

PENJADWALAN PRODUKSI PADA MESIN PARALEL DALAM PROSES PEMBUATAN PRODUK BOTOL KEMASAN

UDISUBAKTI CIPTOMULYONO

Staf Jurusan Teknik Industri Nopember

Laboratorium Sustainable Manufacturing PTI Kampus Keputih Surabaya

Email: udisubakti@ie.its.ac.id

ABSTRACT

PT Abadi Adimulia is a company that work in plastic container production. The job arrival is static and the difference of processing time between the main process and the other process is very long. Until now the company use the First Come First Serve (FCFS) method to schedule their production activities, but with this method often the company finish their job over the due. The objective of this research was to obtain the production scheduling that give the minimum value in maximum lateness, makespan, number of late job, and the average tardiness on the blow mouldings machine. The production scheduling method that used in this research were Longest Processing Time method (LPT), Shortest Processing Time method (SPT), and Earliest Due Date method (EDD). The result from the scheduling using the three method indicate that LPT method is the best method to apply in this case which reduce the maximum lateness for 112.27 hours, makespan for 101.93 hours, number of late job for two jobs, and the average tardiness for 4.67 hours/job on June, maximum lateness for 60.07 hours, makespan for 123.19 hours, number of late job for one jobs, and the average tardiness for 2.5 hours/job on June, and maximum lateness for 53.42 hours, makespan for 38.1 hours, number of late job for one jobs, and the average tardiness for 2.05 hours/job on June.

Key words: scheduling, parallel machine, LPT

PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan suatu proses pengalokasian sumber-sumber yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Penjadwalan menyangkut hal yang lebih detail dan keputusan jangka pendek untuk menentukan kapan dan bagaimana melakukan sesuatu secara tepat (*when, and how to do what*). Secara umum penjadwalan bertujuan untuk memperoleh efisiensi penggunaan sumber daya (Baker, 1974). Penjadwalan produksi menurut Baroto (2002) adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi.

PT Abadi Adimulia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi dan berdiri di kawasan industri Rungkut Surabaya. Perusahaan ini menganut sistem *job order* dan memproduksi berbagai macam produk botol plastik kemasan yang merupakan pesanan dari perusahaan lain. Jenis produk yang diproduksi sangat bervariasi dan untuk memproduksinya PT Abadi Adimulia memiliki 2 jenis mesin yaitu mesin *Blow Moulding* dan *injection moulding*, kemudian produk-produk

tersebut diproses melalui tahap dekorasi yang berbeda. Pola kedatangan job di PT Abadi Adimulia adalah statis, yaitu semua job datang secara bersamaan, atau jika dalam kasus di perusahaan, semua job telah ada pada saat suatu periode produksi akan dilakukan. Hal ini terjadi karena adanya kebijakan perusahaan yang membatasi waktu pemesanan, yaitu paling tidak satu bulan sebelum waktu pengiriman. Sedangkan untuk waktu pengiriman sendiri perusahaan memiliki kebijakan untuk membuat perjanjian dengan konsumen bahwa pengiriman pesanan dilakukan setiap hari selasa pertama untuk setiap bulannya. Karena perusahaan ini bertipe *job order* maka produksinya sangat tergantung pada permintaan yang datang pada perusahaan, yaitu berasal dari perusahaan-perusahaan lain, hal ini berakibat jumlah produksi perusahaan tidak tetap demikian juga kebutuhan mesinnya. Masalah yang dihadapi oleh PT Abadi Adimulia saat ini adalah sering terjadinya pemenuhan order yang terlalu lama, terutama pada mesin *blow moulding*, karena mayoritas *order* harus diselesaikan dengan mesin

ini. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan membuat suatu penjadwalan yang baik yang bisa mempercepat waktu penyelesaian *order*.

Penjadwalan produksi adalah salah satu fungsi dari pengawasan produksi yang mempunyai peranan yang cukup penting karena dapat memengaruhi keberhasilan melaksanakan pengawasan produksi itu sendiri. Pada beberapa perusahaan kegagalan dalam penyusunan penjadwalan produksinya tidak hanya dapat mengacaukan pengawasan produksinya, tetapi juga dapat memengaruhi hal-hal lain dalam perusahaan seperti jumlah produk yang dihasilkan. Suatu penjadwalan produksi yang didasarkan pada suatu pemikiran yang tepat, lebih-lebih yang didasarkan atas pemikiran ilmiah jelas akan mengurangi timbulnya hal-hal yang merugikan perusahaan sehubungan dengan penjadwalan produksinya. Dengan penjadwalan produksi yang baik tentunya mesin-mesin yang digunakan dapat dioperasikan sesuai dengan kapasitas yang dimiliki dan memperkecil kemungkinan timbulnya waktu yang tidak produktif dari mesin-mesin tersebut.

Selama ini penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan cenderung menerapkan aturan *First Come First Serve* (FCFS). Penjadwalan tersebut dirasa kurang efektif hal ini dapat dilihat dari lamanya waktu pemenuhan *order* yang menyebabkan terlambatnya pemenuhan pesanan dan seringnya terjadi mesin menganggur serta seringnya terjadi perubahan jadwal yang sangat mendadak yang bisa mengganggu kelancaran kegiatan produksi di perusahaan. Permasalahan tersebut misalnya dapat dilihat pada periode produksi bulan Januari 2007, saat itu perusahaan hanya mampu memproduksi sebanyak 3.540.000 buah botol kemasan (dengan mengabaikan jenis produknya) pesanan yang datang adalah sebesar 3.843.800 sehingga masih ada kekurangan sebesar 303.800 produk padahal laporan dari departemen produksi menunjukkan bahwa terjadi *idle time* sebanyak 4% dari total waktu mesin sanggup bekerja, yaitu kurang lebih selama 60 menit.

Untuk mengatasi masalah di atas peneliti berusaha menerapkan metode penjadwalan mesin job paralel dengan aturan *Shortest Processing Time* (SPT), *Latest Processing Time* (LPT), dan *Earliest Due Date* (EDD) untuk mendapatkan

metode yang memberikan solusi yang optimal dalam masalah penentuan pengurutan pengerjaan produk yang akan diproduksi. Karena masalah yang timbul di perusahaan adalah pemenuhan *order* yang dirasakan cukup lama, maka ukuran yang digunakan adalah mendapatkan *makespan* terkecil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh jadwal produksi yang menghasilkan *makespan*, jumlah job terlambat, rata-rata kelambatan dan maksimum kelambatan terkecil pada perusahaan bertipe *job order* dengan mesin paralel.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Perusahaan botol plastik kemasan PT Abadi Adimulia. Mesin *blow moulding* dipilih sebagai objek penelitian karena mesin ini mendapatkan beban produksi terbanyak dalam proses produksi dan merupakan proses awal yang harus dilalui oleh lebih dari 80% produk yang diproduksi oleh perusahaan. Mesin *blow moulding* selalu memproduksi selama 24 jam perhari dan 6 hari kerja perbulan, bahkan tidak jarang terjadi lembur di hari minggu untuk memenuhi pesanan job yang belum terselesaikan. Berbeda dengan mesin-mesin yang lain, misalnya mesin dekorasi, selain kapasitas produksinya yang sangat banyak hingga mencapai 6.000 pcs per jam untuk mesin printing, semua produk juga belum tentu melalui mesin dekorasi yang sama. Selain itu waktu proses dari mesin ini sangat tergantung pada jenis produk, berbeda dengan mesin lain yang memiliki waktu proses yang sama pada setiap produk, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam melakukan penjadwalan.

Pengumpulan data dilakukan di PT Abadi Adimulia, dengan menggunakan: 1) observasi, yaitu teknik pengumpulan data dengan jalan melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang sedang diteliti; 2) wawancara, pengumpulan data dengan jalan mengadakan tanya jawab dengan karyawan yang bersangkutan terhadap objek yang dianggap dapat membantu atau memberikan penjelasan tentang masalah yang diteliti; 3) dokumentasi, merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan melihat dan mencatat dokumen-dokumen serta arsip-arsip perusahaan yang ada kaitannya dengan objek penelitian.

Data-data yang dibutuhkan dalam penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut. 1) jenis produk yang diproduksi dan jumlah permintaannya, data ini berfungsi untuk mengetahui berapa macam produk yang harus dijadwalkan dan berapa lama produk bisa diselesaikan; 2) jenis, jumlah dan fungsi mesin yang digunakan, data ini digunakan untuk mengetahui ada berapa mesin yang bisa digunakan untuk menyelesaikan pesanan produk; 3) urutan proses data ini diperlukan untuk mengetahui proses pengikutan setiap produk sehingga dapat digunakan dalam menentukan batas waktu penyelesaian; 4) waktu proses tiap produk, data ini dibutuhkan untuk mengetahui lama proses tiap produk yang berikutnya akan digunakan sebagai dasar perhitungan lama penyelesaian pesanan produk; 5) penjadwalan yang ada di perusahaan, data ini diperlukan dengan tujuan untuk mengetahui penjadwalan di perusahaan saat ini dan akan dibandingkan dengan metode yang akan diteliti.

Data yang telah diperoleh diolah dengan menerapkan beberapa metode yang ada dalam penjadwalan pada mesin paralel seperti yang telah tercantum, yaitu: penjadwalan dengan aturan *Shortest Processing Time*, penjadwalan dengan aturan *Latest Processing Time*, penjadwalan dengan aturan *Earliest Due Date*. Setelah diperoleh beberapa urutan pengerjaan job sesuai dengan metode-metode yang ada, maka langkah berikutnya adalah menghitung kriteria performansi penjadwalan diantaranya *makespan*, jumlah job terlambat, maksimal kelambatan, dan rata-rata kelambatan. Selanjutnya semua kriteria tersebut dibandingkan untuk mengetahui penjadwalan manakah yang dapat memberikan hasil terbaik dalam menyelesaikan pesanan produk pada perusahaan. Jika metode yang diterapkan menghasilkan *makespan*, jumlah job terlambat, maksimal kelambatan, dan rata-rata kelambatan yang lebih kecil dari metode yang diterapkan di perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa hasil perhitungan jumlah produk yang harus dibuat pada bulan Mei 2007 adalah pada Job 2 (produk botol LBS pure M 100 pink), jumlah produk yang harus diproduksi sebanyak 68 lot, yaitu 68 kali masukan campuran material

pada mesin *blow moulding* atau jika dalam satuan produk sebanyak 170.000 pcs, jumlah ini lebih besar dari permintaan produk tersebut yaitu sebanyak 166.000 pcs, perbedaan ini dikarenakan adanya sisa produksi bulan sebelumnya sebesar 2.850 pcs sehingga perusahaan hanya perlu memproduksi produk baik sebanyak 163.150 pcs, kemudian juga karena adanya persentase cacat ketika produk diproses melalui mesin produksi, yaitu 2% cacat pada mesin *blow moulding* dan 0,6% cacat pada mesin *shrink tunnel*, sehingga untuk mengantisipasi kekurangan produk pada akhir proses, perusahaan harus membuat produk yang lebih banyak pada awal proses, yaitu sebanyak 167.654 pcs. Kemudian karena adanya lot produksi sebanyak 2.500 pcs per lot maka jumlah produk dibulatkan pada jumlah lotnya dan diperoleh jumlah produksi sebanyak 68 lot atau 170.000 pcs. Sebaliknya pada job 3 jumlah produk yang dibuat sebanyak 72.500 pcs yang justru lebih kecil dari permintaan yang sebesar 74.000 pcs. Hal ini karena adanya sisa produksi pada bulan sebelumnya yang cukup banyak sehingga walaupun ada persentase cacat pada mesin produksi perusahaan cukup berproduksi kurang dari pesanan konsumen.

Jumlah produk yang harus diproduksi pada bulan Juli 2007 untuk Job 3 (produk botol LBS green spa 100) sebanyak 47 lot yaitu 47 kali masukan campuran material pada mesin *blow moulding* atau jika dalam satuan produk sebanyak 117.500 pcs, jumlah ini lebih besar dari permintaan produk tersebut yaitu sebanyak 115.000 pcs, perbedaan ini dikarenakan adanya sisa produksi bulan sebelumnya sebesar 2.850 pcs sehingga perusahaan hanya perlu memproduksi produk baik sebanyak 112.150 pcs, kemudian juga karena adanya persentase cacat ketika produk diproses melalui mesin produksi, yaitu 2% cacat pada mesin *blow moulding* dan 0,6% cacat pada mesin *shrink tunnel*, sehingga untuk mengantisipasi kekurangan produk pada akhir proses, perusahaan harus membuat produk yang lebih banyak pada awal proses yaitu sebanyak 115.246 pcs. Kemudian karena adanya lot produksi sebanyak 2.500 pcs per lot maka jumlah produk dibulatkan pada jumlah lotnya dan diperoleh jumlah produksi sebanyak 47 lot atau 117.500 pcs. Sebaliknya pada job 1 jumlah produk yang dibuat sebanyak 157.500 pcs yang justru lebih kecil dari permintaan yang sebesar

159.000 pcs. Hal ini karena adanya sisa produksi pada bulan sebelumnya yang cukup banyak sehingga walaupun ada persentase cacat pada mesin produksi perusahaan cukup berproduksi kurang dari pesanan konsumen.

Berdasarkan hasil pengolahan dan data permintaan bulan Agustus 2007 diperoleh perbandingan sebagai berikut. Pada Job 1 (produk botol LBS Rich M 100 white) jumlah produk yang harus diproduksi sebanyak 71 lot yaitu 71 kali masukan campuran material pada mesin *blow moulding* atau jika dalam satuan produk sebanyak 177.500 pcs, jumlah ini lebih besar dari permintaan produk tersebut yaitu sebanyak 177.000 pcs, perbedaan ini dikarenakan adanya sisa produksi bulan sebelumnya sebesar 5.100 pcs sehingga perusahaan hanya perlu memproduksi produk baik sebanyak 171.900 pcs kemudian juga karena adanya persentase cacat ketika produk diproses melalui mesin produksi, yaitu 2% cacat pada mesin *blow moulding* dan 0,6% cacat pada mesin *shrink tunnel* sehingga untuk mengantisipasi kekurangan produk pada akhir proses, perusahaan harus membuat produk yang lebih banyak pada awal proses, yaitu sebanyak 176.645 pcs. Kemudian karena adanya lot produksi sebanyak 2.500 pcs per lot maka jumlah produk dibulatkan pada jumlah lotnya dan diperoleh jumlah produksi sebanyak 71 lot atau 177.500 pcs. Sebaliknya pada job 2 jumlah produk yang dibuat sebanyak 182.500 pcs yang justru lebih kecil dari permintaan yang sebesar 184.000 pcs. Hal ini karena adanya sisa produksi pada bulan sebelumnya yang cukup banyak sehingga walaupun ada persentase cacat pada mesin produksi perusahaan cukup berproduksi kurang dari pesanan konsumen.

Setelah melakukan penjadwalan dengan metode SPT, LPT, EDD, dan hasil penjadwalan

di perusahaan, langkah selanjutnya adalah menentukan metode mana yang paling tepat diterapkan di perusahaan. Pemilihan tersebut didasarkan pada kriteria performansi yang telah didapatkan, dan dalam pemilihan metode tersebut kriteria maksimum kelambatan merupakan prioritas utama, diikuti kriteria *makespan*, jumlah job terlambat, dan kemudian rata-rata kelambatan. Karenatujuannya untuk mendapatkan penjadwalan terbaik maka, penjadwalan yang terpilih adalah penjadwalan yang mampu memberikan kriteria performansi terkecil.

Dari Tabel 1 dapat disimak performansi hasil penjadwalan tiap-tiap metode pada bulan Mei 2007. Berdasarkan hasil penjadwalan diperoleh kriteria performansi untuk penjadwalan dengan metode perusahaan adalah sebagai berikut: 1) maksimum kelambatan 58,3 jam, artinya dari beberapa jumlah job yang terlambat, waktu paling lama suatu job melebihi batas waktunya adalah selama 58,3 jam dari batas waktu yang telah ditentukan; 2) *makespan* sebesar 586,57 jam, artinya job terakhir yang dikerjakan pada mesin *blow moulding* selesai pada waktu ke-586,57 jam dihitung sejak waktu ke-0; 3) jumlah job terlambat sebanyak 1 buah job, artinya dalam pengerjaannya pada mesin *blow moulding* dari sekian jumlah job terdapa satu job yang penyelesaiannya melebihi batas waktu yang telah ditentukan; 4) rata-rata kelambatan sebesar 3,07 jam/job, artinya jika diambil rata-rata dari sekian jumlah job yang dikerjakan pada mesin *blow moulding* pada bulan Mei terdapat kelambatan selama 3,07 jam per job.

Kriteria performansi bulan Mei 2007 untuk metode SPT adalah: 1) maksimum kelambatan 301,43 jam, 2) *makespan* sebesar 829,7 jam, 3) jumlah job terlambat sebanyak 2 buah job, 4) rata-rata kelambatan sebesar 17,56 jam/job.

Tabel 1. Perbandingan Kriteria Pengukuran untuk Semua Metode pada Bulan Mei 2007

| Kriteria | Metode | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | Penjadwalan Perusahaan | SPT | LPT | EDD |
| Maksimum kelambatan (jam) | 58,3 | 301,43 | 58,3 | 58,3 |
| Makespan (jam) | 586,57 | 829,7 | 586,57 | 586,57 |
| Jumlah job terlambat (job) | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 3,07 | 17,56 | 3,07 | 3,07 |

Tabel 2. Perbandingan Kriteria Pengukuran untuk Semua Metode pada Bulan Juni 2007

| Kriteria | Metode | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | Penjadwalan Perusahaan | SPT | LPT | EDD |
| Maksimum kelambatan (jam) | 138,52 | 273,69 | 10,98 | 65,47 |
| Makespan (jam) | 709,69 | 810,52 | 608,26 | 665,47 |
| Jumlah job terlambat (job) | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 6,79 | 13,13 | 0,77 | 3,45 |

Kriteria performansi untuk metode LPT adalah: 1) maksimum kelambatan 58,3 jam, 2) *makespan* sebesar 586,57 jam, 3) jumlah job terlambat sebanyak 1 buah job, 4) rata-rata kelambatan sebesar 3,07 jam/job. Kriteria performansi untuk metode EDD adalah: 1) maksimum kelambatan 58,31 jam, 2) *makespan* sebesar 586,57 jam, 3) jumlah job terlambat sebanyak 1 buah job, 4) rata-rata kelambatan sebesar 3,07 jam/job.

Berdasarkan perbandingan di atas terlihat bahwa metode LPT dan EDD memberikan hasil yang sama dengan penjadwalan yang diterapkan di perusahaan, hal ini terjadi karena ada satu job yang memerlukan waktu pengerjaan yang sangat lama, yaitu job 20, padahal job-job yang lain hanya memerlukan pengerjaan yang singkat pada bulan Mei 2007. Dengan metode penjadwalan perusahaan, LPT, dan EDD, job 20 tersebut dikerjakan pada satu mesin dan job yang lain dikerjakan secara merata pada mesin yang lain, setelah selesai dikerjakan job 20 mengalami keterlambatan dan job yang lain tidak mengalami keterlambatan sama sekali sehingga setelah dilakukan penghitungan kriteria performansi, job-job yang lain seolah-olah tertutupi oleh job 20. Pada bulan Mei 2007, metode SPT memberikan hasil yang lebih buruk dari metode yang lain. Hal ini terjadi karena pada metode SPT job yang waktu penyelesaiannya singkat dikerjakan terlebih dahulu, sehingga job 20 yang memiliki waktu pengerjaan yang sangat lama dikerjakan setelah job yang lain, hasilnya keterlambatan yang terjadi justru semakin lama.

Berdasarkan hasil penjadwalan pada bulan Juni 2007 diperoleh kriteria performansi untuk penjadwalan dengan metode perusahaan seperti ditunjukkan pada Tabel 2 adalah sebagai berikut: 1) maksimum kelambatan 138,52 jam, artinya dari beberapa jumlah job yang terlambat, waktu

paling lama suatu job melebihi batas waktunya adalah selama 138,52 jam dari batas waktu yang telah ditentukan; 2) *makespan* sebesar 709,69 jam, artinya job terakhir yang dikerjakan pada mesin *blow moulding* selesai pada waktu ke-709,69 jam dihitung sejak waktu ke-0; 3) jumlah job terlambat sebanyak 3 buah job, artinya dalam pengerjaannya pada mesin *blow moulding* dari sekian jumlah job terdapa tiga job yang penyelesaiannya melebihi batas waktu yang telah ditentukan; 4) rata-rata kelambatan sebesar 6,79 jam/job, artinya jika diambil rata-rata dari sekian jumlah job yang dikerjakan pada mesin *blow moulding* pada bulan Juni 2007 terdapat kelambatan selama 6,79 jam per job.

Kriteria performansi bulan Juni 2007 untuk metode SPT adalah: maksimum kelambatan 273,69 jam, *makespan* sebesar 810,52 jam, jumlah job terlambat sebanyak 2 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 13,13 jam/job. Kriteria performansi untuk metode LPT adalah: maksimum kelambatan 10,98 jam, *makespan* sebesar 608,26 jam, jumlah job terlambat sebanyak 3 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 0,77 jam/job. Kriteria performansi untuk metode EDD adalah: maksimum kelambatan 65,47 jam, *makespan* sebesar 665,47 jam, jumlah job terlambat sebanyak 3 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 3,47 jam/job.

Berdasarkan hasil penjadwalan pada bulan Juli 2007 diperoleh kriteria performansi untuk penjadwalan dengan metode perusahaan seperti ditunjukkan pada Tabel 3 adalah sebagai berikut: 1) maksimum kelambatan 63,07 jam, artinya dari beberapa jumlah job yang terlambat, waktu paling lama suatu job melebihi batas waktunya adalah selama 63,07 jam dari batas waktu yang telah ditentukan; 2) *makespan* sebesar 679,81 jam, artinya job terakhir yang dikerjakan

Tabel 3. Perbandingan Kriteria Pengukuran untuk Semua Metode pada Bulan Juli 2007

| Kriteria | Metode | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | Penjadwalan Perusahaan | SPT | LPT | EDD |
| Maksimum kelambatan (jam) | 63,07 | 132,63 | 0 | 245,88 |
| Makespan (jam) | 679,81 | 756,63 | 556,12 | 849,88 |
| Jumlah job terlambat (job) | 1 | 2 | 0 | 1 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 2,63 | 6,56 | 0 | 10,25 |

pada mesin *blow moulding* selesai pada waktu ke-679,81 jam dihitung sejak waktu ke-0; 3) jumlah job terlambat sebanyak 1 buah job, artinya dalam pengerjaannya pada mesin *blow moulding* dari sekian jumlah job terdapat satu job yang penyelesaiannya melebihi batas waktu yang telah ditentukan; rata-rata kelambatan sebesar 2,63 jam/job, artinya jika diambil rata-rata dari sekian jumlah job yang dikerjakan pada mesin *blow moulding* pada bulan Mei terdapat kelambatan selama 2,63 jam per job.

Kriteria performansi bulan Juli 2007 untuk metode SPT adalah: maksimum kelambatan 132,63 jam, makespan sebesar 756,63 jam, jumlah job terlambat sebanyak 2 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 6,56 jam/job. Kriteria performansi untuk metode LPT adalah: maksimum kelambatan 0 jam, *makespan* sebesar 556,12 jam, jumlah job terlambat sebanyak 0 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 0 jam/job. Kriteria performansi untuk metode EDD adalah: maksimum kelambatan 245,88 jam, *makespan* sebesar 849,88 jam, jumlah job terlambat sebanyak 1 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 10,25 jam/job.

Tabel 4 menunjukkan kriteria performansi hasil penjadwalan dengan metode perusahaan pada bulan Agustus 2007 sebagai berikut: 1) maksimum kelambatan 80,67 jam, artinya

dari beberapa jumlah job yang terlambat, waktu paling lama suatu job melebihi batas waktunya adalah selama 80,67 jam dari batas waktu yang telah ditentukan; 2) *makespan* sebesar 620,56 jam, artinya job terakhir yang dikerjakan pada mesin *blow moulding* selesai pada waktu ke-620,56 jam dihitung sejak waktu ke-0; 3) jumlah job terlambat sebanyak 2 buah job, artinya dalam pengerjaannya pada mesin *blow moulding* dari sekian jumlah job terdapat dua job yang penyelesaiannya melebihi batas waktu yang telah ditentukan; 4) rata-rata kelambatan sebesar 3,55 jam/job, artinya jika diambil rata-rata dari sekian jumlah job yang dikerjakan pada mesin *blow moulding* pada bulan Mei terdapat kelambatan selama 3,55 jam per job.

Kriteria performansi bulan Agustus 2007 untuk metode SPT adalah: maksimum kelambatan 193,92 jam, makespan sebesar 783,62 jam, jumlah job terlambat sebanyak 2 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 10,92 jam/job. Kriteria performansi untuk metode LPT adalah maksimum kelambatan 0 jam *makespan* sebesar 582,46 jam, jumlah job terlambat sebanyak 0 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 0 jam/job. Kriteria performansi untuk metode EDD adalah maksimum kelambatan 53,92 jam, makespan sebesar 645,76 jam, jumlah job terlambat sebanyak 1 buah job, rata-rata kelambatan sebesar 2,07 jam/job.

Tabel 4. Perbandingan Kriteria Pengukuran untuk Semua Metode pada Bulan Agustus 2007

| Kriteria | Metode | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| | Penjadwalan Perusahaan | SPT | LPT | EDD |
| Maksimum kelambatan (jam) | 80,67 | 193,92 | 0 | 53,92 |
| Makespan (jam) | 620,56 | 783,62 | 582,46 | 645,76 |
| Jumlah job terlambat (job) | 2 | 2 | 0 | 1 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 3,55 | 10,92 | 0 | 2,07 |

Tabel 5. Penghematan Aturan LPT Dibandingkan dengan Penjadwalan Perusahaan untuk Bulan Mei 2007

| Kriteria | Metode | | Selisih penghematan |
|--------------------------------|------------------------|--------|---------------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | LPT | |
| Maksimum kelambatan (jam) | 58,3 | 58,3 | 0 |
| Makespan (jam) | 586,57 | 586,57 | 0 |
| Jumlah job terlambat (job) | 1 | 1 | 0 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 3,07 | 3,07 | 0 |

Langkah berikutnya adalah membandingkan metode LPT dengan penjadwalan perusahaan untuk mengetahui penghematan yang dapat diberikan metode LPT seperti ditunjukkan pada Tabel 5–8. Berdasarkan perbandingan di atas dapat dilihat bahwa metode LPT mempunyai hasil paling baik, yaitu paling kecil untuk semua kriteria dibandingkan dengan metode lainnya karena dengan metode LPT pembagian job pada seluruh mesin bisa lebih merata (Nahmias, 2004), sehingga nilai *makespan* dapat lebih diminimalkan dengan menggunakan aturan LPT.

Pada bulan Mei 2007, penjadwalan dengan menggunakan aturan LPT tidak dapat menunjukan penghematan pada semua kriteria penjadwalan dibandingkan dengan penjadwalan yang ada diperusahaan. hal ini terjadi karena pada bulan Mei ada satu job yang memerlukan waktu pengerjaan yang sangat lama, yaitu job 20, padahal job-job yang lain hanya memerlukan pengerjaan yang singkat. Dengan metode penjadwalan perusahaan dan LPT, job 20 tersebut dikerjakan pada satu mesin dan job yang lain dikerjakan secara merata pada mesin yang lain, setelah selesai dikerjakan job 20 mengalami keterlambatan dan job yang lain tidak mengalami keterlambatan sama sekali, sehingga setelah dilakukan penghitungan kriteria

performansi, job-job yang lain seolah-olah tertutupi oleh job 20.

Dari Tabel 6 dapat disimak bahwa penjadwalan pada bulan Juni 2007 dengan menggunakan aturan LPT dapat memberikan penghematan maksimum kelambatan sebesar 114,52 jam, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi maksimum keterlambatan job selama 114,52 jam, yaitu dari 114,52 jam menjadi 0 jam. Penghematan *makespan* sebesar 101,43 jam, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat menghemat *makespan* selama 101,43 jam, yaitu dari 709,69 jam menjadi 608,26 jam. Penghematan job terlambat sebanyak dua job, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi job yang terlambat sebanyak dua job yaitu dari dua job terlambat menjadi nol job terlambat. Dan penghematan rata-rata kelambatan sebesar 4,85 jam/job, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi rata-rata kelambatan sebanyak

Tabel 6. Penghematan Aturan LPT Dibandingkan dengan Penjadwalan Perusahaan untuk Bulan Juni 2007

| Kriteria | Metode | | Selisih penghematan |
|--------------------------------|------------------------|--------|---------------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | LPT | |
| Maksimum kelambatan (jam) | 114,52 | 0 | 114,52 |
| Makespan (jam) | 709,69 | 608,26 | 101,43 |
| Jumlah job terlambat (job) | 2 | 0 | 2 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 4,85 | 0 | 4,85 |

Tabel 7. Penghematan Aturan LPT Dibandingkan dengan Penjadwalan Perusahaan untuk Bulan Juli 2007

| Kriteria | Metode | | Selisih penghematan |
|--------------------------------|------------------------|--------|---------------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | LPT | |
| Maksimum kelambatan (jam) | 63,07 | 0 | 63,07 |
| Makespan (jam) | 679,81 | 556,12 | 123,69 |
| Jumlah job terlambat (job) | 1 | 0 | 1 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 2,63 | 0 | 2,63 |

4,85 jam per job, yaitu dari 4,85 jam/job menjadi 0 jam/job. Berdasarkan perbandingan kriteria performansi terhadap penjadwalan perusahaan dan penjadwalan dengan menggunakan aturan LPT pada bulan juni terlihat bahwa metode LPT merupakan metode yang lebih cocok diterapkan pada kasus di perusahaan.

Dari Tabel 7 dapat disimak bahwa penjadwalan pada bulan Juli 2007 dengan menggunakan aturan LPT dapat memberikan penghematan maksimum kelambatan sebesar 63,07 jam, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi maksimum keterlambatan job selama 63,07 jam, yaitu dari 63,07 jam menjadi 0 jam. Penghematan *makespan* sebesar 123,69 jam, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat menghemat *makespan* selama 123,69 jam, yaitu dari 679,81 jam menjadi 556,12 jam. Penghematan job terlambat sebanyak satu job, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi job yang terlambat sebanyak satu job, yaitu dari satu job terlambat menjadi nol job terlambat. Dan penghematan rata-rata kelambatan sebesar

2,63 jam/job, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi rata-rata kelambatan sebanyak 2,63 jam per job yaitu dari 2,63 jam/job menjadi 0 jam/job. Berdasarkan perbandingan kriteria performansi terhadap penjadwalan perusahaan dan penjadwalan dengan menggunakan aturan LPT pada bulan Juli 2007 terlihat bahwa metode LPT merupakan metode yang lebih cocok diterapkan pada kasus di perusahaan.

Penjadwalan dengan menggunakan aturan LPT pada bulan Agustus 2007 seperti ditunjukkan pada Tabel 8 dapat memberikan penghematan maksimum kelambatan sebesar 56,67 jam, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi maksimum keterlambatan job selama 56,67 jam, yaitu dari 56,67 jam menjadi 0 jam. Penghematan *makespan* sebesar 38,1 jam, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat menghemat *makespan* selama 38,1 jam, yaitu dari 620,56 jam menjadi 582,46 jam. Penghematan job terlambat sebanyak satu job, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan

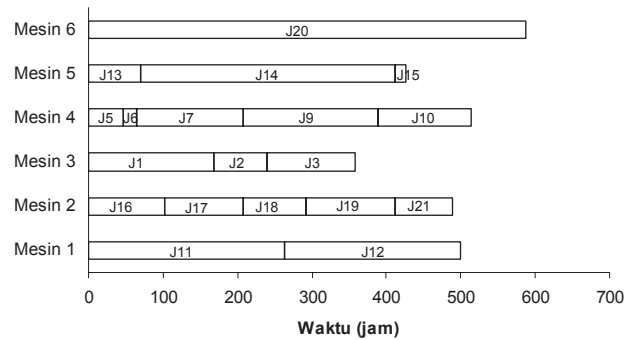
Tabel 8. Penghematan aturan LPT Dibandingkan dengan Penjadwalan Perusahaan untuk Bulan Agustus 2007

| Kriteria | Metode | | Selisih penghematan |
|--------------------------------|------------------------|--------|---------------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | LPT | |
| Maksimum kelambatan (jam) | 56,67 | 0 | 56,67 |
| Makespan (jam) | 620,56 | 582,46 | 38,1 |
| Jumlah job terlambat (job) | 1 | 0 | 1 |
| Rata-rata Kelambatan (jam/job) | 2,18 | 0 | 2,18 |

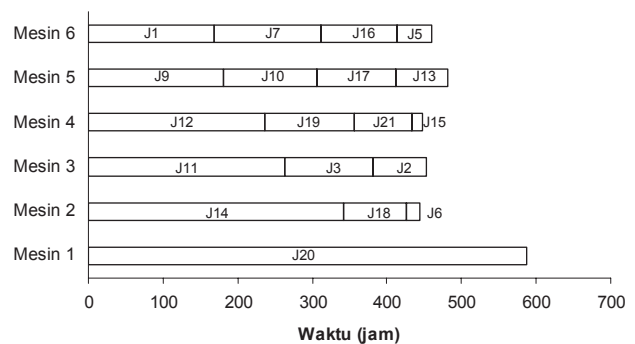
aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi job yang terlambat sebanyak satu job, yaitu dari satu job terlambat menjadi nol job terlambat. Dan penghematan rata-rata kelambatan sebesar 2,18 jam/job, artinya jika perusahaan melakukan penjadwalan pada mesin *blow moulding* dengan menggunakan aturan LPT, maka perusahaan dapat mengurangi rata-rata kelambatan sebanyak 2,18 jam per job, yaitu dari 2,18 jam/job menjadi 0 jam/job. Berdasarkan perbandingan kriteria performansi terhadap penjadwalan perusahaan dan penjadwalan dengan menggunakan aturan LPT pada bulan Agustus 2007 terlihat bahwa metode LPT merupakan metode yang lebih cocok diterapkan pada kasus di perusahaan.

Dalam bentuk *Gantt chart*, perbandingan urutan pengerjaan job antara aturan LPT dan penjadwalan perusahaan pada bulan Mei 2007 dapat dilihat dalam Gambar 1 dan Gambar 2. Selain dalam bentuk *Gantt chart*, perbandingan urutan penjadwalan dapat disimak juga pada Tabel 9. Dari Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa penjadwalan perusahaan dan penjadwalan berdasar aturan SPT sangat berbeda, hal ini sebabkan oleh cara pengurutan job pada masing-masing penjadwalan, yaitu penjadwalan perusahaan cenderung menggunakan metode *First come first serve* sedangkan pada penjadwalan LPT pengurutannya berdasarkan job dengan waktu terlama. Perbedaan tersebut misalnya pada job 20, pada penjadwalan perusahaan job 20 dikerjakan pada mesin 1 sedangkan pada metode LPT dikerjakan pada mesin 6. Dari perbandingan urutan pengerjaan job bulan Mei dapat dilihat bahwa aturan LPT memberikan pambebanan mesin yang lebih merata jika dibandingkan dengan penjadwalan yang ada di perusahaan, walaupun dari segi kriteria performansi aturan LPT memberikan hasil yang sama, kesamaan hasil perhitungan kriteria ini disebabkan karena adanya satu job yang pengerjaannya membutuhkan waktu yang sangat lama yaitu job 20, sedangkan job-job yang lain hanya sedikit, sehingga pada perhitungan kriteria job 20 tersebut seolah-olah menutupi job-job yang lain.

Perbandingan urutan pengerjaan job antara aturan LPT dan penjadwalan perusahaan dalam bentuk *Gantt chart* pada bulan Juni 2007 dapat dilihat dalam Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 1. *Gantt chart* penjadwalan perusahaan bulan Mei



Gambar 2. *Gantt chart* aturan LPT bulan Mei

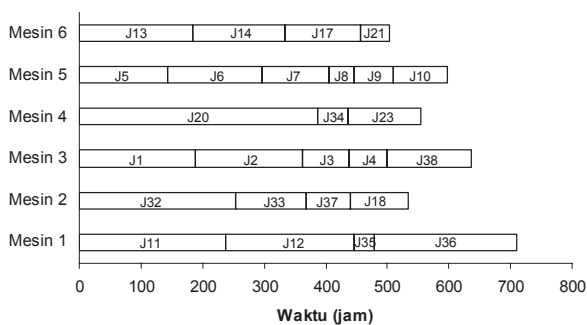
Tabel 9. Perbandingan Urutan Pengerjaan Job antara Penjadwalan Perusahaan dengan Metode LPT Bulan Mei 2007.

| Mesin | Urutan Pengerjaan | |
|---------|-------------------------|-----------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | Metode LPT |
| Mesin 1 | J11- J12 | J20 |
| Mesin 2 | J16- J17- J18- J19- J21 | J14-J18-J6 |
| Mesin 3 | J1- J2- J3 | J11-J3-J2 |
| Mesin 4 | J5- J6- J7- J9- J10 | J12-J19-J21-J15 |
| Mesin 5 | J13- J14- J15 | J9-J10-J17-J13 |
| Mesin 6 | J20 | J1-J7-J16-J5 |

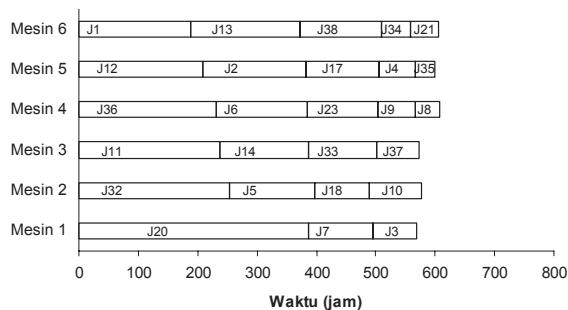
Berdasarkan perbandingan urutan penjadwalan pada bulan Juni 2007 seperti ditunjukkan pada Tabel 10, terjadi banyak perbedaan antara penjadwalan perusahaan dan penjadwalan berdasar aturan LPT hal ini sebabkan oleh cara pengurutan job pada masing-masing penjadwalan, yaitu penjadwalan perusahaan menggunakan metode *First come first serve* sedangkan pada penjadwalan

Tabel 10. Perbandingan Urutan Pengerjaan Job antara Penjadwalan Perusahaan dengan Metode LPT Bulan Juni 2007

| Mesin | Urutan Pengerjaan | |
|---------|-------------------------|--------------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | Metode LPT |
| Mesin 1 | J11- J12- J35- J36 | J20-J7-J3 |
| Mesin 2 | J32- J33- J37- J18 | J32-J5-J18-J10 |
| Mesin 3 | J1- J2- J3- J4- J38 | J11-J14-J33-J37 |
| Mesin 4 | J20- J34- J23 | J36-J6-J23-J9-J8 |
| Mesin 5 | J5- J6- J7- J8- J9- J10 | J12-J2-J17-J4-35 |
| Mesin 6 | J13- J14- J17- J21 | J1-J13-J38-J34-J21 |

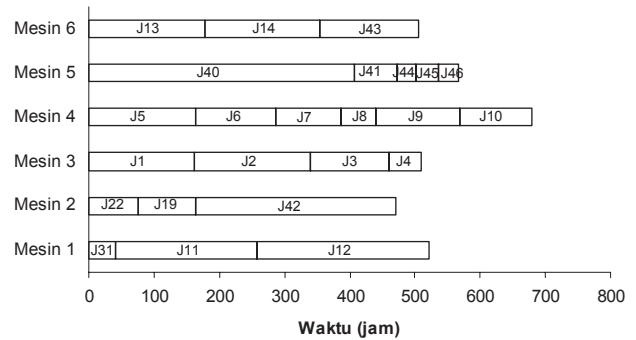


Gambar 3. Gantt chart penjadwalan perusahaan bulan Juni

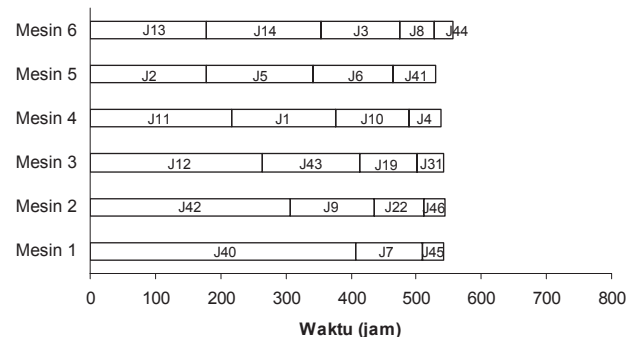


Gambar 4. Gantt chart aturan LPT bulan Juni

LPT pengurutannya berdasarkan job dengan waktu terlama. Perbedaan tersebut misalnya pada job 20, pada penjadwalan perusahaan job 20 dikerjakan pada mesin 1 sedangkan pada metode LPT dikerjakan pada mesin 4. Berdasarkan perbandingan urutan pengerjaan job bulan Mei dapat dilihat bahwa aturan LPT memberikan pambebanan mesin yang lebih merata jika dibandingkan dengan penjadwalan yang ada di perusahaan, sehingga dengan pemerataan job



Gambar 5. Gantt chart penjadwalan perusahaan bulan Juli



Gambar 6. Gantt chart aturan LPT bulan Juli

tersebut penjadwalan LPT bisa menghemat *makespan* menjadi 608,26 jam yang dalam penjadwalan perusahaan mencapai 709,69 jam, dan juga mampu mengurangi keterlambatan job yang pada penjadwalan perusahaan terdapat dua job terlambat menjadi nol job terlambat, dengan kata lain tidak ada job yang terlambat. Hasil penghematan penjadwalan dengan metode LPT pada mesin paralel ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Iskandar (2006) dimana metode LPT memberikan penghematan *makespan* sebesar 27,039%.

Perbandingan urutan pengerjaan job antara aturan LPT dan penjadwalan perusahaan dalam bentuk *Gantt chart* pada bulan Juli 2007 dapat disimak pada gambar 5 dan 6.

Berdasarkan perbandingan urutan penjadwalan bulan Juli 2007 seperti ditunjukkan pada Tabel 11, terjadi perbedaan antara penjadwalan perusahaan dan penjadwalan berdasar aturan LPT hal ini disebabkan oleh cara pengurutan job pada masing-

Tabel 11. Perbandingan Urutan Pengerjaan Job antara Penjadwalan Perusahaan dengan Metode LPT Bulan Juli 2007.

| Mesin | Urutan Pengerjaan | |
|---------|-------------------------|-------------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | Metode LPT |
| Mesin 1 | J31- J11- J12 | J40-J7-J45 |
| Mesin 2 | J22- J19- J42 | J42-J9-J22-J46 |
| Mesin 3 | J1- J2- J3- J4 | J12-J43-J19-J31 |
| Mesin 4 | J5- J6- J7- J8- J9- J10 | J11-J1-J10-J4 |
| Mesin 5 | J40- J41- J44- J45- J46 | J2-J5-J6-J41 |
| Mesin 6 | J13- J14- J43 | J13-J14-J3-J8-J44 |

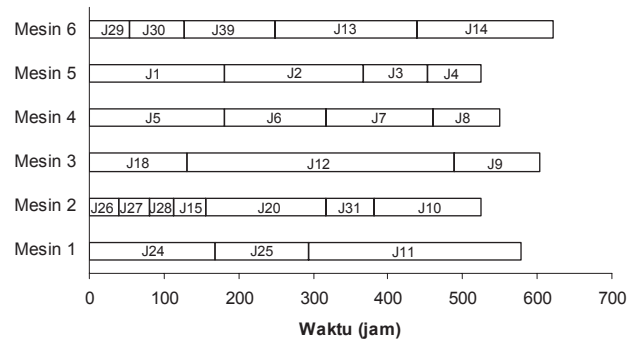
masing penjadwalan, yaitu penjadwalan perusahaan menggunakan metode *First come first serve* sedangkan pada penjadwalan LPT pengurutannya berdasarkan job dengan waktu terlama. Perbedaan tersebut misalnya pada job 40, pada penjadwalan perusahaan job 40 dikerjakan pada mesin 5 sedangkan pada metode LPT dikerjakan pada mesin 1. Berdasarkan perbandingan urutan pengerjaan job bulan Juli dapat dilihat bahwa aturan LPT memberikan pambebanan mesin yang lebih merata jika dibandingkan dengan penjadwalan yang ada di perusahaan, sehingga dengan pemerataan job tersebut penjadwalan LPT bisa menghemat *makespan* menjadi 556,12 jam yang dalam penjadwalan perusahaan mencapai 679,81 jam, dan juga mampu mengurangi keterlambatan job yang pada penjadwalan perusahaan terdapat satu job terlambat menjadi nol job terlambat, dengan kata lain tidak ada job yang terlambat.

Tabel 12. Perbandingan Urutan Pengerjaan Job antara Penjadwalan Perusahaan dengan Metode LPT bulan Agustus 2007

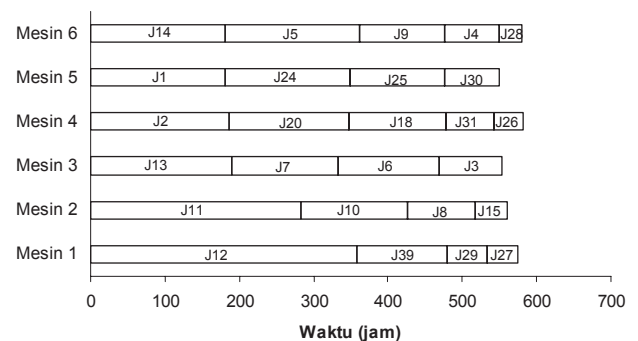
| Mesin | Urutan Pengerjaan | |
|---------|-----------------------------|--------------------|
| | Penjadwalan Perusahaan | Metode LPT |
| Mesin 1 | J24-J25-J11 | J12-J39-J29-J27 |
| Mesin 2 | J26-J27-J28-J15-J20-J31-J10 | J11-J10-J8-J15 |
| Mesin 3 | J18-J12-J9 | J13-J7-J6-J3 |
| Mesin 4 | J5-J6-J7-J8 | J2-J20-J18-J31-J26 |
| Mesin 5 | J1-J2-J3-J4 | J1-J24-J25-J30 |
| Mesin 6 | J29-J30-J39-J13-J14 | J14-J5-J9-J4-J28 |

Perbandingan urutan pengerjaan job antara aturan LPT dan penjadwalan perusahaan dalam

bentuk *Gantt chart* pada bulan Agustus 2007 dapat dilihat dalam Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. *Gantt chart* penjadwalan perusahaan bulan Agustus



Gambar 8. *Gantt chart* aturan LPT bulan Agustus

Berdasarkan perbandingan urutan penjadwalan bulan Agustus 2007, dapat disimak pada Tabel 12 terjadi perbedaan antara penjadwalan perusahaan dan penjadwalan berdasar aturan SPT hal ini disebabkan oleh cara pengurutan job pada masing-masing penjadwalan, yaitu penjadwalan perusahaan menggunakan metode *First come first serve* sedangkan pada penjadwalan LPT pengurutannya berdasarkan job dengan waktu terlama. Perbedaan tersebut, misalnya pada job 12, pada penjadwalan perusahaan job 12 dikerjakan pada mesin 3 sedangkan pada metode LPT dikerjakan pada mesin 1. Berdasarkan perbandingan urutan pengerjaan job bulan Agustus dapat dilihat bahwa aturan LPT memberikan pambebanan mesin yang lebih merata jika dibandingkan dengan penjadwalan yang ada di perusahaan, sehingga dengan pemerataan job tersebut penjadwalan LPT bisa menghemat

makespan menjadi 582,46 jam yang dalam penjadwalan perusahaan mencapai 620,56 jam, dan juga mampu mengurangi keterlambatan job yang pada penjadwalan perusahaan terdapat satu job terlambat menjadi nol job terlambat, dengan kata lain tidak ada job yang terlambat.

SIMPULAN

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penjadwalan yang paling sesuai diterapkan untuk perusahaan pada bulan Mei hingga Agustus 2007 adalah penjadwalan dengan aturan LPT.

Dari perbandingan kriteria performansi dengan penjadwalan metode perusahaan didapat penghematan sebagai berikut: 1) bulan Juni 2007 maksimum kelambatan sebesar 114,52 jam; *makespan* sebesar 101,43 jam, job terlambat sebanyak dua job, dan rata-rata kelambatan sebesar 4,85 jam/job; 2) bulan Juli maksimum kelambatan sebesar 63,07 jam; *makespan* sebesar 123,69 jam, job terlambat sebanyak satu job, dan rata-rata kelambatan sebesar 2,63 jam/job; dan

3) untuk bulan Agustus maksimum kelambatan sebesar 56,67 jam; *makespan* sebesar 38,1 jam, job terlambat sebanyak satu job, dan rata-rata kelambatan sebesar 2,18 jam/job.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.R., 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. Duke University. New York: John Wiley and Sons.
- Baroto, T., 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Malang: FT UMM.
- Herjanto, E., 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Kedua*. Jakarta: Grasindo.
- Nahmias, S., 2004. *Production and Operations Analysis*. Santa Clara University. New York: McGraw Hill Irwin.
- Nasution, A.H., 2003. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: Guna Widya.
- Pinedo, M., 1995. *Scheduling, Theory, Algorithms, and Systems*. Englewood: Columbia University. Prentice Hall.
- Wignjosuebrotto, S., 2003. *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*. Edisi Ketiga. Surabaya: Guna Widya.