

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Jadwal Produksi *Flowshop* Non-Permutasi untuk Meminimalkan *Makespan*”.

Selama menyusun skripsi ini, tentu banyak hambatan yang dialami. Tetapi berkat bimbingan, dukungan, arahan serta bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat terselesaikan. Maka dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Vavan Yudhianto dan ibu Dina Susilowati yang merupakan orang tua penulis yang telah memberikan doa, dukungan material dan nasihat selama kuliah di Universitas Brawijaya Malang dan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dengan memberikan masukan-masukan dalam menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dengan memberikan masukan-masukan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Ceria Farela Mada Tantrika, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan saat mengerjakan penelitian skripsi ini dan telah memberikan dukungan selama perkuliahan.
6. Ibu Ratih Ardia Sari, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan saat mengerjakan penelitian skripsi.
7. Ce Fang selaku pihak General Manager PT. Kencana Tiara Gemilang yang telah membantu dalam mengerjakan skripsi dengan memberi banyak informasi.
8. Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. dan Ihwan Hamdala, ST., MT. selaku dosen pengamat seminar proposal yang telah memberikan banyak saran mengenai skripsi ini.
9. Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. dan Raditya Ardianwiliandari, ST., MMT. selaku dosen pengamat seminar hasil yang telah memberikan masukan dalam pengerjaan skripsi ini.

10. Teman dekat penulis pemimpin Owls Community dan Holy Dragon DN, RVT atau RAP yang telah memberikan semangat kepada penulis dan yang selalu ada ketika penulis membutuhkan bantuan.
11. Rekan kuliah sekalian; Wira, Surya, Wishnu, Rizad, Denny PK, Henry dan Farhan yang sudah banyak membantu saat perkuliahan dan dalam pengerjaan skripsi ini.
12. Mbak Us yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dan yang selalu ada ketika penulis membutuhkan bantuan.
13. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2011 yang telah menemani dan membantu penulis dari maba sampai sekarang.
14. Segenap staff Jurusan Teknik Industri yang telah membantu selama penulis kuliah di Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagai tambahan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Januari 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>PENGANTAR</b> .....   | i       |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | iii     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....  | vii     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....   | ix      |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                       | xi      |
| <b>RINGKASAN</b> .....   | xiii    |
| <b>SUMMARY</b> .....   | xv      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                     | 1       |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1       |
| 1.2 Identifikasi Masalah.....                                      | 4       |
| 1.3 Rumusan Masalah.....   | 4       |
| 1.4 Batasan Masalah.....   | 4       |
| 1.5 Asumsi.....  | 5       |
| 1.6 Manfaat Penelitian.....  | 5       |
| 1.7 Tujuan Penelitian.....   | 5       |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                               | 7       |
| 2.1 Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Sedang Dilakukan..... | 7       |
| 2.2 Penjadwalan Produksi.....                                      | 9       |
| 2.3 Latar Belakang.....  | 1       |
| 2.2.1 <i>Input</i> Penjadwalan Produksi.....                       | 9       |
| 2.2.2 <i>Output</i> Penjadwalan Produksi.....                      | 10      |
| 2.2.3 Notasi dan Istilah Penjadwalan Produksi.....                 | 10      |
| 2.2.4 Kriteria Evaluasi Penjadwalan.....                           | 12      |
| 2.4 Jenis Penjadwalan Produksi.....                                | 12      |
| 2.5 Metode Penjadwalan Produksi.....                               | 14      |
| 2.6 <i>Linear Programming</i> .....                                | 16      |
| 2.7 <i>Gantt Chart</i> .....                                       | 19      |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....                             | 23      |
| 3.1 Jenis Penelitian.....  | 23      |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....                               | 23      |
| 3.3 Data yang Digunakan.....                                       | 23      |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4 Langkah Penelitian.....  | 24        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>  | <b>27</b> |
| 4.1 Pengumpulan Data .....   | 27        |
| 4.1.1 <i>Input</i> Penjadwalan Produksi .....  | 27        |
| 4.1.1.1 Profil Perusahaaa .....  | 27        |
| 4.1.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....  | 28        |
| 4.1.1.3 Struktur Perusahaan .....  | 28        |
| 4.1.2 Proses Produksi.....   | 30        |
| 4.1.3 Proses Penjadwalan Perusahaan .....  | 33        |
| 4.1.4 Data Produksi Plastik.....   | 33        |
| 4.1.5 Data Waktu Teoritis Kapasitas Mesin .....  | 33        |
| 4.1.6 Data Waktu Kerja .....   | 35        |
| 4.2 Pengolahan Data .....  | 35        |
| 4.2.1 Perhitungan Waktu Proses.....  | 35        |
| 4.2.2 Pengembangan model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                               | 36        |
| 4.2.2.1 Indeks .....   | 36        |
| 4.2.2.2 Parameter.....   | 37        |
| 4.2.2.3 Variabel Keputusan .....   | 37        |
| 4.2.2.4 Fungsi Tujuan.....   | 37        |
| 4.2.2.5 Fungsi Kendala.....  | 37        |
| 4.2.2.6 Formulasi <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                                      | 38        |
| 4.2.2.7 Parameterisasi Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                           | 39        |
| 4.2.3 Formulasi Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                                  | 39        |
| 4.3 Analisis dan Pembahasan.....   | 40        |
| 4.3.1 Analisis Jadwal <i>Existing</i> .....  | 40        |
| 4.3.2 Analisis Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                                   | 41        |
| 4.3.3 Analisis Jadwal Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                            | 42        |
| 4.3.4 Verifikasi Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                                 | 46        |
| 4.3.5 Perbandingan Jadwal <i>Existing</i> dengan Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... | 48        |
| 4.3.6 Hasil Penjadwalan Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....                          | 55        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>   | <b>59</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 59        |
| 5.2 Saran.....   | 60        |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>61</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>       | <b>63</b> |

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR TABEL

|            | Halaman  |
|------------|--|
| Tabel 1.1  | Urutan Alir Produksi Tiap Produk..... 2  |
| Tabel 1.2  | Jumlah Permintaan dan Realisasi pada November 2016 3 ..... 3   |
| Tabel 2.1  | Penelitian Terdahulu ..... 8   |
| Tabel 4.1  | Jumlah Permintaan dan Realisasi November 2016..... 33  |
| Tabel 4.2  | Waktu Teoritis Kapasitas Mesin..... 34   |
| Tabel 4.3  | Waktu Proses Produksi ..... 35   |
| Tabel 4.4  | Data Waktu Proses Produksi untuk Masing-masing Produk ..... 36   |
| Tabel 4.5  | Parameter $t_{ij}$ untuk Tiap Indeks ..... 39  |
| Tabel 4.6  | Jadwal Kerja <i>Existing</i> ..... 40  |
| Tabel 4.7  | <i>Completion Time</i> Jadwal <i>Existing</i> untuk Masing-masing<br>Produk..... 40                                |
| Tabel 4.8  | Data Waktu Proses Produksi untuk Masing-masing Produk ..... 43   |
| Tabel 4.9  | Pengurutan Pengerjaan untuk Masing-masing Produk ..... 43  |
| Tabel 4.10 | <i>Completion Time</i> Jadwal Model <i>Mixed Integer<br/>Linear Programming</i> untuk Masing-masing Produk..... 44 |
| Tabel 4.11 | Jadwal Kerja model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... 45  |
| Tabel 4.12 | Perbandingan Nilai <i>Makespan</i> ..... 48  |
| Tabel 4.13 | Perbandingan Nilai <i>Idle</i> ..... 48  |
| Tabel 4.14 | Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses <i>Extrusion</i> (a) ..... 49   |
| Tabel 4.15 | Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses <i>Extrusion</i> (b) ..... 49   |
| Tabel 4.16 | Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses <i>Gusset</i> ..... 50  |
| Tabel 4.17 | Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses <i>Printing</i> ..... 50  |
| Tabel 4.18 | Perbandingan Urutan Pengerjaan Pada Proses <i>Converting</i> ..... 51  |
| Tabel 4.19 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Shopping Bag</i> ..... 52  |
| Tabel 4.20 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Drawtape</i> ..... 52  |
| Tabel 4.21 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Flush Cut</i> ..... 52   |
| Tabel 4.22 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Mulsa</i> ..... 53   |
| Tabel 4.23 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Polybag</i> ..... 53   |
| Tabel 4.24 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Masking Film</i> ..... 53  |
| Tabel 4.25 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Garbage Bag</i> ..... 54   |
| Tabel 4.26 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Piping Bag</i> ..... 54  |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabel 4.27 | Perbandingan Penjadwalan Pada Produk <i>Garbage Bag</i> KTG.....                                      | 54 |
| Tabel 4.28 | Data Sisa Waktu Jam Kerja .....   | 55 |
| Tabel 4.29 | Data Sisa Jumlah Permintaan dan Waktu Proses Produksi .....   | 56 |
| Tabel 4.30 | Sisa Waktu Proses pada Masing-masing Produk .....   | 56 |
| Tabel 4.31 | Penambahan <i>Complention Time</i> pada Jadwal<br>Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... | 57 |



## DAFTAR GAMBAR

|            | Halaman   |
|------------|---|
| Gambar 1.1 | Diagram alir produksi PT. Kencana Tiara Gemilang ..... 2                  |
| Gambar 2.1 | Skema <i>flow shop</i> ..... 13   |
| Gambar 2.2 | Skema <i>job shop</i> ..... 13  |
| Gambar 2.3 | <i>Gantt chart</i> ..... 20   |
| Gambar 3.1 | Diagram alir penelitian ..... 26  |
| Gambar 4.1 | Struktur organisasi PT. Kencana Tiara Gemilang ..... 29                   |
| Gambar 4.2 | Skema proses produksi plastic packaging PT. Kencana Tiara Gemilang.... 30 |
| Gambar 4.3 | Proses <i>extrusion</i> ..... 31  |
| Gambar 4.4 | Proses <i>gusset</i> ..... 31   |
| Gambar 4.5 | Proses <i>printing</i> ..... 32   |
| Gambar 4.6 | Proses <i>converting</i> ..... 32   |
| Gambar 4.7 | LINGO 11.0 <i>solver status</i> ..... 42                                  |

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR LAMPIRAN

|            | Halaman  |
|------------|--|
| Lampiran 1 | <i>Gantt Chart</i> Penjadwalan <i>Existing</i> Bulan November 2016..... 63   |
| Lampiran 2 | Formulasi Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... 65   |
| Lampiran 3 | Hasil <i>Output</i> Lingo 11.0 ..... 67  |
| Lampiran 4 | Pengurutan Variabel <i>Completion Time</i> Berdasarkan Waktu ..... 84  |
| Lampiran 5 | <i>Gantt Chart</i> Penjadwalan Model <i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... 86                                |
| Lampiran 6 | Perhitungan <i>Complementation Time</i> Jadwal Model<br><i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... 88             |
| Lampiran 7 | Perhitungan <i>Complementation Time</i> Jadwal Sisa Produk Model<br><i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... 91 |
| Lampiran 8 | <i>Gantt Chart</i> Penjadwalan Sisa Produk Model<br><i>Mixed Integer Linear Programming</i> ..... 92                 |

Halaman ini sengaja dikosongkan

## RINGKASAN

**Jeffan Darma Yuvandhi.** Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2018, Evaluasi Jadwal Produksi *Jobshop* Untuk Meminimalkan *Makespan* Menggunakan *Mixed Integer Linear Programming*. Dosen Pembimbing: Ceria Farela Mada Tantrika dan Ratih Ardia Sari

PT. Kencana Tiara Gemilang yang sebelumnya merupakan PT. Sido Bangun Indonesia, merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi *plastic packaging*. Dalam proses produksi, PT. Kencana Tiara Gemilang memiliki 4 proses produksi utama, antara lain: *Extrusion*, *Gusset*, *Printing* dan *Converting*. Permintaan konsumen yang bervariasi menuntut PT. Kencana Tiara Gemilang menerapkan suatu sistem penjadwalan yang dapat memenuhi jumlah permintaan. Pada proses produksi terdapat adanya permintaan produk yang tidak mampu terpenuhi dikarenakan adanya kendala keterbatasan waktu, sehingga sebagian jumlah permintaan untuk produk *garbage bag* dan *garbage bag KTG*, ditolak dan tidak jadi diproduksi. Hal ini menyebabkan PT. Kencana Tiara Gemilang mengalami kerugian karena berkurangnya pendapatan. Batasan waktu yang tidak mencukupi dan waktu *idle* yang lama pada beberapa proses menyebabkan bertambahnya *makespan*, yang berakibat berkurangnya kemampuan PT. Kencana Tiara Gemilang untuk menerima jumlah pesanan. Oleh karena itu diperlukan suatu penjadwalan yang optimal untuk menentukan pekerjaan mana yang harus diproses terlebih dahulu dan meminimalkan *makespan*.

Pada penelitian ini dikembangkan model penjadwalan dengan metode *Mixed Integer Linear Programming* secara non-permutasi pada *flowshop scheduling* dengan fungsi tujuan minimasi *makespan*. Pengembangan model *Mixed Integer Linear Programming* dengan menentukan parameter, variabel keputusan, fungsi objektif dan fungsi kendala yang diformulasikan dalam bentuk matematis. Model penjadwalan diterapkan pada 9 jenis produk yang bersifat *Make To Order*. Setelah proses pengumpulan data, dilakukan pengolahan waktu teoritis kapasitas pada keseluruhan *stage* produksi.. Komputasi matematis yang diselesaikan dengan software LINGO 11.0.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan penjadwalan yang dilakukan memiliki total variabel sebanyak 451 variabel, dengan 180 variabel diantaranya adalah variabel integer. Total batasan yang dijabarkan dari model sebesar 497 batasan, dan total *nonzeroes coefficient* dalam model sebesar 1262 koefisien dengan iterasi sebesar 1.036.946.734 iterasi. Nilai *makespan* yang dihasilkan pada penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* sebesar 733,92 jam atau 30,82 hari lebih kecil dibandingkan dengan penjadwalan *existing* sebesar 838,79 jam atau 34,95 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penjadwalan model *Mixed Integer Linear Programming* lebih tepat diterapkan pada proses produksi PT. Kencana Tiara Gemilang daripada penjadwalan *existing*.

**Kata Kunci:** *Jobshop*, *Makespan*, *Mixed Integer Linear Programming*, Penjadwalan

Halaman ini sengaja dikosongkan

## SUMMARY

**Jeffan Darma Yuvandhi.** Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, in January 2018, *Evaluation of Jobshop Schedule to Minimise Makespan Using Mixed Integer Linear Programming.* Academic Supervisor: Ceria Farela Mada Tantrika dan Ratih Ardia Sari

*PT. Kencana Tiara Gemilang previously known as PT. Sido Bangun Indonesia, is a company engaged in plastic packaging manufacture. In routine production process, PT. Kencana Tiara Gemilang has 4 production process which are: Extrusion, Gusset, Printing and Converting. Variation of consumer demand enforcing PT. Kencana Tiara Gemilang to implement a scheduling system that can fulfill consumer demand. On production process, there are some demand that cannot be fulfilled due to due date, therefore some of demand for garbage bag and garbage bag KTG cannot be produced and denied. This caused PT. Kencana Tiara Gemilang suffered losses due to lost sale. Insufficient time and long idle on some process increased makespan production which affect on decreasing capability of PT. Kencana Tiara Gemilang fulfilling customer demand. Therefore, an optimal scheduling is needed to determine which work should be processed first and minimized makespan.*

*On this research, flowshop non-permutated Mixed Integer Linear Programming method scheduling model was developed which objective function to minimize makespan. Developed Mixed Integer Linear Programming model in mathematical formulation by determining parameter, decision variables, objective function and constraint functions. Application scheduling model based on 9 types of Make To Order product. The next thing after collecting data, theoretical capacity time was processed on whole production stage. Computationally mathematical formulation was using LINGO 11.0.*

*The results of research conducted that the scheduling model has 451 variables total, which 180 of them are integer variables. Constraints total described from model is 497 constraints and non-zeroes coefficient is 1.262 coefficients total with 1.036.946.734 of number iterations. Makespan value on Mixed Integer Linear Programming Scheduling which is 733.92 hours or 30.82 days is smaller than the existing scheduling's makespan value which is 838.79 hours or 34.95 days. This research shows that Mixed Integer Linear Programming method scheduling was more appropriately applied to PT. Kencana Tiara Gemilang production process than the existing scheduling.*

**Keywords:** *Jobshop, , Makespan, Mixed Integer Linear Programming, Scheduling*

Halaman ini sengaja dikosongkan