Bab 5
Analisa

Pada industri manufaktur, penjadwalan merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam sistem manufaktur untuk menentukan kontinuitas operasional produksi. Masalah penjadwalan sering terjadi karena keterbatasan sumber daya terutama pada saat suatu *job* menggunakan sumber yang sama pada saat yang bersamaan. Penjadwalan yang tepat akan memberikan informasi tentang ururtan pekerjaan yang dilakukan pada suatu mesin serta saat produk akan dikerjakan pada suatu mesin.

Kriteria minimasi *earliness* dan *tardiness* berhubungan dengan *due date*, sehingga penjadwalan *backward* yang memulai penjadwalan dari *due date* lebih tepat untuk digunakan. Suatu sistem produksi merupakan lingkungan yang dinamis. Salah satu penyebab kedinamisan itu adalah sifat kedatangan *job* yang tidak menentu, sehingga suatu jadwal yang telah ditentukan sebelumnya mungkin harus dirubah akibat munculnya *job* baru tersebut. Pada bab ini akan dilakukan analisa dari data baik itu pengumpulan maupun pengolahan pada bab 4.

5.1. Analisa Data Produk

Order yang masuk ke perusahaan berbeda-beda jenisnya sesuai dengan keinginan konsumen dan jumlah serta waktu kedatangan maupun *due date*nya tidak sama sehingga mengakibatkan lingkungan yang ada di lantai produksi perusahaan menjadi lingkungan dinamis, hal ini dikarenakan *order* yang datang tidak menentu baik itu waktu, jumlah dan jenis dari produk yang dipesan oleh konsumen.

Seperti yang terlihat pada tabel 4.1 data *order* yang masuk ke perusahaan tidak selalu sama jenis, waktu dan jumlah yang dipesan oleh konsumen. Ada yang datang bersamaan tapi jenis produk berbeda atau jenis produk sama tetapi waktu kedatangan berbeda.

5.2. Analisa Data Saat Kedatangan dan *Due Date*

Dari data yang diperoleh maka didapat waktu kedatangan dan waktu *due date* dari masing-masing *order*. Data ini digunakan sebagai dasar dari penjadwalan yang akan dibuat. Penentuan *due date* ditentukan oleh perusahaan dan dikonfirmasikan kepada konsumen, sehingga *due date* untuk setiap *job* berbeda. Pada t=0 terdapat dua *order* yang masuk ke CV. Vigano Inti yaitu *order* 1 dan 2. *Order* tersebut terdiri dari tiga *job*, yaitu *job* 1, 2 dan 3 dengan produk dari *job* 2 dan 3 sama. Selanjutnya terjadi kedatangan *order* pada t=8, t=19, t=22, t=30, t=34, t=37, t=46 dan t=52. *Order* yang masuk ke perusahaan ada yang satu jenis tapi jumlahnya lebih dari satu atau berbeda jenis tetapi jumlah pesanan hanya satu.

5.3. Analisa Data Mesin

Pengerjaan setiap operasi pada *job* dilakukan pada mesin yang berbeda tergantung dari operasi yang akan dilakukan. Pada tabel 4.4, mesin yang terdapat pada perusahaan adalah sebanyak 15 mesin, tetapi yang terpakai hanya 11 mesin. Mesin yang tidak terpakai adalah mesin bubut kecil sebanyak 3 mesin dan mesin *freis* sebanyak 1 mesin. Untuk mesin yang lain hanya tersedia satu mesin.

5.4. Analisa Data Urutan Proses dan Waktu Proses

Setiap *job* mempunyai urutan proses dan waktu proses yang berbeda-beda. Hal ini mengakibatkan waktu mulai dan selesai untuk *job* menjadi tidak sama. Terbatasnya sumber daya dalam hal ini mesin membuat waktu proses menjadi tidak sesuai dengan waktu proses yang seharusnya. Urutan dari setiap *job* pada operasi pertama selalu dimulai dari mesin bubut kemudian dilanjutkan sesuai dengan mesin lain yang disesuaikan dengan operasi yang diharuskan untuk membuat produk tersebut.

Proses pada *job* yang masuk berbeda-beda. Ada yang mempunyai 2 proses seperti *job* 10, 3 proses seperti *job* 1, 4 proses seperti *job* 11, 5 proses seperti *job* 2 dan 6 proses yang terjadi pada *job* 13. Waktu proses *job* juga berbeda-beda, yang paling cepat memakan waktu 3,5 jam seperti pada *job* 8 dan yang paling lama memakan waktu 16 jam pada *job* 12.

5.5. Analisa Ongkos *Earliness* dan *Tardiness*

Ongkos-ongkos yang diperhatikan pada penjadwalan meliputi ongkos *earliness* dan ongkos *tardiness*. Ongkos *earliness* adalah ongkos yang ditanggung perusahaan akibat waktu penyelesaian yang terlalu cepat, sedangkan ongkos *tardiness* adalah ongkos yang ditanggung perusahaan karena penyelesaian suatu pekerjaan lebih lama dari *due date*nya.

Ongkos *earliness* yang terjadi diperusahaan adalah didasarkan atas besarnya nilai produk yang disimpan dan variabel suku bunga yang berlaku. Pada saat penelitian ini suku bunga sebesar 10%/tahun. Sedangkan ongkos *tardiness* didasarkan pada ketentuan yang dihasilkan antara perusahaan dengan konsumen, besarnya 1% dari harga produk per hari.

5.6. Analisa Hasil Penggunaan Algoritma *Forward*

Pada penjadwalan *forward*, seluruh *job* tidak dapat memenuhi *due date* dengan kata lain semua *job* selesai sebelum *due date*nya. Hal itu menyebabkan total ongkos *earliness* dan *tardiness* menjadi lebih besar. *Job* 1, 2 dan 3 merupakan *job* yang pertama kali datang saat $t = 0$. *Job* tersebut dijadwalkan setelah menentukan *routing job* terlebih dahulu.

Terdapat beberapa operasi dari *job* tertentu yang dijadwalkan tidak sesuai dengan waktu kedatangan atau tidak langsung dikerjakan setelah operasi sebelumnya telah selesai. Hal ini disebabkan karena mesin yang akan digunakan sedang dalam proses, seperti *job* 3 operasi 2 yang dimulai pelaksanaannya pada jam ke-5,67 yang seharusnya dikerjakan pada jam ke-4 tapi karena mesin yang dipakai dalam hal ini mesin 6 sedang dalam proses yaitu proses *job* 2 operasi 2. Sedangkan pada *job* 9 operasi 1 tidak dapat langsung dikerjakan karena mesin yang akan digunakan yaitu mesin bubut sedang dalam proses.

5.7. Analisa Penggunaan Mesin Paralel

Penugasan mesin paralel digunakan untuk menjadwalkan operasi dengan mesin yang sama tetapi terdapat lebih dari satu mesin yang bisa digunakan, dalam hal ini

mesin bubut. Pembebanan mesin paralel ini menggunakan metode *largest proceesing time* (LPT). Berdasarkan hasil perhitungan maka *job* 6 dan 7 menjadi prioritas pertama karena waktu proses yang lebih lama yaitu 6,5 jam.

5.8. Analisa Hasil Penggunaan Algoritma *Backward Non-Delay*

Kriteria minimasi total ongkos *earliness* dan *tardiness* berhubungan dengan pemenuhan *due date*, sehingga pendekatan mundur yang memulai penjadwalan dari *due date* bergerak menuju nol lebih tepat digunakan. Algoritma *backward non-delay* yang digunakan dalam penelitian ini dapat mengakomodasi kriteria yang diinginkan.

Pada penjadwalan awal dengan menggunakan algoritma *backward non-delay*, hampir seluruh *job* dapat memenuhi *due date* yang telah ditentukan kecuali *job* 2, *job* 4 dan *job* 6 memiliki waktu penyelesaian sebelum *due date* (*earliness*). Hal itu disebabkan *job-job* tersebut memiliki saat kedatangan, *due date*, urutan proses maupun waktu proses yang sama dengan *job* lain (*job* 2 dengan *job* 3, *job* 4 dengan *job* 5) sehingga pada saat penjadwalan *backward non-delay* kedua *job* akan dijadwalkan bersamaan dan kriteria pemilihan jadwal *job* yang pertama kali dikerjakan dilakukan sembarang, seperti pada saat kedatangan $t = 0$, *job* 2 dan *job* 3 akan dikerjakan bersamaan, *job* yang dijadwalkan pertama kali adalah *job* 3.

5.9. Analisa Hasil Penjadwalan Ulang

Algoritma penjadwalan ulang yang digunakan dapat memberikan jawaban terhadap kedatangan *job* baru, sehingga seluruh *job* yang datang dapat dijadwalkan tepat pada saat *due date*. Pada saat $t = 8$ datang *job* baru yaitu *job* 5 dan 6, sehingga dilakukan penjadwalan ulang. Setelah proses penjadwalan ulang, jadwal yang dihasilkan *fisibel*. Begitu pula saat kedatangan pada $t = 19$, $t = 30$, $t = 34$, $t = 37$, $t = 46$ dan $t = 52$, penjadwalan yang dihasilkan *fisibel*.

Pada saat $t = 22$, datang *job* 8 dan 9. Setelah melakukan algoritma penjadwalan ulang, jadwal yang dihasilkan tidak *fisibel*, karena terdapat operasi yang dimulai sebelum saat sekarang yaitu operasi 1 *job* 7, operasi 2 *job* 6 dan operasi 2 *job* 5.

Untuk memperbaiki jadwal tersebut maka dilakukan konfirmasi ulang dengan konsumen karena *due date* yang telah ditentukan sebelumnya yaitu pada jam ke-32 tidak layak. Setelah dilakukan konfirmasi ulang dengan konsumen maka diperoleh *due date* yang baru untuk *job* 8 dan 9 adalah jam ke-33.

5.10. Analisa Total Ongkos *Earliness* dan *Tardiness*

Perusahaan dibebankan ongkos *earliness* dan *tardiness* karena terlalu cepat *job* selesai dan terlalu lama penyelesaian *job* dari *due date* yang telah ditentukan. Penjadwalan *forward* memiliki kelemahan dalam hal ongkos *earliness* dan *tardiness* dimana *due date* tidak bisa terpenuhi sehingga mengakibatkan total ongkos *earliness* dan *tardiness* menjadi lebih besar. Setiap *job* yang dikerjakan menjadi lebih cepat dari waktu *due date* sehingga terjadi ongkos penyimpanan. Total ongkos yang terjadi di perusahaan untuk 15 *job* dalam satu minggu penelitian ini adalah sebesar Rp. 5159,792.

Penjadwalan *backward non-delay* yang dilakukan bertujuan meminimasi total ongkos *earliness* dan *tardiness*. Pada saat kedatangan $t = 22$, *job* 7 operasi 1, *job* 6 operasi 2 dan *job* 5 operasi 2 mengalami perbaikan jadwal dikarenakan jadwal yang dihasilkan tidak *fisibel*, dengan kata lain ada operasi dari *job* tertentu yang operasinya terjadi sebelum waktu sekarang, sehingga perhitungan ongkos *earliness* dan *tardiness* belum bisa dilakukan sebelum jadwal yang dihasilkan *fisibel*.

Sedangkan saat kedatangan $t = 0$, $t = 8$, $t = 19$, $t = 30$, $t = 34$, $t = 37$, $t = 46$ dan $t = 52$, total ongkos *earliness* dan *tardiness* bisa langsung dilakukan perhitungan dikarenakan jadwal yang dihasilkan telah *fisibel*. Total ongkos yang terjadi di perusahaan untuk 15 *job* dalam satu minggu penelitian ini adalah sebesar Rp. 2589,063

Pada penjadwalan *backward non-delay* ini, tidak terjadi keterlambatan (*tardiness*) hal ini dikarenakan setiap *job* dapat diselesaikan sebelum *due date* yang telah ditentukan. Penjadwalan *backward non-delay* lebih optimal untuk digunakan dibanding dengan penjadwalan *forward* dalam kriteria minimasi total ongkos *earliness* dan *tardiness*. Penjadwalan *backward non-delay* lebih optimal karena *due date* setiap *job* dapat terpenuhi kecuali *job* 2, *job* 4 dan *job* 6 sehingga dapat mengurangi terjadinya ongkos *earliness* dan *tardiness*. Sedangkan dalam penjadwalan *forward*, *due date* setiap *job* tidak terpenuhi karena terlalu cepatnya produk selesai dari *due date* yang telah ditentukan, hal ini dikarenakan waktu proses setiap *job* tidak sama dengan interval antara waktu kedatangan dengan *due date* tetapi lebih cepat, sehingga total ongkos *earliness* dan *tardiness* menjadi lebih besar dan yang paling berpengaruh adalah ongkos simpan.