

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan ini berisi data yang telah dikumpulkan dan selanjutnya dilakukan pengolahan berdasarkan metode penelitian yang sudah dilakukan. Kemudian menginterpretasi data untuk mendapatkan hasil analisis dan pembahasan dari metode yang digunakan dalam penelitian ini.

4.1 Pengumpulan Data

Tahap ini menyajikan hasil pengumpulan data yang didapatkan dari perusahaan yang terdiri dari gambaran umum perusahaan, gambaran umum proses produksi, data permintaan pada bulan November 2016, data jumlah produk yang dikerjakan, data waktu proses pengerjaan mesin setiap proses produksi.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada bagian ini dijelaskan mengenai gambaran PT. Kencana Tiara Gemilang secara umum, mengenai profil singkat perusahaan, visi, misi dan struktur organisasi perusahaan.

4.1.1.1 Profil Perusahaan

PT. Kencana Tiara Gemilang terletak di Singosari km. 22, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. PT. Kencana Tiara Gemilang yang sebelumnya merupakan PT. Sido Bangun Indonesia, merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi plastic *packaging* yang berdiri sejak awal 2004. PT. Kencana Tiara Gemilang memiliki 4 proses produksi utama, antara lain: *Extrusion*, *Gusset*, *Printing* dan *Converting*. PT. Kencana Tiara Gemilang memiliki lahan daerah seluas 77.200 m² dan memiliki manajemen mutu yang sudah tersertifikasi ISO 9001:2008.

Pada awal berdirinya, PT. Kencana Tiara Gemilang banyak bergerak di produksi kemasan plastik industri dan rumah tangga, kantong sampah, kantong belanja dan *protective plastic sheet*. Karena adanya permintaan konsumen yang bervariasi, PT. Kencana Tiara Gemilang menerapkan suatu sistem penjadwalan yang dapat memenuhi jumlah permintaan dan produk dari memiliki jenis produk utama, dimana terdapat 9 jenis produk yang merupakan pesanan dari pelanggan (*Make To Order*).

PT. Kencana Tiara Gemilang memiliki motto “Dari Kami untuk Bumi”, yang berarti PT. Kencana Gemilang sudah mulai menghasilkan produk bergerak ke bidang agrikultur seperti *mulsa*, *polybag* dan *protective sheet*. Adanya peluang permintaan di bidang Perikanan dan Kelautan dan Konstruksi, maka pada awal tahun 2018, PT. Kencana Tiara Gemilang menambahkan suatu *line* produksi *Geomembrane*.

4.1.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

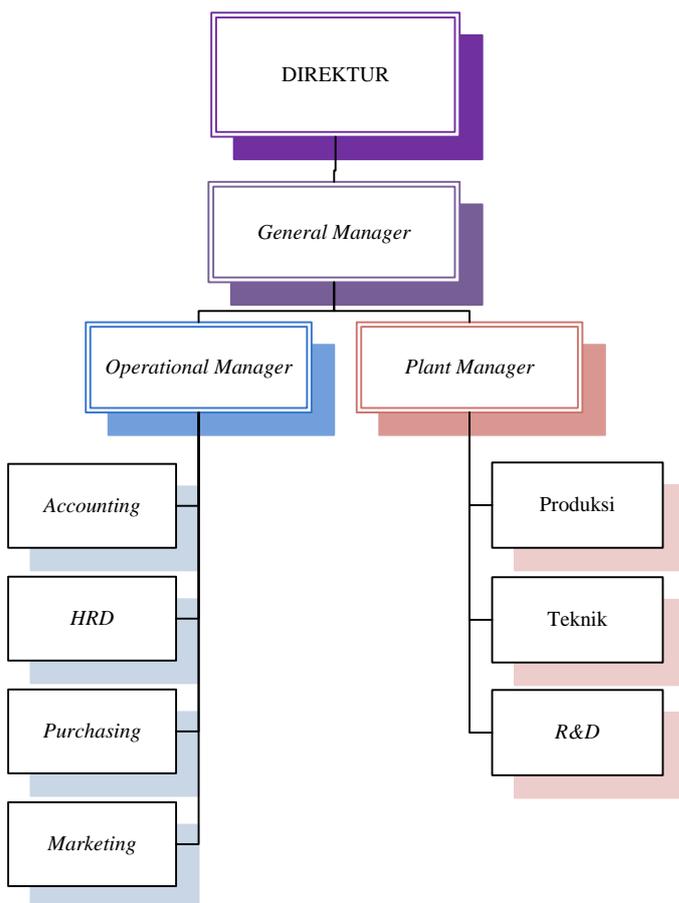
Dalam menjalankan usahanya, PT. Kencana Tiara Gemilang memiliki visi untuk menjadi perusahaan industri kemasan plastik terkemuka di dunia dengan kapasitas produksi tahun sebesar 100.000 MT di tahun 2025. Guna meraih visi tersebut, PT. Kencana Tiara Gemilang memiliki misi sebagai berikut:

1. Pengembangan strategi finansial yang sehat dan efisien.
2. Inovasi yang selaras dengan perkembangan perusahaan dan dunia usaha.
3. Perencanaan yang strategis guna melebarkan bisnis ke pasar internasional.
4. Pengembangan sistem produksi yang dinamis dan berdaya guna.
5. Pemebrian nilai tambah bagi seluruh pemegang saham, pelanggan, masyarakat dan lingkungan global.
6. Perbaikan berkesinambungan di segala aspek.

4.1.1.3 Struktur Perusahaan

PT. Kencana Tiara Gemilang terdiri dari dua departemen utama, yaitu : departemen *Operational Manager* dan *Plant Manager*. *Operational Manager* memiliki 4 sub departemen berupa *Accounting*, *HRD*, *Purchasing* dan, *Marketing*. *Plant Manager* memiliki 3 sub departemen berupa Produksi, Teknik dan R&D. Pada penelitian ini, objek penelitian dilakukam pada sub departemen produksi, yang mana departemen produksi merupakan departemen yang bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan produksi. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data primer maupun sekunder pada sub departemen produksi.

Gambar 4.1 menunjukkan struktur organisasi dari PT. Kencana Tiara Gemilang. *General Manager* mengkoordinasikan dan bertanggung jawab atas dua departemen utama..



Gambar 4.1 Struktur organisasi PT. Kencana Tiara Gemilang
 Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

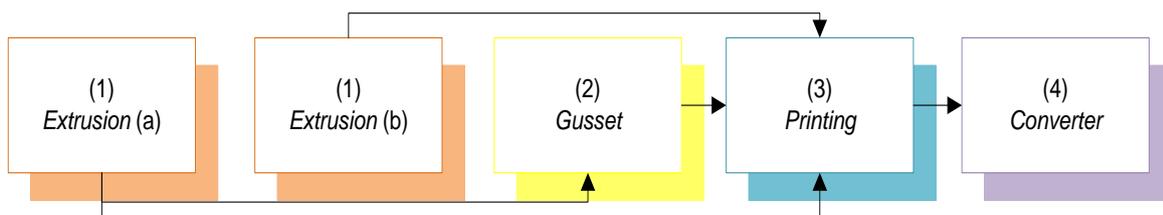
Uraian pembagian tugas dari masing-masing sub departemen adalah sebagai berikut:

1. Departemen *Accounting* bertugas merencanakan dan mengatur segala hal yang berhubungan dengan dana atau keuangan, seperti menetapkan struktur keuangan dan melakukan pembayaran pajak perusahaan.
2. Departemen *HRD* bertugas merencanakan dan mengatur segala hal yang berhubungan dengan sumber daya manusia, seperti merekrut karyawan baru, memberikan training, mengadakan konseling dan memberhentikan karyawan.
3. Departemen *Purchasing* bertugas merencanakan dan mengatur segala hal yang berhubungan dengan pembelian yang mendukung perusahaan, seperti pembelian bahan baku dan pembelian mesin baru.
4. Departemen *Marketing* bertugas merencanakan dan mengatur segala hal yang berhubungan dengan penjualan hasil produksi, seperti melakukan promosi, memasarkan produk dan menghubungi distributor.
5. Departemen *Produksi* bertugas merencanakan, mengkoordinasikan dan mengontrol serta memastikan jalannya proses produksi, menentukan target dan mengusahakan target tersebut dapat dicapai.

6. Departemen Teknik bertugas untuk merencanakan, mengkoordinasikan dan mengendalikan masalah permesinan pada proses produksi dan melakukan perawatan pada mesin.
7. Departemen *R&D* bertugas untuk melakukan penelitian, pengembangan, inovasi dan mengetahui jenis produk yang dibutuhkan masyarakat, seperti meluncurkannya produk baru mulsa yang berfungsi melindungi padi.

4.1.2 Proses Produksi

PT. Kencana Tiara Gemilang memiliki 4 tahapan proses utama dalam keseluruhan menjalankan produksinya, yaitu *Extrusion*, *Gusset*, *Printing* dan *Converting*. Pada tahap awal, proses *extrusion* yang dibedakan menjadi 2 proses yang berbeda. Hal ini dikarenakan adanya produk yang membutuhkan perlakuan yang berbeda pada proses *extrusion*. Gambar 4.2 merupakan skema proses pembuatan *plastic packaging* secara keseluruhan.



Gambar 4.2 Skema proses produksi *plastic packaging* PT. Kencana Tiara Gemilang
Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

1. Proses *Extrusion*

Proses pertama dalam produksi lembaran plastik adalah proses ekstrusi yang juga dikenal dengan istilah “peniupan film plastik” (*blown film*) dimana bijih plastik diubah menjadi gelembung dalam berbagai ketebalan, lebar, warna dan karakteristik sesuai dengan permintaan. Pada proses ini, digunakan dua jenis mesin ekstrusi. Hasil dari tahap ini berupa lembaran atau gulungan plastik (*plastic roll*) yang kemudian diolah kembali pada proses berikutnya. Gambar 4.3 merupakan gambar proses *extrusion*.



Gambar 4.3 Proses *extrusion*

Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

2. Proses *Gusset*

Proses kedua merupakan proses mengubah lembaran plastik menjadi memiliki pola yang disesuaikan. Pada proses ini, dilakukan penekanan pada sudut plastik tertentu atau *gusseting* sehingga didapatkan plastik yang memiliki pola. Produk yang melalui proses *gusset* yaitu: *masking film*, *shopping bag*, *garbage bag* dan *garbage bag* KTG.

Gambar 4.4 merupakan gambar proses *gusset*.



Gambar 4.4 Proses *gusset*

Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

3. Proses Printing

Proses *printing* merupakan proses pemberian warna atau logo pada produk hasil dari proses *extrusion* atau *gusset*. Hasil dari proses berupa gulungan-gulungan film plastik kemudian diproses printing dengan menggunakan teknologi cetak *rotogravure* dan *flexography*. Gambar 4.5 merupakan gambar proses *printing*.



Gambar 4.5 Proses *printing*

Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

4. Proses *Converting*

Proses *converting* adalah tahap terakhir dari proses produksi kantong plastik dimana lembaran plastik dipotong dan diubah menjadi berbagai tipe dan ukuran kemasan plastik sesuai permintaan pelanggan. Berbagai tipe *converting* dan opsi tersedia, seperti *t-shirt*, *flush cut*, *flush cut with handle*, *draw tape*, *star seal*, tas plastik berbentuk segitiga atau kerucut, *soft loop bags*, lembaran plastik untuk mengemas makanan dan lembaran pelindung otomotif dan interior.



Gambar 4.6 Proses *converting*

Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

4.1.3 Proses Penjadwalan Perusahaan

Dalam menjalankan fungsi perencanaan dan pengendalian produksi, PT. Kencana Tiara Gemilang tidak melakukan proses peramalan untuk memproyeksikan permintaan yang diproduksi. Hal ini dikarenakan sebagian besar produk PT. Kencana Tiara Gemilang beroperasi dengan sistem *Make to Order*, sehingga data produksi *plastic packaging* tiap bulannya disesuaikan dengan pesanan yang datang. Permintaan pelanggan yang diterima dikerjakan pada awal bulan berikutnya karena adanya kendala waktu dan biaya serta *setup* pada proses mesin, sehingga sulit untuk mengerjakan produksi pada saat bulan tersebut. Namun, tidak menutup kemungkinan PT. Kencana Tiara Gemilang mampu menerima permintaan jika *job* yang dikerjakan memiliki proses dan *setup* yang sama. Proses penjadwalan yang dilakukan PT. Kencana Tiara Gemilang adalah *Priority Scheduling* dimana produk yang dikerjakan terlebih dahulu adalah produk dengan jumlah permintaan terbanyak.

4.1.4 Data Produksi Plastik

Data produksi plastik berisi informasi mengenai jumlah produk plastik yang harus diproduksi dalam satuan ton dengan spesifikasi jenis produk sesuai pesanan. Pengambilan data produksi untuk periode 1 bulan berasal dari pesanan yang telah dikerjakan pada bulan November 2016. Data jumlah permintaan dan realisasi yang telah diproduksi pada bulan November 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1
Jumlah Permintaan dan Realisasi November 2016

No.	Jenis Produk	Jumlah Permintaan (kg)	Jumlah yang Mampu Terpenuhi (kg)
1	<i>Polybag</i>	6192	6192
2	<i>Piping Bag</i>	5888	5888
3	<i>Flush Cut</i>	5290	5290
4	<i>Mulsa</i>	4007	4007
5	<i>Drawtape</i>	7453	7453
6	<i>Masking Film</i>	8219	8219
7	<i>Shopping Bag</i>	6686	6686
8	<i>Garbage Bag</i>	3998	3895
9	<i>Garbage Bag KTG</i>	3486	2618

Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

4.1.5 Data Waktu Teoritis Kapasitas Mesin

Setiap kapasitas mesin memiliki waktu yang berbeda di tiap mesin atau *stage*. Waktu kapasitas mesin ini sangat berpengaruh dalam tercapainya target produksi suatu perusahaan. Pengambilan data waktu kapasitas mesin dilakukan secara wawancara secara

langsung terhadap pihak *General Manager* dan *Plant Manager*, maka jenis data waktu yang diperoleh akan bersifat waktu teoritis. Data waktu teoritis kapasitas mesin dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2
Waktu Teoritis Kapasitas Mesin

No.	Jenis Produk	Waktu Teoritis Kapasitas Mesin (Kg/Jam)				
		<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
1	<i>Polybag</i>	0	79,65	71,9	0	422,5
2	<i>Piping Bag</i>	0	146,3	0	0	220,8
3	<i>Flush Cut</i>	0	151,5	0	58,6	0
4	<i>Mulsa</i>	190	0	0	46,16	0
5	<i>Drawtape</i>	0	80,36	0	58	426,1
6	<i>Masking Film</i>	238,8	0	96,22	57,73	424
7	<i>Shopping Bag</i>	241	0	97,26	53,49	428,5
8	<i>Garbage Bag</i>	184,7	0	74,78	41,13	329,5
9	<i>Garbage Bag KTG</i>	236,2	0	96,65	58	426

Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui waktu teoritis kapasitas mesin pada setiap produk dan mesin. Waktu teoritis kapasitas mesin untuk *extrusion* (a) pada *shopping bag* adalah 241 kg/jam yang artinya selama 1 jam pada proses *extrusion* (a) dapat menghasilkan lembaran plastik untuk *shopping bag* sebanyak 241 kg. Waktu teoritis kapasitas mesin untuk *extrusion* (b) pada *shopping bag* adalah 0 kg/jam yang artinya untuk produk *shopping bag*, tidak perlu melalui proses *extrusion* (b). Waktu teoritis kapasitas mesin untuk *gusset* pada *shopping bag* adalah 97,26 kg/jam yang artinya selama 1 jam pada proses *gusset* dapat menghasilkan lembaran plastik yang telah diberi sudut untuk *shopping bag* sebanyak 97,26 kg. Waktu teoritis kapasitas mesin untuk *printing* pada *shopping bag* adalah 53,49 kg/jam yang artinya selama 1 jam pada proses *printing* dapat dihasilkan lembaran plastik yang telah diberi warna untuk *shopping bag* sebanyak 53,49 kg. Waktu teoritis kapasitas mesin untuk *converting* pada *shopping bag* adalah 428,5 kg/jam yang artinya selama 1 jam pada proses *converting* dapat dihasilkan lembaran plastik yang telah dibentuk untuk *shopping bag* sebanyak 428,5 kg. Dikarenakan waktu kapasitas mesin bersifat teoritis, waktu ini tidak memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan penjelasan yang ada pada Tabel 4.2. Penambahan *allowance* (waktu kelonggaran) akan dilakukan pada data waktu kerja sebesar 5% untuk mengatasi jika terjadi adanya *delay* (penundaan) atau hal-hal yang tidak terduga.

4.1.6 Data Waktu Kerja

PT. Kencana Tiara Gemilang beroperasi selama tiap hari dengan jam kerja selama 24 jam. Jumlah hari kerja dalam satu bulan sangat mempengaruhi proses penyusunan rencana produksi harian yang dilakukan oleh pihak perusahaan. Penjadwalan bulan Agustus dilakukan selama 4 minggu, yaitu mulai tanggal 1 November 2016 – 5 Desember 2016. Maka total waktu yang dimiliki PT. Kencana Tiara Gemilang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3
Waktu Proses Produksi

Bulan	Lama Jam Kerja per Hari	Jumlah Hari yang tersedia	Total Jam Kerja Tersedia (jam)
November 2016	24	35	840

Sumber: PT. Kencana Tiara Gemilang (2016)

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat waktu total jam kerja yang tersedia selama bulan November 2016 sebanyak 840 jam. Penambahan waktu *allowance* yang diberikan pada jam kerja sebesar $840 \times 5\% = 42$ jam yang dibulatkan menjadi 2 hari.

4.2 Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, dilanjutkan dengan pengolahan data mulai dari melakukan menghitung waktu proses, membuat formulasi *Mixed Integer Linear Programming*, melakukan penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*, melakukan verifikasi model *Mixed Integer Linear Programming* dan membandingkannya dengan penjadwalan *existing*.

4.2.1 Perhitungan Waktu Proses

Waktu proses adalah waktu yang diperlukan suatu *stage* (mesin) untuk menyelesaikan suatu *job* (produk). Waktu proses diperoleh dari jumlah yang mampu terpenuhi pada Tabel 4.1 dibagi dengan waktu teoritis kapasitas mesin pada Tabel 4.2.

Perhitungan waktu proses untuk tiap produk dapat menggunakan rumus:

$$t_{i,j} = S_j / V_{i,j} \quad (4-1)$$

Dimana:

$t_{i,j}$ = waktu proses pada produk atau *job* j pada proses atau *stage* i

S_j = jumlah yang harus diproduksi pada produk atau *job* j

$V_{i,j}$ = kecepatan produk dihasilkan pada produk atau *job* j pada proses atau *stage* i

Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu proses untuk produk *Shopping bag* pada proses *extrusion* (a).

Diketahui:

$$S_j = 6686 \text{ kg}$$

$$V_{i,j} = 241 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Maka, } t_{i,j} = S_j/V_{i,j} = 6686/241 = 27,75 \text{ jam}$$

Data hasil rekapitulasi waktu proses produksi untuk masing-masing proses dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Data Waktu Proses Produksi untuk Masing-masing Produk

No.	Jenis Produk	Waktu Proses Produksi (jam)				
		<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
1	<i>Polybag</i>	0	77,75	86,12	0	14,66
2	<i>Piping Bag</i>	0	40,25	0	0	26,67
3	<i>Flush Cut</i>	0	34,92	0	90,28	0
4	<i>Mulsa</i>	21,09	0	0	86,81	0
5	<i>Drawtape</i>	0	92,75	0	128,5	17,5
6	<i>Masking Film</i>	34,42	0	85,42	142,37	19,39
7	<i>Shopping Bag</i>	27,75	0	68,75	125	15,61
8	<i>Garbage Bag</i>	21,09	0	52,09	94,7	11,83
9	<i>Garbage Bag</i> KTG	11,09	0	27,09	45,14	6,15

Pada Tabel 4.4 terdapat nilai 0 di sebagian produk pada proses *extrusion* (a), *extrusion* (b), *gusset printing* dan *converting*. Nilai 0 ini menunjukkan bahwa produk tersebut tidak dilalui atau dikerjakan melalui mesin atau *stage* tersebut.

4.2.2 Pengembangan model *Mixed Integer Linear Programming*

Pengembangan model *Mixed Integer Linear Programming* memerlukan adanya parameter, variabel keputusan, fungsi objektif dan fungsi kendala yang diformulasikan dalam bentuk matematis. Pengembangan model *Mixed Integer Linear Programming* ini mempermudah membuat jadwal usulan.

4.2.2.1 Indeks

Indeks yang digunakan dalam model *Mixed Integer Linear Programming* ini sebagai berikut:

i = dinyatakan sebagai mesin atau *stage* dimana i bernilai 1,2,3,4,5

j = dinyatakan sebagai *job* dimana j bernilai 1,2,3,4,5,6,7,8,9

k = dinyatakan sebagai *job* dimana k bernilai 1,2,3,4,5,6,7,8,9

4.2.2.2 Parameter

Parameter-parameter yang digunakan dalam model *Mixed Interger Linear Programming* ini sebagai berikut:

- $t_{i,j}$ = waktu proses *job j* pada *stage i*
 U = nilai berukuran besar (*Big M*) = 9999

4.2.2.3 Variabel Keputusan

Variabel-variabel keputusan yang digunakan dalam model *Mixed Interger Linear Programming* ini sebagai berikut:

- $Y_{i,j,k}$ = pendahulu *job k* menuju *job j* di *stage i*. $Y_{i,j,k}$ bernilai 1 jika *job k* harus dikerjakan terlebih dahulu sebelum *job j*, selain itu bernilai 0
 $C_{i,j}$ = waktu penyelesaian *job (completion time)* pada *job j* di *stage i*

4.2.2.4 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah meminimasi maksimum waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan yang ada dalam proses produksi (*makespan*). Fungsi tujuan tersebut secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$\text{minimize } C_{\max} \quad (4-2)$$

4.2.2.5 Fungsi Kendala

Fungsi kendala dari penelitian ini berkaitan dengan batasan-batasan (*constraints*) yang diberikan agar dapat memenuhi fungsi tujuan yang telah ditetapkan. Berikut ini kendala-kendala yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Kendala berikut ini digunakan untuk menunjukkan bahwa nilai *completion time* tidak boleh lebih kecil daripada nilai proses pengerjaan berdasarkan waktu proses *job j* pada *stage i*. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$C_{i,j} \geq t_{i,j} \quad \forall i, \forall j \quad (4-3)$$

2. Kendala berikut ini digunakan untuk menghitung dan menambah *completion time* berdasarkan waktu proses *job j* pada *stage i*. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$C_{i,j} = C_{i-1,j} \quad \forall i, \forall j, t_{i,j} = 0$$

$$C_{i,j} \geq C_{i-1,j} + t_{i,j} \quad \forall i, \forall j, t_{i,j} \neq 0 \quad (4-4)$$

3. Kendala berikut ini menjelaskan bahwa selisih *completion time* antara produk sesudah dengan produknya sebelumnya tidak boleh kurang dari *completion time* produk sesudahnya. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$C_{i,j} - C_{i,k} + U_x y_{i,j,k} \geq t_{i,j} \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k, t_{i,j} \neq 0 \quad (4-5)$$

4. Kendala berikut ini menjelaskan bahwa selisih *completion time* antara produk sebelum dengan produknya sesudahnya tidak boleh kurang dari *completion time* waktu produk sebelumnya. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut

$$C_{i,k} - C_{i,j} + U_x (1 - y_{i,j,k}) \geq t_{i,k} \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k, t_{i,k} \neq 0 \quad (4-6)$$

5. *Completion time* maksimum (C_{\max}) merupakan nilai maksimum dari *completion time* produk terakhir yang dikerjakan pada masing-masing *stage*. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$C_{\max} \geq C_{i,j} \quad \forall i, \forall j, i=5 \quad (4-7)$$

6. Kendala berikut ini digunakan untuk memastikan bahwa *completion time* yang dihasilkan harus bernilai positif. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$C_{i,j} \geq 0 \quad \forall i, \forall j \quad (4-8)$$

7. Kendala berikut ini digunakan untuk memastikan bahwa *completion time* maksimum yang dihasilkan harus bernilai positif. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$C_{\max} \geq 0 \quad (4-9)$$

8. Kendala berikut ini digunakan untuk memastikan bahwa masing-masing job hanya dikerjakan hanya sekali pada satu *stage*. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$Y_{i,j,k} = 0,1 \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k \quad (4-10)$$

$$\sum_{k=1}^n (Y_{i,j,k} + Y_{i,k,j}) = 1 \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k, t_{i,j} \neq 0 \quad (4-11)$$

4.2.2.6 Formulasi *Mixed Integer Linear Programming*

Berdasarkan penjelasan mengenai fungsi objektif (4-2) dan fungsi kendala (4-3) sampai (4-11), maka formulasi *Mixed Integer Linear Programming* ditulis sebagai berikut.

Fungsi Tujuan:

$$\text{minimize } C_{\max}$$

Fungsi Kendala:

$$C_{i,j} \geq t_{i,j} \quad \forall i, \forall j$$

$$C_{i,j} = C_{i-1,j} \quad \forall i, \forall j, t_{i,j} = 0$$

$$C_{i,j} \geq C_{i-1,j} + t_{i,j} \quad \forall i, \forall j, t_{i,j} \neq 0$$

$$C_{i,j} - C_{i,k} + U_x y_{i,j,k} \geq t_{i,j} \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k, t_{i,j} \neq 0$$

$$C_{i,k} - C_{i,j} + U_x (1 - y_{i,j,k}) \geq t_{i,k} \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k, t_{i,k} \neq 0$$

$$C_{\max} \geq C_{i,j} \quad \forall i, \forall j, i=5$$

$$C_{i,j} \geq 0 \quad \forall i, \forall j$$

$$C_{\max} \geq 0$$

$$Y_{i,j,k} = 0,1 \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k$$

$$\sum_{k=1}^n (Y_{i,j,k} + Y_{i,k,j}) = 1 \quad \forall i, \forall j, \forall k, j > k, t_{i,j} \neq 0$$

4.2.2.7 Parameterisasi Model *Mixed Integer Linear Programming*

Parameterisasi model ini dilakukan untuk menentukan nilai pada parameter yang ada di dalam model. Parameterisasi waktu proses $t_{i,j}$ yang menyatakan waktu proses untuk *job* j pada *stage* i , nilai parameternya untuk masing-masing indeksnya dapat dilihat pada Tabel 4.5. Indeks *stage* $i = 1,2,\dots,5$ dan indeks *job* $j = 1,2,\dots,9$.

Tabel 4.5

Parameter $t_{i,j}$ untuk Tiap Indeks

Indeks i	j								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	0	21.09	0	34.42	27.75	21.09	11.09
2	77.75	40.25	34.92	0	92.75	0	0	0	0
3	86.12	0	0	0	0	85.42	68.75	52.09	27.09
4	0	0	90.28	86.81	128.5	142.4	125	94.7	45.14
5	14.66	26.67	0	0	17.5	19.39	15.61	11.83	6.15

4.2.3 Formulasi Model *Mixed Integer Linear Programming*

Permasalahan penjadwalan produksi *plastic packaging* dengan model *Mixed Integer Linear Programming* diselesaikan secara komputasi dengan bantuan *software* LINGO

11.0. Dalam penyelesaian menggunakan *software* LINGO 11.0, semua data, fungsi tujuan, dan fungsi kendala pada *Mixed Integer Linear Programming* diubah menjadi *syntax* sesuai dengan bahasa LINGO 11.0. Hasil perubahan algoritma menjadi *syntax* dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.3 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dijelaskan mengenai analisis dan pembahasan dari hasil pengumpulan dan pengolahan data yang nantinya digunakan sebagai dasar untuk membuat suatu kesimpulan dan jadwal rekomendasi untuk PT. Kencana Tiara Gemilang.

4.3.1 Analisis Jadwal Existing

PT. Kencana Tiara Gemilang menerapkan penjadwalan *Priority Scheduling*, dimana *job* yang memiliki prioritas terbesar dikerjakan terlebih dahulu. Pada PT. Kencana Tiara Gemilang prioritas atau pembobotan terletak pada jumlah permintaan terbanyak. Berikut ini hasil penjadwalan *existing* pada PT. Kencana Tiara Gemilang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6
Jadwal Kerja Existing

Jenis Produk	Jadwala Kerja (jam ke)				
	<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
<i>Polybag</i>		92,75	188,59		531,32
<i>Piping Bag</i>		170,7			545,98
<i>Flush Cut</i>		210,75		515,71	
<i>Mulsa</i>	62,17			605,99	
<i>Drawtape</i>		0		262,61	390,71
<i>Masking Film</i>	0		34,42	119,84	262,21
<i>Shopping Bag</i>	34,42		119,84	390,71	515,71
<i>Garbage Bag</i>	83,26		274,71	692,8	787,5
<i>Garbage Bag</i> KTG	104,36		326,8	787,5	832,64

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui jadwal produk yang dikerjakan pada setiap produk dan mesin. Jenis produk *polybag* pada proses *extrusion* (b) dikerjakan pada jam ke 92,75. Dengan menggunakan Tabel 4.7, dapat dihitung *completion time* pada masing-masing produk. Hasil perhitungan *completion time* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7
Completion Time Jadwal Existing untuk Masing-masing Produk

Jenis Produk	<i>Completion Time</i> (jam)				
	<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
<i>Polybag</i>		170,5	274,71		545,98
<i>Piping Bag</i>		210,95			572,65
<i>Flush Cut</i>		245,67		605,99	
<i>Mulsa</i>	83,26			692,8	
<i>Drawtape</i>		92,75		391,11	408,21

Jenis Produk	Completion Time (jam)				
	Extrusion (a)	Extrusion (b)	Gusset	Printing	Converting
Masking Film	34,42		119,84	262,24	281,6
Shopping Bag	62,17		188,59	515,71	531,32
Garbage Bag	104.35		326.8	787,5	799.33
Garbage Bag KTG	115.45		353.89	832.64	838.79

Pada Tabel 4.7 diperoleh nilai *makespan* dari keseluruhan produk, terletak pada produk *Garbage Bag* KTG dengan nilai sebesar 838,79 jam. Hal ini menunjukkan bahwa untuk menyelesaikan seluruh kegiatan produksi PT. Kencana Tiara Gemilang membutuhkan waktu selama 838,79 jam.

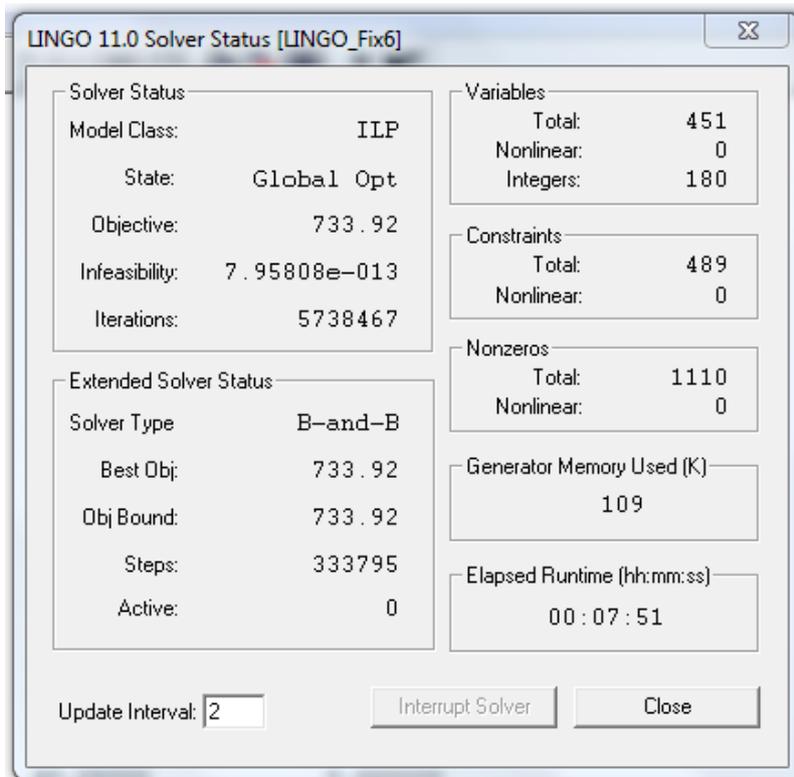
Gantt chart pada Lampiran 1, merupakan hasil penjadwalan *existing*. Berdasarkan gambar *gant chart* pada Lampiran 1, dapat diketahui *idle* dan *completion time* untuk masing-masing produk. *Idle* yang dihasilkan pada penjadwalan dengan penjadwalan *existing*, terletak pada proses *gusset* sebesar 34,43 jam, proses *printing* 119,84 sebesar jam dan proses *converting* sebesar 729,98 jam. Produk *polybag* memiliki *completion time* sebesar 531,32 jam atau setara dengan 22,14 hari. Produk *piping bag* memiliki *completion time* sebesar 545,98 jam atau setara dengan 22,75 hari. Produk *flush cut* memiliki *completion time* sebesar 515,71 jam atau setara dengan 21,49 hari. Produk *mulsa* memiliki *completion time* sebesar 605,99 jam atau setara dengan 25,25 hari. Produk *drawtape* memiliki *completion time* sebesar 390,71 jam atau setara dengan 16,28 hari. Produk *masking film* memiliki *completion time* sebesar 262,21 jam atau setara dengan 10,93 hari. Produk *shopping bag* memiliki *completion time* sebesar 515,71 jam atau setara dengan 21,49 hari. Produk *garbage bag* memiliki *completion time* sebesar 787,5 jam atau setara dengan 32,82 hari. Produk *garbage bag* KTG memiliki *completion time* sebesar 832,64 jam atau setara dengan 34,7 hari.

4.3.2 Analisis Model *Mixed Integer Linear Programming*

Hasil dari penyelesaian LINGO 11.0 dengan model *Mixed Integer Linear Programming* berupa fungsi tujuan yang didefinisikan untuk meminimasi *makespan*. Nilai *makespan* ini merupakan total dari seluruh waktu proses produksi pada semua *stage*. Untuk hasil output dari formulasi model *Mixed Integer Linear Programming*, dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pengembangan model *Mixed Integer Linear Programming* dikomputasi dengan menggunakan komputer *Intel® Core™ i5-2410M* 2.3 GHz dengan RAM 2 GB. Dari hasil komputasi (*running*) untuk model *Mixed Integer Linear Programming*, diperoleh nilai masing-masing *completion time* yang dapat diproses menjadi jadwal usulan. Keterangan

hasil dari ormulasi model *Mixed Integer Linear Programming*, dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 LINGO 11.0 solver status

Gambar 4.7 dapat ditunjukkan total variabel yang ada pada model sebesar 451 variabel dengan 180 variabel di antaranya adalah variabel *integer*, total batasan (*constraints*) yang dijabarkan dari model sebesar 489 batasan dan total *nonzeroes coefficient* dalam model sebesar 1110 koefisien. Dengan jumlah variabel, batasan dan koefisien tersebut, didapatkan solusi dari LINGO 11.0 untuk model *Mixed Integer Linear Programming* yang berupa nilai fungsi tujuan untuk meminimasi *maximum completion time/ makespan* dengan total iterasi sebesar 5.738.467 iterasi. Dengan itu, nilai waktu proses dari permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini untuk proses penjadwalan produksi *plastic packaging* didapat sebesar 733,92 jam atau setara dengan 30,58 hari.

4.3.3 Analisis Jadwal Model *Mixed Integer Linear Programming*

Hasil komputasi (*running*) untuk model *Mixed Integer Linear Programming* menghasilkan nilai *completion time* pada masing-masing *job* berdasarkan *stage* yang dapat diproses menjadi jadwal model *Mixed Integer Linear Programming*. Pada variabel *completion time* ($C_{i,j}$) dilakukan pengurutan berdasarkan *value* yang dihasilkan. Hasil pengurutan variabel *completion time* dapat dilihat pada Lampiran 4. Jadwal kerja model

Mixed Integer Linear Programming dapat dibuat dengan mengurutkan data waktu proses produksi pada Tabel 4.8 menjadi Tabel 4.10.

Tabel 4.8

Data Waktu Proses Produksi untuk Masing-masing Produk

No.	Jenis Produk	Waktu Proses Produksi (jam)				
		<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
1	<i>Polybag</i>	0	77,75	86,12	0	14,66
2	<i>Piping Bag</i>	0	40,25	0	0	26,67
3	<i>Flush Cut</i>	0	34,92	0	90,28	0
4	<i>Mulsa</i>	21,09	0	0	86,81	0
5	<i>Drawtape</i>	0	92,75	0	128,5	17,5
6	<i>Masking Film</i>	34,42	0	85,42	142,4	19,39
7	<i>Shopping Bag</i>	27,75	0	68,75	125	15,61
8	<i>Garbage Bag</i>	21,09	0	52,09	94,7	11,83
9	<i>Garbage Bag</i> KTG	11,09	0	27,09	45,14	6,15

Data *completion time* yang telah diurutkan pada Lampiran 4 dibentuk menjadi sebuah tabel yang berisi urutan pengerjaan suatu proses. Pengurutan ini untuk mendapatkan waktu pengerjaan pada jadwal model *Mixed Integer Linear Programming*.

Contoh pengurutan pada $C_{2,4}$, diketahui $C_{2,4}$ memiliki urutan ke-6. Nilai 2 menunjukkan pada proses *extrusion* (b) dan nilai 4 menunjukkan pada produk *mulsa*, maka pada pengerjaan produk *mulsa* pada proses *extrusion* (b) dikerjakan pada urutan ke-6. Berikut rekapitulasi pengurutan untuk masing-masing produk terhadap proses dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9

Pengurutan Pengerjaan untuk Masing-masing Produk

No.	Jenis Produk	Waktu Proses Produksi				
		<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
1	<i>Polybag</i>	1	24	37	38	44
2	<i>Piping Bag</i>	2	31	27	29	32
3	<i>Flush Cut</i>	3	25	26	43	45
4	<i>Mulsa</i>	5	6	7	14	40
5	<i>Drawtape</i>	4	18	21	30	42
6	<i>Masking Film</i>	17	19	28	33	34
7	<i>Shopping Bag</i>	11	20	22	39	41
8	<i>Garbage Bag</i>	12	13	15	23	35
9	<i>Garbage Bag</i> KTG	8	9	10	16	36

Tabel 4.9 menunjukkan urutan pengerjaan waktu proses produksi pada masing-masing *job* dan *stage*. Dari Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 dapat dibuat tabel *completion time* dengan memperhatikan *completion time* tertinggi pada *job* atau *stage* sebelumnya. Nilai 0 (kosong) dapat diabaikan karena produk (*job*) tidak perlu melalui proses yang ada.

Contoh perhitungan *completion time* pada *mulsa* pada proses *extrusion* (a). Diketahui bahwa *mulsa* pada proses *extrusion* (a) memiliki urutan ke-5. Pada pengerjaan ini *job* pendahulu tertinggi bernilai 0 dan *stage* pendahulu tertinggi bernilai 0, maka nilai tertinggi dari kedua nilai tersebut adalah 0. Nilai proses pada pengerjaan bernilai 21,09, maka *completion time* yang dihasilkan bernilai $0 + 21,09 = 21,09$ jam.

Contoh perhitungan *completion time* pada *masking film* pada proses *gusset*. Diketahui bahwa *masking film* pada proses *gusset* (a) memiliki urutan ke-28. Pada pengerjaan ini *job* pendahulu tertinggi bernilai 115,44 dan *stage* pendahulu tertinggi bernilai 201,86 maka nilai tertinggi dari kedua nilai tersebut adalah 201,86. Nilai proses pada pengerjaan bernilai 85,42, maka *completion time* yang dihasilkan bernilai $201,86 + 85,42 = 287,28$ jam.

Berikut rekapitulasi hasil *completion time* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10

Completion Time Jadwal Model *Mixed Integer Linear Programming* untuk Masing-masing Produk

Jenis Produk	<i>Completion Time</i> (jam)				
	<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
<i>Polybag</i>		170,5	373,4		691,41
<i>Piping Bag</i>		245,67			272,34
<i>Flush Cut</i>		205,42		733,92	
<i>Mulsa</i>	21,09			107,9	
<i>Drawtape</i>		92,75		376,24	676,75
<i>Masking Film</i>	115,44		287,28	518,64	538,03
<i>Shopping Bag</i>	59,93		201,86	643,64	659,25
<i>Garbage Bag</i>	81,02		133,11	247,74	549,86
<i>Garbage Bag</i> KTG	32,18		59,27	153,04	556,01

Pada Tabel 4.10 diperoleh nilai *makespan* dari keseluruhan produk, terletak pada produk *Flush Cut* dengan nilai sebesar 733,92 jam. Hal ini menunjukkan bahwa untuk menyelesaikan seluruh kegiatan produksi PT. Kencana Tiara Gemilang membutuhkan waktu selama 733,92 jam. Jadwal kerja model *Mixed Integer Linear Programming* dapat diperoleh dengan cara mengurangi *completion time* untuk masing-masing produk dengan nilai waktu proses produksi yang dimiliki pada tiap *job* dan *stage*.

Contoh perhitungan jadwal kerja model *Mixed Integer Linear Programming* pada *mulsa* pada proses *extrusion* (a). Diketahui bahwa *mulsa* pada proses *extrusion* (a) memiliki *completion time* sebesar 21,09, maka jadwal kerja model *Mixed Integer Linear Programming* *mulsa* pada proses *extrusion* (a) dikerjakan pada jam ke $21,09 - 21,09 = 0$. Hasil *completion time* pada Tabel 4.10 memiliki nilai berbeda dengan nilai *completion time* yang diselesaikan menggunakan formulasi *Mixed Integer Linear Programming*, hal ini dikarenakan *completion time* pada Tabel 4.10 mengikuti urutan jadwal yang dihasilkan dengan formulasi *Mixed Integer Linear Programming* bukan berdasarkan *completion time*

dari formulasi *Mixed Integer Linear Programming*. Perhitungan jadwal model *Mixed Integer Linear Programming* dapat dilihat pada Lampiran 6.

Berikut rekapitulasi hasil jadwal kerja model *Mixed Integer Linear Programming* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Jadwal Kerja model *Mixed Integer Linear Programming*

Jenis Produk	Jadwal Kerja (jam ke)				
	<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
<i>Polybag</i>		92,75	287,28		589,12
<i>Piping Bag</i>		205,42			245,67
<i>Flush Cut</i>		170,5		643,64	
<i>Mulsa</i>	0			21,09	
<i>Drawtape</i>		0		247,74	571,62
<i>Masking Film</i>	81,02		201,86	376,24	518,64
<i>Shopping Bag</i>	32,18		133,11	518,64	556,01
<i>Garbage Bag</i>	59,93		81,02	133,11	538,03
<i>Garbage Bag</i> KTG	21,09		32,18	59,27	549,86

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui jadwal produk yang dikerjakan pada setiap produk dan mesin. Jenis produk *polybag* pada proses *extrusion* (b) dikerjakan pada jam ke 92,75. Jenis produk *polybag* pada proses *gusset* dikerjakan pada jam ke 287,28. Jenis produk *polybag* pada proses *converting* dikerjakan pada jam ke 589,12.

Gantt chart pada Lampiran 5, merupakan hasil penjadwalan dengan model *Mixed Integer Linear Programming*. Berdasarkan gambar *gant chart* pada Lampiran 5, dapat diketahui *idle* dan *completion time* untuk masing-masing produk. *Idle* yang dihasilkan pada penjadwalan dengan model *Mixed Integer Linear Programming*, terletak pada proses *gusset* sebesar 53,93 jam, proses *printing* 34,42 sebesar jam dan proses *converting* sebesar 691,41 jam. Produk *polybag* memiliki *completion time* sebesar 691,78 jam atau setara dengan 28,81 hari. Produk *piping bag* memiliki *completion time* sebesar 272,24 jam atau setara dengan 11,35 hari. Produk *flush cut* memiliki *completion time* sebesar 733,92 jam atau setara dengan 30,58 hari. Produk *mulsa* memiliki *completion time* sebesar 107,9 jam atau setara dengan 4,5 hari. Produk *drawtape* memiliki *completion time* sebesar 676,75 jam atau setara dengan 28,2 hari. Produk *masking film* memiliki *completion time* sebesar 538,03 jam atau setara dengan 22,42 hari. Produk *shopping bag* memiliki *completion time* sebesar 659,25 jam atau setara dengan 27,47 hari. Produk *garbage bag* memiliki *completion time* sebesar 549,86 jam atau setara dengan 22,92 hari. Produk *garbage bag* KTG memiliki *completion time* sebesar 556,01 jam atau setara dengan 23,17 hari.

4.3.4 Verifikasi Model *Mixed Integer Linear Programming*

Proses verifikasi digunakan untuk memastikan penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* yang dikembangkan telah berjalan sesuai model matematis dan dapat bekerja untuk menyelesaikan permasalahan di PT. Kencana Tiara Gemilang. Proses verifikasi dalam model *Mixed Integer Linear Programming* dapat dilakukan dengan cara menguji kembali fungsi kendala pada formulasi matematis dan dengan pembuatan *Gantt Chart*.

Berikut contoh pengujian fungsi kendala jadwal model *Mixed Integer Linear Programming* dengan menggunakan *job* ke 2 dan *stage* ke 4 sebagai berikut :

1. Fungsi kendala 4-3, dimana nilai *completion time* tidak boleh lebih kecil daripada nilai proses pengerjaan berdasarkan waktu proses *job* 2 pada *stage* 4.

$$C_{i,j} \geq t_{i,j}$$

$$C_{4,2} \geq t_{4,2}$$

$$376,24 \geq 26,67$$

2. Fungsi kendala 4-4, dimana penambahan *completion time* berdasarkan waktu proses *job* 2 pada *stage* 4.

$$C_{i,j} \geq C_{i-1,j} + t_{i,j}$$

$$C_{4,2} \geq C_{3,2} + t_{4,2}$$

$$376,24 \geq 376,24 + 0$$

$$376,24 \geq 376,24$$

3. Fungsi kendala 4-5, dimana selisih *completion time* antara produk sesudah dengan produknya sebelumnya tidak boleh kurang dari *completion time* produk sesudahnya.

$$C_{i,j} - C_{i,k} + U \times y_{i,k,j} \geq t_{i,j}$$

$$C_{4,2} - C_{4,1} + 9999 \times y_{4,2,1} \geq t_{4,2}$$

$$376,24 - 733,92 + 9999 \times 1 \geq 26,67$$

$$961,32 \geq 26,67$$

4. Fungsi kendala 4-6, dimana selisih *completion time* antara produk sebelum dengan produknya sesudahnya tidak boleh kurang dari *completion time* produk sebelumnya.

$$C_{i,k} - C_{i,j} + U_x (1 - y_{i,j,k}) \geq t_{i,k}$$

$$C_{4,1} - C_{4,2} + 9999_x (1 - y_{4,2,1}) \geq t_{2,1}$$

$$733,92 - 376,24 + 9999_x (1-1) \geq 26,67$$

$$357,68 \geq 26,67$$

5. Fungsi kendala 4-7, dimana waktu penyelesaian maksimum (C_{\max}) merupakan nilai maksimum dari *completion time* produk terakhir yang dikerjakan pada masing-masing *stage*.

$$C_{\max} \geq C_{i,j}$$

$$C_{\max} \geq C_{4,2}$$

$$733,92 \geq 357,68$$

6. Fungsi kendala 4-8, dimana *completion time* yang dihasilkan harus bernilai positif. $C_{i,j} \geq 0$

$$C_{4,2} \geq 0$$

$$357,68 \geq 0$$

7. Fungsi kendala 4-9, dimana total *completion time* yang dihasilkan harus bernilai positif.

$$C_{\max} \geq 0$$

$$733,92 \geq 0$$

8. Fungsi kendala 4-10, dimana masing-masing job hanya dikerjakan hanya sekali pada satu *stage*.

$$Y_{i,j,k} = 0,1$$

$$Y_{i,j,k} + Y_{i,k,j} = 1$$

$$Y_{4,2,1} = 0,1$$

$$Y_{4,2,1} + Y_{4,1,2} = 1 + 0$$

$$1 = 1$$

$$1 = 1$$

Berdasarkan contoh penyelesaian fungsi kendala dalam model *Mixed Integer Linear Programming* tidak ada fungsi kendala yang dilanggar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi kendala dapat mewakili model *Mixed Integer Linear Programming* dan dapat memenuhi seluruh *job*.

Proses verifikasi pada model *Mixed Integer Linear Programming* selanjutnya dengan menghitung *makespan* dan dibandingkan dengan Gantt Chart jadwal model *Mixed Integer Linear Programming* pada Lampiran 4. *Makespan* jadwal model *Mixed Integer Linear Programming* sebesar 733,92 jam atau 30,58 hari sudah sesuai dengan Gantt Chart dimana *job* terakhir selesai pada tanggal 1 Desember 2016, maka dapat dikatakan hasil model *Mixed Integer Linear Programming* dapat mewakili model *Mixed Integer Linear Programming* dan dapat memenuhi seluruh *job*.

4.3.5 Perbandingan Jadwal *Existing* dengan Model *Mixed Integer Linear Programming*

Makespan merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua *job* dan *idle* adalah waktu yang terbuang akibat *job* yang tidak dapat dikerjakan. Perbandingan nilai *makespan* dan *idle* antara jadwal *existing* dengan jadwal model *Mixed Integer Linear Programming* menggunakan model *Mixed Integer Linear Programming* dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4.12
Perbandingan Nilai *Makespan*

<i>Makespan Existing</i> (jam)	<i>Makespan MILP</i> (jam)	Persentase Penurunan %
838,79	733,92	12,5

Pada Tabel 4.12 dapat dilihat adanya pengurangan waktu *makespan* pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*. Hal ini dikarenakan penjadwalan menggunakan model *mixed integer linear programming* memilih jam kerja optimal dengan memilih *idle* terkecil sehingga dengan penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* yang optimal ini dapat meminimasi *makespan*. Penurunan nilai *makespan* dapat mengurangi terjadinya *lost sale*.

Tabel 4.13
Perbandingan Nilai *Idle*

Jenis Proses	<i>Idle Existing</i> (jam)	<i>Idle Model MILP</i> (jam)	Persentase Penurunan %
<i>Extrusion</i> (a)	0	0	0
<i>Extrusion</i> (b)	0	0	0
<i>Gusset</i>	34,42	53,93	-57
<i>Printing</i>	119,84	34,42	71
<i>Converting</i>	726,98	691,41	5

Pada Tabel 4.13 menunjukkan perbandingan *idle* antar penjadwalan *existing* dan penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*. Besarnya *idle* ini disebabkan karena adanya *bottleneck* pada proses produksi. Terdapat penurunan *idle* pada proses *printing* dan *converting* yang dapat mengurangi *makespan*, namun ada kenaikan waktu *idle* pada proses *gusset*. Kenaikan *idle* pada proses *gusset* ini memperuntukkan penurunannya

bottleneck pada proses *gusset* dan *printing*. Meskipun adanya kenaikan *idle* pada proses *gusset*, kenaikan tersebut tidak mempengaruhi *makespan* karena *idle* yang dihasilkan pada proses *gusset* tidak terlalu besar.

Adanya penurunan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh produk, maka proses produksi dapat dioptimalkan. Sehingga PT. Kencana Tiara Gemilang dapat mengisi waktu yang sebelumnya terpakai untuk mengerjakan produk dengan penjadwalan *existing* dengan permintaan baru. Penerimaan permintaan baru tersebut dapat mengurangi *lost sale* yang dapat merugikan perusahaan.

Dengan membandingkan *gantt chart* jadwal *existing* pada Lampiran 1 dengan *gantt chart* jadwal model *Mixed Integer Linear Programming* pada Lampiran 5, diperoleh adanya perbedaan urutan pengerjaan pada tiap proses atau *stage*. Perbedaan urutan pengerjaan ini menyebabkan *completion time* masing-masing produk pada penjadwalan *existing* dengan penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* menjadi berbeda.

Tabel 4.14
Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses *Extrusion* (a)

Penjadwalan	Urutan Pengerjaan				
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Kelima
Penjadwalan <i>Existing</i>	<i>Masking film</i>	<i>Shopping bag</i>	<i>Mulsa</i>	<i>Garbage bag</i>	<i>Garbage bag</i> KTG
Penjadwalan Model MILP	<i>Mulsa</i>	<i>Garbage bag</i> KTG	<i>Shopping bag</i>	<i>Garbage bag</i>	<i>Masking film</i>

Pada Tabel 4.14, urutan pengerjaan pada proses *extrusion* (a) di penjadwalan *existing*: *masking film*, *shopping bag*, *mulsa*, *garbage bag* selanjutnya *garbage bag* KTG dan urutan pengerjaan pada proses *extrusion* (a) di penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*: *mulsa*, *garbage bag* KTG, *shopping bag*, *garbage bag* selanjutnya *masking film*. Pada kedua penjadwalan tersebut terdapat perbedaan urutan pada tiap produk dimana *masking film* dikerjakan pada urutan pertama menjadi urutan ke-5, *shopping bag* dikerjakan pada urutan ke-2 menjadi urutan ke-3, *mulsa* dikerjakan pada urutan ke-3 menjadi urutan pertama, *garbage bag* dikerjakan pada urutan ke-4 menjadi urutan ke-2 dan *garbage bag* KTG dikerjakan pada urutan ke-5 menjadi urutan ke-2.

Tabel 4.15
Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses *Extrusion* (b)

Penjadwalan	Urutan Pengerjaan			
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat
Penjadwalan <i>Existing</i>	<i>Drawtape</i>	<i>Polybag</i>	<i>Piping bag</i>	<i>Flush cut</i>
Penjadwalan Model MILP	<i>Drawtape</i>	<i>Polybag</i>	<i>Flush cut</i>	<i>Piping bag</i>

Pada Tabel 4.15, urutan pengerjaan pada proses *extrusion* (b) di penjadwalan *existing*: *drawtape*, *polybag*, *pipng bag* selanjutnya *flush cut* dan urutan pengerjaan pada proses *extrusion* (b) di penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*: *drawtape*, *polybag*, *flush cut* selanjutnya *pipng bag*. Pada kedua penjadwalan tersebut terdapat perbedaan urutan pada tiap produk dimana *pipng bag* dikerjakan pada urutan ke-3 menjadi urutan ke-4 dan *flush cut* dikerjakan pada urutan ke-4 menjadi urutan ke-3.

Tabel 4.16
Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses *Gusset*

Penjadwalan	Urutan Pengerjaan				
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Kelima
Penjadwalan <i>Existing</i>	<i>Masking film</i>	<i>Shopping bag</i>	<i>Polybag</i>	<i>Garbage bag</i>	<i>Garbage bag</i> KTG
Penjadwalan Model <i>MILP</i>	<i>Garbage bag</i> KTG	<i>Garbage bag</i>	<i>Shopping bag</i>	<i>Masking film</i>	<i>Polybag</i>

Pada Tabel 4.16 urutan pengerjaan pada proses *gusset* di penjadwalan *existing*: *masking fillm*, *shopping bag*, *polybag*, *garbage bag* selanjutnya *garbage bag* KTG dan urutan pengerjaan pada proses *gusset* di penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*: *garbage bag* KTG, *garbage bag*, *shopping bag*, *masking film* selanjutnya *polybag*. Pada kedua penjadwalan tersebut terdapat perbedaan urutan pada tiap produk dimana *masking fillm* dikerjakan pada urutan pertama menjadi urutan ke-4, *shopping bag* dikerjakan pada urutan ke-2 menjadi urutan ke-3, *polybag* dikerjakan pada urutan ke-3 menjadi urutan ke-5, *garbage bag* dikerjakan pada urutan ke-4 menjadi urutan ke-2 dan *garbage bag* KTG dikerjakan pada urutan ke-5 menjadi urutan pertama.

Tabel 4.17
Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses *Printing*

Penjadwalan	Urutan Pengerjaan				
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Kelima
Penjadwalan <i>Existing</i>	<i>Masking film</i>	<i>Drawtape</i>	<i>Shopping bag</i>	<i>Flush cut</i>	<i>Mulsa</i>
Penjadwalan Model <i>MILP</i>	<i>Mulsa</i>	<i>Garbage bag</i> KTG	<i>Garbage bag</i>	<i>Drawtape</i>	<i>Masking film</i>
Penjadwalan	Urutan Pengerjaan				
	Keenam	Ketujuh			
Penjadwalan <i>Existing</i>	<i>Garbage bag</i>	<i>Garbage bag</i> KTG			
Penjadwalan Model <i>MILP</i>	<i>Shopping bag</i>	<i>Flush cut</i>			

Pada urutan pengerjaan pada proses *printing* di penjadwalan *existing*: *masking fillm*, *drawtape*, *shopping bag*, *flush cut*, *mulsa*, *garbage bag* selanjutnya *garbage bag* KTG dan urutan pengerjaan pada proses *printing* di penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*: *mulsa*, *garbage bag* KTG, *garbage bag*, *drawtape*, *masking film*, *shopping*

bag selanjutnya *flush cut*. Pada kedua penjadwalan tersebut terdapat perbedaan urutan pada tiap produk dimana *masking film* dikerjakan pada urutan pertama menjadi urutan ke-5, *drawtape* dikerjakan pada urutan ke-2 menjadi urutan ke-4, *shopping bag* dikerjakan pada urutan ke-3 menjadi urutan ke-6, *flush cut* dikerjakan pada urutan ke-4 menjadi urutan ke-7, *mulsa* dikerjakan pada urutan ke-5 menjadi urutan pertama, *garbage bag* dikerjakan pada urutan ke-6 menjadi urutan ke-3 dan *garbage bag* KTG dikerjakan pada urutan ke-7 menjadi urutan ke-2.

Tabel 4.18

Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses *Converting*

Penjadwalan	Urutan Pengerjaan				
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Kelima
Penjadwalan Existing	<i>Masking film</i>	<i>Drawtape</i>	<i>Shopping bag</i>	<i>Polybag</i>	<i>Piping Bag</i>
Penjadwalan Model MILP	<i>Piping Bag</i>	<i>Masking film</i>	<i>Garbage bag</i>	<i>Garbage bag KTG</i>	<i>Shopping bag</i>
Penjadwalan	Urutan Pengerjaan				
	Keenam	Ketujuh			
Penjadwalan Existing	<i>Garbage bag</i>	<i>Garbage bag KTG</i>			
Penjadwalan Model MILP	<i>Drawtape</i>	<i>Polybag</i>			

Pada urutan pengerjaan pada proses *converting* di penjadwalan *existing*: *masking fillm*, *drawtape*, *shopping bag*, *polybag*, *piping bag*, *garbage bag* selanjutnya *garbage bag* KTG dan urutan pengerjaan pada proses *printing* di penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*: *piping bag*, *masking fillm*, *garbage bag*, *garbage bag* KTG, *shopping bag*, *drawtape* selanjutnya *polybag*. Pada kedua penjadwalan tersebut terdapat perbedaan urutan pada tiap produk dimana *masking fillm* dikerjakan pada urutan pertama menjadi urutan ke-2, *drawtape* dikerjakan pada urutan ke-2 menjadi urutan ke-6, *shopping bag* dikerjakan pada urutan ke-3 menjadi urutan ke-5, *polybag* dikerjakan pada urutan ke-4 menjadi urutan ke-7, *piping bag* dikerjakan pada urutan ke-5 menjadi urutan pertama, *garbage bag* dikerjakan pada urutan ke-6 menjadi urutan ke-3, *garbage bag* KTG dikerjakan pada urutan ke-7 menjadi urutan ke-4.

Perbedaan urutan pengerjaan ini menghasilkan *completion time* tiap produk pada kedua penjadwalan menjadi berbeda. Berikut ini perbandingan *completion time* tiap produk penjadwalan *existing* dengan penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*.

Tabel 4.19
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Shopping Bag*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (a)</i>	2	3	62,17	59,93
<i>Gusset</i>	2	3	188,59	201,86
<i>Printing</i>	3	6	515,71	643,64
<i>Converting</i>	3	5	531,32	659,25

Pada Tabel 4.19, dapat dilihat nilai *completion time shopping bag* pada penjadwalan *existing* sebesar 531,32 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat kenaikan menjadi 659,25 jam. Kenaikan *completion time* pada produk *shopping bag* ini disebabkan karena adanya penundaan pengerjaan pada keseluruhan proses sehingga *completion time* yang dihasilkan lebih besar.

Tabel 4.20
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Drawtape*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (b)</i>	1	1	92,75	92,75
<i>Printing</i>	2	4	391,11	376,24
<i>Converting</i>	2	6	408,21	676,75

Pada Tabel 4.20, dapat dilihat nilai *completion time drawtape* pada penjadwalan *existing* sebesar 408,21 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat kenaikan menjadi 676,75 jam. Kenaikan *completion time* pada produk *drawtape* ini disebabkan karena adanya penundaan pengerjaan pada proses *printing* dan *converting* sehingga *completion time* yang dihasilkan lebih besar.

Tabel 4.21
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Flush Cut*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (b)</i>	4	3	245,67	205,42
<i>Printing</i>	4	7	605,99	733,92

Pada Tabel 4.21, dapat dilihat nilai *completion time flush cut* pada penjadwalan *existing* sebesar 605,99 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat kenaikan menjadi 733,92 jam. Kenaikan *completion time* pada produk *flush cut* ini disebabkan karena adanya penundaan pengerjaan pada proses *printing* *completion time* yang dihasilkan lebih besar meskipun terdapat adanya pengerjaan terlebih dahulu pada proses *Extrusion (b)*.

Tabel 4.22
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Mulsa*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (b)</i>	3	1	83,26	21,09
<i>Printing</i>	5	1	692,8	107,9

Pada Tabel 4.22, dapat dilihat nilai *completion time mulsa* pada penjadwalan *existing* sebesar 692,8 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat penurunan menjadi 107,9 jam. Penurunan *completion time* pada produk *mulsa* ini disebabkan karena produk *mulsa* dikerjakan terlebih dahulu sehingga waktu *completion time* semakin berkurang.

Tabel 4.23
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Polybag*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (b)</i>	2	2	170,5	170,5
<i>Printing</i>	3	5	274,71	373,4
<i>Converting</i>	4	7	545,98	691,41

Pada Tabel 4.23, dapat dilihat nilai *completion time polybag* pada penjadwalan *existing* sebesar 545,98 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat kenaikan menjadi 691,41 jam. Kenaikan *completion time* pada produk *polybag* ini disebabkan karena adanya penundaan pengerjaan pada proses *printing* dan *converting* sehingga *completion time* yang dihasilkan lebih besar.

Tabel 4.24
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Masking Film*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (a)</i>	1	4	34,42	115,44
<i>Gusset</i>	1	4	119,84	287,28
<i>Printing</i>	1	5	262,24	518,64
<i>Converting</i>	1	2	281,6	538,03

Pada Tabel 4.24, dapat dilihat nilai *completion time masking film* pada penjadwalan *existing* sebesar 281,6 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat kenaikan menjadi 538,03 jam. Kenaikan *completion time* pada produk *polybag* ini disebabkan karena adanya penundaan pengerjaan pada seluruh proses sehingga *completion time* yang dihasilkan lebih besar.

Tabel 4.25
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Garbage Bag*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (a)</i>	3	3	104,35	81,02
<i>Gusset</i>	4	2	326,8	133,11
<i>Printing</i>	6	3	787,5	247,74
<i>Converting</i>	6	3	799,33	549,86

Pada Tabel 4.25, dapat dilihat nilai *completion time garbage bag* pada penjadwalan *existing* sebesar 799,33 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat penurunan menjadi 549,86 jam. Penurunan *completion time* pada produk *garbage bag* ini disebabkan karena keseluruhan proses produk *garbage bag* dikerjakan terlebih dahulu sehingga *completion time* semakin berkurang.

Tabel 4.26
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Piping Bag*

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (b)</i>	3	4	210,95	245,67
<i>Converting</i>	5	1	572,65	272,34

Pada Tabel 4.26, dapat dilihat nilai waktu penyelesaian *piping bag* pada penjadwalan *existing* sebesar 572,65 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat penurunan menjadi 272,34 jam. Meskipun terdapat penundaan pada proses *extrusion (b)* pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming*, produk *piping bag* pada proses *converting* dikerjakan pada urutan pertama sehingga *completion time* yang dihasilkan berkurang.

Tabel 4.27
Perbandingan Penjadwalan Pada Produk *Garbage Bag* KTG

Jenis Proses	Urutan Pengerjaan		Completion Time	
	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP	Penjadwalan Existing	Penjadwalan Model MILP
<i>Extrusion (a)</i>	5	2	115,45	32,18
<i>Gusset</i>	5	1	353,89	59,27
<i>Printing</i>	7	2	832,64	153,04
<i>Converting</i>	7	4	838,79	556,01

Pada Tabel 4.27, dapat dilihat nilai *completion time garbage bag* KTG pada penjadwalan *existing* sebesar 838,79 jam, sedangkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* terdapat penurunan menjadi 556,01 jam. Penurunan *completion time* pada produk *garbage bag* KTG ini disebabkan karena keseluruhan proses

produk *garbage bag* KTG dikerjakan terlebih dahulu sehingga *completion time* semakin berkurang. Meskipun pada produk ini terdapat *idle* pada proses *gusset* sebesar 21,75 jam.

Adanya kenaikan dan penurunan pada *completion time* pada tiap produk dikarenakan pada model *Mixed Integer Linear Programming* mempertimbangkan waktu proses terbesar untuk dikerjakan terlebih dahulu sehingga terdapat proses yang terlebih dahulu dikerjakan untuk mengurangi *makespan* secara keseluruhan. Pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* ini, penekanan pengurangan *makespan* dipusatkan pada proses *printing* dikarenakan pada proses *printing* memiliki waktu proses paling besar dibandingkan proses lainnya. Pengurangan waktu proses *printing* ini mengakibatkan proses *gusset* memiliki *completion time* yang lebih besar dibandingkan penjadwalan *existing*. Penambahan *completion time* pada proses *gusset* nampak pada produk *garbage bag* KTG yang dikerjakan terlebih dahulu sehingga munculnya *idle* antara produk *garbage bag* KTG dengan *garbage bag*.

4.3.6 Hasil Penjadwalan Model *Mixed Integer Linear Programming*

Penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* akan menghasilkan jadwal produksi yang baru dengan *makespan* yang lebih singkat. Penurunan *makespan* ini mempengaruhi total jam kerja yang digunakan selama proses produksi, sehingga terdapat sisa waktu yang dapat digunakan untuk menutupi kekurangan dari target produksi. Berikut data sisa waktu jam kerja dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28

Data Sisa Waktu Jam Kerja

Jenis Proses	Sisa Waktu <i>Existing</i> (jam)	Sisa Waktu <i>MILP</i> (jam)	Persentase Kenaikan %
<i>Extrusion</i> (a)	724,56	724,56	0
<i>Extrusion</i> (b)	594,33	594,33	0
<i>Gusset</i>	486,11	466,6	-2,3
<i>Printing</i>	7,36	106,08	11,8
<i>Converting</i>	1,21	148,59	17,5

Berdasarkan Tabel 4.28, dapat dilihat pada sisa waktu *existing* bahwa pada proses *extrusion* (a) memiliki sisa waktu sebesar 724,56 jam, proses *extrusion* (b) memiliki sisa waktu sebesar 594,33 jam, proses *gusset* memiliki sisa waktu sebesar 486,11 jam, proses *Printing* memiliki sisa waktu sebesar 7,36 jam dan proses *converting* memiliki sisa waktu sebesar 1,21 jam sedangkan pada sisa waktu *MILP* bahwa pada proses *extrusion* (a) memiliki sisa waktu sebesar 724,56 jam, proses *extrusion* (b) memiliki sisa waktu sebesar

594,33 jam, proses *gusset* memiliki sisa waktu sebesar 466,6 jam, proses *Printing* memiliki sisa waktu sebesar 106,08 jam dan proses *converting* memiliki sisa waktu sebesar 148,59 jam. Waktu ini diperoleh dari waktu total jam kerja pada Tabel 4.3 dengan *allowance* dengan total sebesar 840 jam dikurangi dengan *completion time* tertinggi pada proses pada Tabel 4.10 pada proses *extrusion* (a) sebesar 115,44 jam, proses *extrusion* (b) sebesar 245,67 jam, proses *gusset* sebesar 373,4 jam, proses *printing* sebesar 733,92 jam dan proses *converting* sebesar 691,41 jam. Terdapat penurunan waktu terhadap perbandingan pada sisa waktu *existing* dan *MILP*. Pada perbandingan mesin *extrusion* (a) dan *extrusion* (b) sebesar 0% yang menunjukkan tidak adanya perubahan kecepatan. Pada proses *gusset* sebesar -2,3% berarti terjadi penurunan sebesar 2,3% . Pada proses *printing* dan *converting* sebesar 11,8% dan 17,5% berarti ada kenaikan sisa waktu sebesar 11,8% dan 17,5%. Contoh perhitungan pada proses *extrusion* (a), $840 \text{ jam} - 115,44 \text{ jam} = 724,56 \text{ jam}$.

Dengan sisa waktu jam kerja yang tersedia, PT. Kencana Tiara Gemilang dapat memenuhi target produksi yang tersisa pada Tabel 4.1 dengan menggunakan jadwal model *Mixed Integer Linear Programming*. Berikut data yang diperlukan untuk menghitung nilai sisa *completion time* dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29

Data Sisa Jumlah Permintaan dan Waktu Proses Produksi

No.	Jenis Produk	Sisa Jumlah Permintaan (kg)	Waktu Teoritis Kapasitas Mesin (kg/jam)			
			<i>Extrusion</i> (a)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
1	<i>Garbage Bag</i>	103	184,7	74,78	41,13	329,5
2	<i>Garbage Bag</i> KTG	868	236,2	96,65	58	426

Pada Tabel 4.29, sisa jumlah permintaan diperoleh dari jumlah permintaan dikurangi dengan jumlah yang mampu terpenuhi pada Tabel 4.1. Dari sisa jumlah permintaan kemudian akan dibagi dengan masing-masing nilai pada waktu teoritis kapasitas mesin untuk memperoleh nilai sisa waktu proses. Rekapitulasi nilai sisa waktu proses dapat dilihat pada Tabel 4.30

Tabel 4.30

Sisa Waktu Proses pada Masing-masing Produk

No.	Jenis Produk	Waktu Proses (jam)			
		<i>Extrusion</i> (a)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
1	<i>Garbage Bag</i>	0,56	1,38	2,51	0,32
2	<i>Garbage Bag</i> KTG	3,68	8,99	14,97	2,04

Pada Tabel 4.30, dapat diketahui untuk memproses *garbage bag* memerlukan waktu pada proses *extrusion* (a) sebesar 0,56 jam, proses *gusset* sebesar 1,36 jam, proses *printing* sebesar 2,51 jam dan proses *converting* sebesar 0,32 jam. Produk *garbage bag* KTG

memerlukan waktu pada proses *extrusion* (a) sebesar 3,68 jam, proses *gusset* sebesar 8,99 jam, proses *printing* sebesar 14,97 jam dan proses *converting* sebesar 2,04 jam.

Dengan menggunakan Tabel 4.30, dapat dihitung nilai *complementation time* untuk keseluruhan jumlah permintaan dengan melanjutkan nilai *complementation time* model jadwal model *Mixed Integer Linear Programming* pada Tabel 4.10. Berikut hasil penambahan *complementation time* dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31

Penambahan *Complention Time* pada Jadwal Model *Mixed Integer Linear Programming*

Jenis Produk	Complention Time (jam)				
	<i>Extrusion</i> (a)	<i>Extrusion</i> (b)	<i>Gusset</i>	<i>Printing</i>	<i>Converting</i>
<i>Polybag</i>		170,5	373,4		691,41
<i>Piping Bag</i>		245,67			272,34
<i>Flush Cut</i>		205,42		733,92	
<i>Mulsa</i>	21,09			107,9	
<i>Drawtape</i>		92,75		376,24	676,75
<i>Masking Film</i>	115,44		287,28	518,64	538,03
<i>Shopping Bag</i>	59,93		201,86	643,64	659,25
<i>Garbage Bag</i>	81,02		133,11	247,74	549,86
<i>Garbage Bag</i> KTG	32,18		59,27	153,04	556,01
<i>Sisa Garbage Bag</i>	116		374,78	736,43	736,75
<i>Sisa Garbage Bag</i> KTG	119,68		383,77	751,4	753,44

Berdasarkan Tabel 4.31, dapat diketahui produk sisa *garbage bag* memiliki waktu pada proses *extrusion* (a) sebesar 116 jam, proses *gusset* sebesar 374,78 jam, proses *printing* sebesar 736,43 jam dan proses *converting* sebesar 736,75 jam. Produk sisa *garbage bag* KTG memiliki waktu pada pada proses *extrusion* (a) sebesar 119,68 jam, proses *gusset* sebesar 383,77 jam, proses *printing* sebesar 751,4 jam dan proses *converting* sebesar 753,44 jam.

Hasil penjadwalan berupa *gantt chart* dapat dilihat pada Lampiran 7. Berdasarkan Tabel 4.31 dan Lampiran 7, dapat dilihat bahwa sisa produk mampu diselesaikan di dalam batasan waktu total kerja. Hal ini menunjukkan bahwa penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* sesuai dengan permasalahan proses produksi pada PT. Kencana Tiara Gemilang.

Halaman ini sengaja dikosongkan