

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Hasil

Permasalahan persediaan pada optimasi ukuran produksi diformulasikan menggunakan MINLP dengan fungsi objektif untuk minimasi biaya total. Model yang dikembangkan sesuai dengan permasalahan pada sistem manufaktur unit usaha tersebut. Variabel keputusan dalam penelitian ini bersifat *integer*, yaitu ukuran produksi. Batasan yang mengendalikan permasalahan tersebut, seperti kapasitas produksi dan ukuran pengiriman. Model MINLP tersebut dilakukan validasi dengan menggunakan *software* Excel 16.0. Dalam pencarian hasil optimal, formulasi MINLP didasarkan pada metode *branch-and-bound*. Hasil menunjukkan bahwa model optimasi tersebut merupakan model *nonlinear* sesuai dengan konsep penelitian.

Dalam pengembangan formulasi MINLP, unit usaha mempertimbangkan komponen biaya seperti biaya simpan, biaya pembelian, biaya pemesanan, dan *profit loss* guna menghasilkan ukuran produksi yang optimal. Biaya simpan didefinisikan sebagai biaya yang dikeluarkan ketika material yang tidak digunakan dalam kegiatan produksi. Biaya pembelian didefinisikan sebagai biaya yang dikeluarkan dalam pembelian material kebutuhan produksi, dimana pembelian material yang berlebih dapat mengakibatkan tingkat persediaan material meningkat. Biaya pemesanan merupakan biaya yang dibutuhkan saat dilakukannya pemesanan material, jika perencanaan tidak baik akan menimbulkan pemesanan yang berulang dalam pemenuhan kuantitas yang sama. *Profit loss* merupakan keuntungan yang hilang jika tidak memenuhi permintaan. Keempat parameter biaya tersebut yang menjadi dasar permasalahan dalam melakukan minimasi biaya total.

Dalam proses pencarian solusi optimal, algoritma yang dibangun dapat memenuhi permintaan selama horizon waktu dengan mempertimbangkan batasan-batasannya. Hasil optimasi ukuran produksi tersebut akan berpengaruh pada keputusan pembelian material kepada *supplier*, dimana fungsi objektif untuk minimasi total biaya. Dalam hal ini hasil optimasi ukuran produksi dalam satuan unit produk, sehingga perlu melakukan konversi pada kebutuhan unit material untuk mengetahui kebutuhan tiap material pada masing-masing produk. Kebutuhan akan unit material pada kedua produk tersebut dijumlahkan sehingga menjadi data kebutuhan material untuk menjadi dasar pembelian kepada *supplier*.

Pembelian material dilakukan kepada 5 *supplier*, dimana *supplier* 1 dan 2 merupakan *supplier* dengan jenis material yang sama. *Supplier* 1 dan 2 menyediakan jenis material M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M9, M11, M12, M13, M14, dan M16. Pada *supplier* 3 menyediakan jenis material M8, *supplier* 4 menyediakan jenis material M10, dan *supplier* 5 menyediakan jenis material M15. Pada *supplier* 1 dan 2 terdapat kebijakan, jika pembelian jenis material lebih dari 5 maka akan dilakukan pembelian kepada *supplier* 1. Sedangkan, jika pembelian kurang dari sama dengan 5 maka pembelian dilakukan pada *supplier* 2 untuk menghemat biaya pemesanan. Pembelian material pada setiap *supplier* memiliki jumlah ukuran pengiriman yang berbeda-beda berdasarkan jenis materialnya.

Pemenuhan material pada kegiatan produksi diprioritaskan menggunakan material yang berada dalam gudang pada periode sebelumnya. Pembelian material dilakukan jika persediaan yang ada digudang tidak dapat mencukupi untuk melakukan produksi sesuai dengan jumlah permintaan. Pengiriman material dilakukan oleh *supplier* sesuai dengan ukuran pengiriman. Berapapun *order quantity*, *supplier* akan melakukan pengiriman sesuai dengan ukuran pengiriman. Pada *supplier* 1 dan 2, sekali pengiriman dilakukan untuk semua jenis material, sehingga jumlah pengiriman bergantung pada jumlah pemesanan terbesar pada setiap jenis material. Hasil ukuran produksi pada kedua produk menghasilkan solusi optimal namun tidak semua permintaan dapat terpenuhi.

Hasil optimal dalam penentuan ukuran produksi didapatkan dengan jumlah iterasi sebanyak 1 iterasi dengan *subproblem* 30 dengan formulasi MINLP pada *software* Excel 16.0. Hasil optimasi produksi menunjukkan bahwa ukuran produksi mencapai

solusi optimal pada kuantitas Etalase Tipe A sebesar 52 unit dan Etalase Tipe B sebesar 3 unit. Hal ini terlihat bahwa terdapat permintaan sebesar 5 unit pada Etalase Tipe A dan 4 unit pada Etalase Tipe B yang tidak terpenuhi. Permintaan yang tidak terpenuhi tersebut akan berdampak pada komponen biaya yang digunakan dalam minimasi total biaya.

Tingkat persediaan lebih rendah dari keadaan aktual dengan ditandai menurunnya biaya simpan. Selisih biaya simpan yang didapat dari keadaan aktual dengan hasil optimasi sebesar Rp 668.447 atau dalam persentase sebesar 74,36%. Dalam hal ini tingkat persediaan tidak melebihi kapasitas gudang sehingga dapat diterapkan pada sistem manufaktur. Penurunan biaya juga terjadi pada biaya pembelian, yaitu sebesar Rp 19.088.353 atau dalam presentase sebesar 27,78%. Penurunan biaya tersebut disebabkan adanya penurunan kuantitas material yang disesuaikan dengan kebutuhan produksi dan harga material yang lebih murah pada jenis material diperiode tertentu. Pada biaya pengiriman juga terjadi penurunan dari keadaan aktual yaitu sebesar Rp 6.420.000 atau dalam presentase sebesar 57,68%. Hal ini disebabkan karena kegiatan pembelian material didasarkan pada kebutuhan produksi dan ukuran pengiriman.

Namun karena tidak semua permintaan terpenuhi sehingga menimbulkan *profit loss*. Dalam permasalahan ini, *profit loss* pada hasil optimal lebih tinggi dari pada hasil kondisi aktual, yaitu terjadi peningkatan sebesar Rp 5.510.000. Hal ini dikarenakan hasil optimasi ukuran produksi mencapai solusi optimal dengan tidak semua permintaan terpenuhi. Berdasarkan analisis yang dilakukan bahwa minimasi biaya total terjadi dengan *profit loss* yang lebih tinggi. Hal tersebut dapat mengurangi biaya persediaan sehingga mendapatkan hasil biaya total yang lebih baik. Permasalahan MINLP pada optimasi ukuran produksi yang dikembangkan menghasilkan solusi optimal dengan nilai objektif sebesar Rp 61.309.904 sehingga dapat meminimasi sebesar Rp 20.666.799. Hal tersebut menunjukkan bahwa formulasi yang dikembangkan dapat melakukan perbaikan atau penurunan total biaya sebesar 25.21%.

Dalam penelitian ini menggunakan algoritma *Branch and bound*. Hasil dari algoritma *Branch and bound* bergantung dari *initial point*. *Initial point* yang sama menghasilkan solusi yang sama, dan ketika *initial point* berbeda akan menghasilkan solusi yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi sebanyak 8 kali

dengan *initial point* yang berbeda-beda. Tabel 4.29 merupakan hasil dari replikasi optimasi, menunjukkan bahwa nilai optimasi pertama dengan *initial point* 0 memiliki nilai objektif terendah dengan nilai Rp 61.309.904.

Berdasarkan hasil replikasi sebanyak 8 kali kemudian dilakukan model validasi untuk keseluruhan model. Dalam penelitian ini dilakukan uji statistik dua kali yaitu untuk kedua jenis produk. Uji statistik ini bertujuan untuk mengetahui valid tidaknya hasil dari pengembangan model. Model validasi pada Etalase Tipe A dan Tipe B menunjukkan bahwa nilai t_{hitung} lebih kecil dari t_{tabel} sehingga tidak terdapat perbedaan antara rata-rata data aktual dengan hasil optimasi. Oleh karena itu model yang dikembangkan telah valid.

Hasil solusi yang didapat menunjukkan hasil ukuran produksi optimal dan telah sesuai dengan keadaan nyata sistem manufaktur. Hasil tersebut dapat sebagai dasar dalam *order quantity* sehingga didapatkan tingkat persediaan yang rendah selama periode waktu horizon. Pengembangan model dalam penelitian ini masih terbatas pada tidak mempertimbangkan biaya *backorder*, yaitu biaya kompensasi yang diberikan jika pemenuhan permintaan diterlambat. Semakin tinggi tingkat keterlambatan pemenuhan permintaan, maka biaya *backorder* yang dikeluarkan oleh perusahaan semakin besar. Hal ini akan berpengaruh pada total biaya yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini juga masih terbatas dengan tidak mempertimbangkan biaya produksi dan *maintenance* alat produksi. Biaya produksi yang berbeda pada masing-masing produk dapat berpengaruh pada optimasi jumlah produksi. Biaya *maintenance* juga perlu menjadi pertimbangan, dimana *maintenance* tidak dilakukan secara periodik sehingga biaya yang dikeluarkan tidak menentu.

Dalam penelitian ini model yang dikembangkan menggunakan data penjualan sekarang yang kemudian dilakukan optimasi. Pengembangan lain yang dapat dilakukan yaitu menggunakan metode *Customer Order Decoupling Point* (CODP). Penggunaan metode tersebut dapat dilakukan dengan pengelompokan material dalam gudang berdasarkan potongan ukuran material kebutuhan produksi. Hal tersebut dapat mengurangi penggunaan ruang penyimpanan. Ketika menggunakan CODP akan mengakibatkan kustomisasi semakin pendek sehingga dapat meningkatkan *service level*

dan mempercepat *lead time* pemesanan. Pengembangan model berdasarkan keterbatasan tersebut dapat sebagai dasar dalam mengembangkan model. Oleh karena itu perlu adanya formulasi matematika untuk permasalahan yang lebih kompleks yang sesuai dengan kondisi nyata sistem manufaktur perusahaan tersebut.