	6532	6554	$O_{82B2}$	6554	6579	$O_{83B2}$	6579	6606
$O_{81C3}$	6763	6785	$O_{82C3}$	6785	6810	$O_{83C3}$	6810	6837
$O_{81G4}$	6980	7033	$O_{82G4}$	7033	7070	$O_{83G4}$	7070	7111
$O_{81H5}$	7333	7362	$O_{82H5}$	7362	7394	$O_{83H5}$	7394	7428
$O_{81J6}$	7609	7638	$O_{82J6}$	7638	7670	$O_{83J6}$	7680	7715
$O_{81G7}$	7896	7949	$O_{82G7}$	7949	7986	$O_{83G7}$	7986	8027
$O_{81K8}$	8505	8530	$O_{82K8}$	8530	8558	$O_{83K8}$	8558	8589
$O_{81L9}$	9600	9625	$O_{82L9}$	9625	9653	$O_{83L9}$	9653	9684
$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijkl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$	$O_{ijl}$	$tr_{ijkl}$	$tf_{ijkl}$
$O_{84A1}$	5674	5729	$O_{85A1}$	5760	5821	$O_{86A1}$	5821	5887
$O_{84B2}$	6606	6631	$O_{85H2}^*$	6020	6055	$O_{86H2}^*$	6055	6093
$O_{84C3}$	6837	6862	$O_{85A3}^*$	6272	6333	$O_{85A3}^*$	6333	6399
$O_{84G4}$	7111	7148	$O_{85B4}$	6631	6658	$O_{86B4}$	6658	6688
$O_{84H5}$	7428	7460	$O_{85C5}$	6862	6889	$O_{86C5}$	6889	6919
$O_{84J6}$	7715	7747	$O_{85G6}$	7148	7189	$O_{86G6}$	7200	7244
$O_{84G7}$	8027	8064	$O_{85H7}$	7460	7495	$O_{86H7}$	7495	7533
$O_{84K8}$	8589	8617	$O_{85J8}$	7747	7782	$O_{86J8}$	7782	7820
$O_{84L9}$	9684	9712	$O_{85G9}$	8064	8105	$O_{86G9}$	8105	8149
			$O_{85K10}$	8640	8671	$O_{86K10}$	8671	8704
			$O_{85L11}$	9712	9743	$O_{86L11}$	9743	9776

Tabel 4.25 Operasi Job 8 Algoritma EDD MST (Lanjutan)

O <sub>ijkl</sub>	tr <sub>ijkl</sub>	tf <sub>ijkl</sub>	O <sub>ijkl</sub>	tr <sub>ijkl</sub>	tf <sub>ijkl</sub>	O <sub>ijkl</sub>	tr <sub>ijkl</sub>	tf <sub>ijkl</sub>
O <sub>87A1</sub>	5887	5926	O <sub>88A1</sub>	5926	5965	O <sub>89A1</sub>	5965	6020
O <sub>87H2*</sub>	6093	6115	O <sub>88H2*</sub>	6115	6137	O <sub>89H2*</sub>	6240	6272
O <sub>87A3*</sub>	6399	6438	O <sub>88A3*</sub>	6438	6477	O <sub>89A3*</sub>	6477	6532
O <sub>87B4</sub>	6688	6706	O <sub>88B4</sub>	6720	6738	O <sub>89B4</sub>	6738	6763
O <sub>87C5</sub>	6919	6937	O <sub>88C5</sub>	6937	6955	O <sub>89C5</sub>	6955	6980
O <sub>87G6</sub>	7244	7270	O <sub>88G6</sub>	7270	7296	O <sub>89G6</sub>	7296	7333
O <sub>87H7</sub>	7533	7555	O <sub>88H7</sub>	7555	7577	O <sub>89H7</sub>	7577	7609
O <sub>87J8</sub>	7820	7842	O <sub>88J8</sub>	7842	7864	O <sub>89J8</sub>	7864	7896
O <sub>87G9</sub>	8160	8186	O <sub>88G9</sub>	8186	8212	O <sub>89G9</sub>	8212	8249
O <sub>87K10</sub>	8704	8724	O <sub>88K10</sub>	8724	8744	O <sub>89K10</sub>	8744	8772
O <sub>87L11</sub>	9776	9796	O <sub>88L11</sub>	9796	9816	O <sub>89L11</sub>	9816	9844

Tabel 4.24 dan Tabel 4.25 menjelaskan tentang waktu dimulai dan waktu selesainya dari tiap-tiap job dengan menggunakan algoritma EDD MST. Tabel untuk waktu mulai dan waktu penyelesaian *job* selengkapnya dapat dilihat di Lampiran 6. Berdasarkan perhitungan yang disajikan dalam tabel tersebut dapat dikatakan bahwa algoritma EDD MST telah memenuhi kondisi sesuai dengan sistem dan logika model, yang artinya algoritma EDD MST dapat dikatakan telah terverifikasi.

#### 1. Pemenuhan Fungsi Tujuan

Tujuan dari algoritma ini yaitu untuk meminimasi *total tardiness*. Pada analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah algoritma yang digunakan telah memenuhi fungsi tujuan yang diharapkan.

Tabel 4.26 Perbandingan *Total Tardiness* Penjadwalan *Existing* dan Algoritma EDD MST

JOB	<i>Due date</i> (menit)	Waktu Selesai <i>Existing</i> (menit)	Waktu Selesai Algoritma EDD MST (menit)	Realisasi Keterlambatan <i>Existing</i>	Realisasi Keterlambatan Algoritma EDD MST
1	11040	9816	3897	0	0
2	11040	15570	4417	4530	0
3	11040	7778	4183	0	0
4	11040	26447	4746	15407	0
5	4800	14682	1645	882	0
6	24000	10658	9994	0	0
7	24000	12106	10920	0	0
8	23520	30964	11172	7444	0
9	36960	26447	11367	0	0
<i>Total Tardiness</i>				37263	0

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan algoritma EDD MST dan ditunjukkan pada Tabel 4.26 tujuan untuk meminimasi *total tardiness* tercapai, dimana

pada penjadwalan *existing*, *total tardiness* dari semua *job* sebesar 37263 menit dapat diminimalkan menjadi 0. Nilai *total tardiness* penjadwalan *existing* sebesar 37263 menit merupakan waktu total keterlambatan dari 4 *job*. Dimana masing-masing *job* memiliki *due date* dan waktu penyelesaian yang berbeda. Dikarenakan dalam satu hari terdapat lebih dari satu *job* yang terlambat, sehingga nilai total keterlambatan cukup besar.

Tabel 4.27 Perbandingan Waktu Penyelesaian Penjadwalan *Existing* dan Algoritma EDD MST

JOB	Tanggal <i>Due date</i>	Waktu Selesai <i>Existing</i>	Waktu Selesai Algoritma EDD MST	Realisasi Keterlambatan <i>Existing</i> (hari)	Realisasi Keterlambatan Algoritma EDD MST (hari)
1	30 Desember	24 Desember	10 Desember	0	0
2	30 Desember	9 Januari	11 Desember	8	0
3	30 Desember	19 Desember	10 Desember	0	0
4	30 Desember	5 Februari	11 Desember	29	0
5	12 Desember	7 Januari	4 Desember	20	0
6	31 Januari	27 Desember	24 Desember	0	0
7	31 Januari	31 Desember	27 Desember	0	0
8	30 Januari	16 Februari	29 Desember	39	0
9	5 Maret	10 Februari	29 Desember	0	0
<i>Total Tardiness</i>				96	0

Berdasarkan Tabel 4.27, pengurangan nilai *tardiness* cukup signifikan, penjadwalan *existing* untuk *job 2*, *job 4*, *job 5*, dan *job 8* mengalami keterlambatan secara berturut-turut sebesar 33 hari, 29 hari, 24 hari, 40 hari menjadi 0. Artinya tidak ada *job* yang terlambat ketika menggunakan penjadwalan dengan algoritma EDD MST pada kejadian reproses. Sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma EDD MST telah memenuhi fungsi tujuan yakni meminimasi *total tardiness*.

## 2. Pemenuhan keputusan

### a. Pemenuhan *Due date*

Berdasarkan tabel 4.26 waktu selesai semua *job* jika dihitung dengan menggunakan algoritma EDD MST lebih kecil jika dibandingkan dengan waktu selesai *existing*. Sehingga *due date* dari semua *job* dapat terpenuhi.

### b. Adanya kejadian reproses

Tabel 4.15 menampilkan kejadian reproses di masing-masing *job*. Reproses terjadi karena dua hal, yakni reproses kualitas untuk perbaikan dan reproses aliran.

Waktu reproses berbeda-beda sesuai dengan panjang kain yang harus direproses. Semua *job* mengalami reproses baik reproses kualitas maupun reproses aliran di *resource* yang sama. Dalam penelitian ini, adanya kejadian reproses menjadi pertimbangan untuk menentukan prioritas urutan *job* dalam penjadwalannya. Dalam algoritma EDD MST yang diusulkan, kejadian reproses pada *job*  $i$  akan dijadwalkan ketika *job*  $i$  memiliki *slack time* lebih kecil dibandingkan dengan  $job\ i+1$ .

c. Adanya pengurutan *job*

Pada algoritma EDD MST, jumlah *job* yang dijadwalkan sama dengan jumlah *job* yang dijadwalkan dengan algoritma EDD, dan MST yaitu terdapat 9 *job* yang dijadwalkan. Pada Tabel 4.15 setiap *job* terdapat reproses. Kejadian reproses mengakibatkan adanya pengurutan ulang. Algoritma EDD MST telah menjelaskan ketika terjadi reproses, *job* yang memiliki *slack time* minimum akan dijadwalkan terlebih dahulu di *resource* tersebut ketika terdapat antrian *job* baru pada *resource* yang sama.

Tabel 4.28 Perubahan Urutan *Job* Ketika Terjadi Reproses Pada Algoritma EDD MST

Jadwal Awal		Jadwal Setelah Ada Reproses	
Mesin	Urutan Job	Mesin	Urutan Job
A	5-1-2-3-4-8-6-7-9	A	5-1-2-3-4-8-6-6* <sup>*</sup> -8* <sup>*</sup> -7-9
B	1-2-3-4-8-6-7-9	B	1-2-3-4-8-6-7-9
C	5-1-2-3-4-8-6-7-9	C	5-5* <sup>*</sup> -1-2-2* <sup>*</sup> -3-4-1* <sup>*</sup> -8-6-7-9
G	2-4-2" <sup>"</sup> -8-9-9" <sup>"</sup> -9" <sup>"</sup>	G	2-4-2" <sup>"</sup> -4* <sup>*</sup> -4* <sup>*</sup> -4* <sup>*</sup> -8-8* <sup>*</sup> -9-9" <sup>"</sup> -9" <sup>"</sup>
H	5-2-4-2" <sup>"</sup> -8-9-9" <sup>"</sup> -9" <sup>"</sup>	H	5-2-8* <sup>*</sup> -4-2" <sup>"</sup> -4* <sup>*</sup> -4* <sup>*</sup> -4* <sup>*</sup> -8-9-9" <sup>"</sup> -9" <sup>"</sup>
J	5-2-4-2" <sup>"</sup> -8-9-9" <sup>"</sup> -9" <sup>"</sup>	J	5-2* <sup>*</sup> -2-4-2" <sup>"</sup> -4* <sup>*</sup> -4* <sup>*</sup> -4* <sup>*</sup> -8-9-9" <sup>"</sup> -9" <sup>"</sup>
K	1-3-2-4-6-7-8-9	K	1-3-1* <sup>*</sup> -3* <sup>*</sup> -2-3* <sup>*</sup> -4-6-7-7* <sup>*</sup> -6* <sup>*</sup> -8-9-7* <sup>*</sup>
L	1-3-2-4-6-7-8-9	L	1-3-1* <sup>*</sup> -1* <sup>*</sup> -3* <sup>*</sup> -3* <sup>*</sup> -2-4-6-7* <sup>*</sup> -6* <sup>*</sup> -7-7* <sup>*</sup> -7* <sup>*</sup> -8-9

Berdasarkan Tabel 4.28, urutan pengerjaan di mesin B tidak mengalami perubahan dikarenakan tidak adanya reproses baik reproses kualitas maupun reproses aliran. Reproses kualitas ditunjukkan dengan angka bersimbol bintang yang berwarna biru ( $n^*$ ) dan reproses aliran ditunjukkan dengan angka bersimbol double aksent berwarna hijau ( $n''$ ). Dari tabel 4.28 dapat disimpulkan adanya perubahan urutan pada awal penjadwalan *job* yang diakibatkan adanya reproses kualitas di mesin A, mesin C, mesin G, mesin H, mesin J, mesin K, dan mesin L.

### 3. Pemenuhan Asumsi

Berdasarkan proses perhitungan algoritma EDD MST, dapat disimpulkan bahwa algoritma telah memenuhi asumsi yang telah ditetapkan di awal penelitian yaitu keseluruhan mesin dan keseluruhan *job* siap pada waktu ke nol, *job* yang sedang diproses disuatu mesin tidak boleh disisipkan *job* lain, reproses aliran sudah diketahui di awal penjadwalan, dan *ready time* masing-masing operasi disesuaikan dengan operasi sebelumnya. Algoritma EDD MST juga telah memenuhi fungsi tujuan yaitu meminimasi nilai *total tardiness* dan pemenuhan keputusan yaitu pemenuhan *due date*, terdapat kejadian reproses dan adanya pengurutan *job* sehingga dapat dikatakan bahwa algoritma EDD MST telah tervalidasi.

### 4.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan, verifikasi dan validasi algoritma usulan, dapat dinyatakan bahwa ketiga model algoritma usulan yaitu algoritma EDD, algoritma MST, dan algoritma EDD MST telah memenuhi fungsi tujuan yang telah ditetapkan di awal penelitian yaitu meminimasi *total tardiness* di PT. Mertex Mojokerto. Berdasarkan perhitungan pada sub bab sebelumnya, didapatkan urutan dari *job* ketika menggunakan algoritma EDD yaitu *job 5 – job 1 – job 2 – job 3 – job 4 – job 8 – job 6 – job 7 – job 9*. Dengan menggunakan algoritma MST urutan *job* yang didapatkan yaitu *job 5 – job 1 – job 2 – job 3 – job 4 – job 6 – job 7 – job 8 – job 9*. Urutan *job* ketika menggunakan algoritma EDD MST yaitu *job 5 – job 1 – job 2 – job 3 – job 4 – job 8 – job 6 – job 7 – job 9*. Dari perhitungan, diperoleh nilai *total tardiness* dari masing-masing model algoritma pada Tabel 4.29:

Tabel : 4.29 Perbandingan *Total Tardiness* Penjadwalan *Existing* dan Usulan

JOB	Duedate (menit)	Existing		Algoritma EDD		Algoritma MST		Algoritma EDD MST	
		Selesai	Keterlam Batan	Selesai	Keterlam batan	Selesai	Keterlam batan	Selesai	Keterlam batan
1	30 Desember	24 Des	0	10 Des	0	10 Des	0	10 Des	0
2	30 Desember	9 Jan	8	11 Des	0	10 Des	0	11 Des	0
3	30 Desember	19 Des	0	10 Des	0	10 Des	0	10 Des	0
4	30 Desember	5 Feb	29	12 Des	0	11 Des	0	11 Des	0
5	12 Desember	7 Jan	20	4 Des	0	4 Des	0	4 Des	0
6	31 Januari	27 Des	0	26 Des	0	23 Des	0	24 Des	0
7	31 Januari	31 Des	0	26 Des	0	23 Des	0	27 Des	0
8	30 Januari	16 Feb	39	12 Des	0	24 Des	0	29 Des	0
9	5 Maret	10 Feb	0	27 Des	0	24 Des	0	29 Des	0
Total Tardiness			96		0		0		0

Berdasarkan Tabel 4.29 dapat diketahui bahwa algoritma EDD, algoritma MST dan algoritma EDD MST dapat menekan nilai *total tardiness* penjadwalan *existing* di PT. Mertex pada kejadian reproses. Pengurangan nilai *tardiness* cukup signifikan, penjadwalan *existing* untuk *job 2*, *job 4*, *job 5*, dan *job 8* mengalami keterlambatan secara berturut-turut sebesar 8 hari, 29 hari, 20 hari, 39 hari menjadi 0. Untuk nilai *total tardiness* pada penjadwalan *existing* yaitu sebesar 96 hari dapat dikurangi menjadi 0. Artinya tidak ada *job* yang terlambat ketika menggunakan penjadwalan dengan algoritma EDD, MST, ataupun EDD MST pada kejadian reproses.

Pada Tabel 4.29 ketika menggunakan algoritma EDD dan algoritma EDD MST memiliki urutan awal *job* yang sama, namun waktu selesai dari *job 6*, *job 7*, *job 8* dan *job 9* berbeda. Hal tersebut dikarenakan pada algoritma EDD MST, ketika terjadi reproses *job* yang memiliki *slack time* terkecil akan dikerjakan terlebih dahulu. Sedangkan pada algoritma EDD, ketika terjadi reproses *job* yang memiliki *due date* terdekat yang akan dikerjakan terlebih dahulu. Dengan adanya perbedaan pengurutan tersebut, dapat mempengaruhi waktu penyelesaian dari *job* yang dijadwalkan.

Dalam implementasinya, algoritma EDD lebih mudah diimplementasikan di perusahaan dibandingkan dengan algoritma MST dan algoritma EDD MST. Pihak perencana dan pelaksana jadwal produksi akan lebih mudah mengurutkan *job* dengan membandingkan berdasarkan *due date* yang lebih dekat. Sedangkan apabila menggunakan algoritma MST, perlu menghitung *slack time* dari setiap *job* yang *ready* di setiap proses terutama yang terdapat kejadian reproses sebagai dasar pengurutannya. Pelaksana jadwal produksi dapat segera merespon bagaimana perubahan jadwal jika terjadi reproses kualitas tanpa perlu menunggu keputusan dari perencana jadwal produksi. Selain itu, ketika produk jadi selesai sebelum waktu *due date* maka produk jadi dapat dikirim langsung ke *customer* sehingga dapat meminimalkan adanya kemungkinan keterlambatan pengiriman produk yang berakibat adanya penalti yang harus diterima perusahaan. Sehingga algoritma EDD yang diusulkan dapat digunakan untuk menekan nilai *total tardiness* pada produksi kain di PT. Mertex pada kejadian reproses.