

**PENENTUAN STRATEGI PRODUKSI DAN OPSI
PENAMBAHAN KAPASITAS PRODUKSI YANG OPTIMAL
MENGUNAKAN *AGGREGATE PRODUCTION PLANNING***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**BILLY PAN
0606076993**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

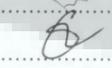
Nama : Billy Pan
NPM : 0606076993
Tanda Tangan : 
Tanggal : 29 Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh
Nama : Billy Pan
NPM : 0606076993
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Penentuan Strategi Produksi dan Opsi Penambahan Kapasitas Produksi yang Optimal menggunakan *Aggregate Production Planning*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Yadrifil, MSc. (.....)
Penguji : Arian Dhini, ST., MT. (.....)
Penguji : Komarudin, ST., MT. (.....)
Penguji : Farizal, Ph.D (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 29 Juni 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan YME, karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Yadrifil, Msc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dorongan, motivasi, arahan, ilmu, dan masukan kepada penulis.
2. Bapak Ir. Teuku Yuri M. Zagloel dan seluruh pengajar Teknik Industri UI yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis selama masa perkuliahan.
3. Bapak H. Uko dan Bapak Taufik selaku pihak perusahaan PT KS Tex, atas segala dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Ibu Har, Mbak Ana, Mbak Willy, Mbak Fat, Pak Mursyid, Mas Dodi, Mas Latif, Mas Iwan, dan Mas Acil atas bantuan, dukungan, dan kerjasamanya.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat dan dukungan moril maupun materiil kepada penulis.
6. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan semangat dan dukungan.
7. Sanny, sahabat yang selalu setia mendampingi penulis selama dalam masa penelitian.
8. Norman, Fajri dan Firdaus, teman sebimbingan yang telah banyak membantu memberikan ide dan masukan kepada penulis.
9. Nicholas dan Ismi, atas segala masukannya yang sangat berharga
10. Steven dan Dito, atas kebersamaannya setiap hari dalam mengerjakan penelitian di Laboratorium MIS.
11. Seluruh angkatan TI 2006 yang telah memberikan semangat, bantuan, masukan, kenangan, pengertian, serta telah menjadi sahabat yang sangat baik selama empat tahun kebersamaan kita

Depok, 29 Juni 2010
Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Billy Pan
NPM : 0606076993
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pentuan Strategi Produksi dan Opsi Penambahan Kapasitas Produksi yang Optimal menggunakan Aggregate Production Planning

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 29 Juni 2010
Yang menyatakan


(Billy Pan)

ABSTRAK

Nama : Billy Pan
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Penentuan Strategi Produksi dan Opsi Penambahan Kapasitas
Produksi yang Optimal Menggunakan *Aggregate Production
Planning*

Dunia telah memasuki era globalisasi. Pasar selalu menuntut produk dan harga yang lebih baik dari waktu ke waktu. Oleh sebab itu, setiap perusahaan manufaktur harus bekerja seefektif dan seefisien mungkin pada setiap lini perusahaannya, terutama lini produksi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh strategi produksi dan penentuan opsi penambahan kapasitas produksi yang optimal menggunakan metode *Aggregate Production Planning*, sehingga diperoleh utilisasi terbaik dari seluruh sumber daya produksi yang dimiliki oleh perusahaan. Strategi produksi yang akan ditinjau adalah jenis barang yang diproduksi, waktu dilakukannya produksi, dan jenis sumber daya produksi yang digunakan untuk pemenuhan setiap permintaan dalam jangka waktu tertentu.

Kata kunci:

Optimal, *aggregate production planning*, kapasitas produksi

ABSTRACT

Name : Billy Pan
Study Program : Industrial Engineering
Title : Determination of Optimal Production Strategy and Production Capacity Augmentation Option Using Aggregate Production Planning

The world has been entering globalization era. Market always demands a better products and prices. For that reason, manufacturing companies are urged to work as effective and efficient as possible, especially in production division. The purpose of this research is to obtain an optimal production strategies and determination of production capacity augmentation options using Aggregate Production Planning method, in order to achieve the best utilization of all companies production resources. Production strategies considered is type of goods produced, when to produce, and what type of production sources used, in order to fulfill every demand over a specified time horizon.

Keywords:

Optimal, aggregate production planning, production capacity

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | v |
| ABSTRAK | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah | 3 |
| 1.3 Rumusan Permasalahan | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah | 4 |
| 1.6 Metodologi Penelitian..... | 5 |
| 1.6.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian..... | 5 |
| 1.6.2 Penjelasan Diagram Alir Metodologi Penelitian..... | 5 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 9 |
| BAB 2 DASAR TEORI..... | 11 |
| 2.1 Biaya Persediaan (<i>Carrying Cost</i>) | 11 |
| 2.2 <i>Aggregate Production Planning</i> | 12 |
| 2.2.1 Model <i>Aggregate Production Planning</i> dengan <i>Backorder</i> | 15 |
| 2.2.2 Model <i>Aggregate Production Planning</i> dengan Beberapa Sumber Produksi..... | 16 |
| 2.3 <i>Capital Budgeting</i> (Pengalokasian Modal) | 18 |
| BAB 3 PENGUMPULAN DATA | 22 |
| 3.1 Profil Perusahaan | 22 |
| 3.2 Pengumpulan Data | 23 |
| 3.2.1 Data Produk | 23 |
| 3.2.2 Data Historis Permintaan | 24 |
| 3.2.3 Data Kapasitas Produksi..... | 24 |
| 3.2.3.1 Ketersediaan Fasilitas dan Jam Produksi..... | 25 |
| 3.2.3.2 Lama Pemrosesan Produksi | 25 |
| 3.2.3.3 Produktivitas | 25 |
| 3.2.4 Data Komponen Biaya Produksi dan Persediaan..... | 26 |
| 3.2.5 Data Ketersediaan Opsi Penambahan Kapasitas..... | 26 |
| BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS | 27 |
| 4.1 Pengolahan Awal Data..... | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.1 Biaya Persediaan (<i>Carrying Cost</i>)..... | 27 |
| 4.1.2 Perubahan Data Permintaan berdasarkan Persediaan Awal yang Tersedia dan Inventori Akhir yang Diinginkan | 30 |
| 4.1.3 Konversi Satuan | 31 |
| 4.1.3.1 Konversi Satuan Data Permintaan Benang..... | 32 |
| 4.1.3.2 Konversi Data Biaya Produksi..... | 33 |
| 4.1.3.3 Konversi Biaya Persediaan Benang..... | 33 |
| 4.1.4 Perhitungan Kapasitas Produksi..... | 35 |
| 4.2 Pengolahan Data dan Analisis Menggunakan <i>Aggregate Production Planning</i> | 35 |
| 4.2.1 Pembuatan Model Awal <i>Aggregate Production Planning</i> | 35 |
| 4.2.2 Penentuan Strategi Produksi Menggunakan <i>Aggregate Production Planning</i> | 37 |
| 4.2.2.1 Penyesuaian Objek Penelitian dengan Model <i>Aggregate Production Planning</i> | 37 |
| 4.2.2.2 Pengolahan Model dengan <i>Open Office 3.2</i> | 39 |
| 4.2.2.3 Analisis Strategi Produksi Perusahaan | 43 |
| 4.2.3 Perhitungan dan Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi | 47 |
| 4.2.3.1 Analisis Perbandingan Tingkat Kapasitas Produksi terhadap Total BiayaProduksi | 47 |
| 4.2.3.2 Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi pada Tingkat Permintaan Normal | 49 |
| 4.2.3.3 Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi pada Beberapa Tingkat Permintaan Berbeda | 51 |
| 4.2.3.3 Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi pada Beberapa Kondisi Peningkatan Produktivitas..... | 62 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 70 |
| 5.1 Kesimpulan | 70 |
| 5.2 Saran | 72 |
| DAFTAR REFERENSI | 73 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Aggregate Production Planning dengan Backorder | 16 |
| Tabel 2.2 Model Aggregate Production Planning dengan Beberapa Sumber Produksi | 19 |
| Tabel 3.1 Harga Beli Benang | 23 |
| Tabel 3.2 Data Permintaan Benang Tahun 2009 | 24 |
| Tabel 3.3 Biaya Produksi Pencelupan Benang | 26 |
| Tabel 3.4 Opsi Pembelian Mesin | 26 |
| Tabel 4.1 Perhitungan Biaya Penyimpanan dan Penanganan | 28 |
| Tabel 4.2 Perhitungan Rata-rata Jumlah Pemesanan Barang | 29 |
| Tabel 4.3 Perhitungan Total Rata-rata Nilai Persediaan..... | 29 |
| Tabel 4.4 Perhitungan Persentase Biaya Persediaan..... | 30 |
| Tabel 4.5 Jumlah Permintaan setelah Adanya Persediaan Awal dan Akhir | 31 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Konversi Satuan Data Permintaan Benang | 32 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Konversi Satuan Data Biaya Produksi | 33 |
| Tabel 4.8 Biaya Persediaan per Kilogram | 34 |
| Tabel 4.9 Biaya Persediaan per 1 Jam Produksi | 35 |
| Tabel 4.10 Model Awal Aggregate Production Planning | 38 |
| Tabel 4.11 Model Penelitian Aggregate Production Planning..... | 40 |
| Tabel 4.12 Perencanaan Produksi Bulanan Hasil Pengolahan Model | 44 |
| Tabel 4.13 Tingkat Persediaan dan Kapasitas Tidak Terpakai Hasil Pengolahan Model | 44 |
| Tabel 4.14 Perbandingan Beberapa Tingkat Kapasitas Produksi | 47 |
| Tabel 4.15 Opsi Pembelian Mesin | 50 |
| Tabel 4.16 Hasil Aggregate Production Planning pada Berbagai Opsi | 50 |
| Tabel 4.17 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Berbagai Opsi..... | 51 |
| Tabel 4.18 Tingkat Permintaan dengan Penurunan Sebesar 20% | 52 |
| Tabel 4.19 Hasil Aggregate Production Planning pada Penurunan Permintaan Sebesar 20% | 53 |
| Tabel 4.20 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Penurunan Permintaan Sebesar 20% | 53 |
| Tabel 4.21 Tingkat Permintaan dengan Penurunan Sebesar 10% | 54 |
| Tabel 4.22 Hasil Aggregate Production Planning pada Penurunan Permintaan Sebesar 10% | 54 |
| Tabel 4.23 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Penurunan Permintaan Sebesar 10% | 55 |
| Tabel 4.24 Tingkat Permintaan dengan Peningkatan Sebesar 10%..... | 56 |
| Tabel 4.25 Hasil Aggregate Production Planning pada Peningkatan Permintaan Sebesar 10% | 56 |
| Tabel 4.26 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Peningkatan Permintaan Sebesar 10% | 57 |
| Tabel 4.27 Tingkat Permintaan dengan Peningkatan Sebesar 20%..... | 58 |
| Tabel 4.28 Hasil Aggregate Production Planning pada Peningkatan Permintaan Sebesar 20% | 58 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.29 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Peningkatan Permintaan Sebesar 20% | 59 |
| Tabel 4.30 Tingkat Permintaan dengan Peningkatan Sebesar 30% | 59 |
| Tabel 4.31 Hasil Aggregate Production Planning pada Peningkatan Permintaan Sebesar 30% | 60 |
| Tabel 4.32 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Peningkatan Permintaan Sebesar 30% | 60 |
| Tabel 4.33 Rangkuman Nilai IRR pada Berbagai Tingkat Permintaan | 61 |
| Tabel 4.34 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Perubahan Tingkat Permintaan | 62 |
| Tabel 4.35 Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 60% | 63 |
| Tabel 4.36 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Tingkat Produktivitas 60% | 64 |
| Tabel 4.37 Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 65% | 65 |
| Tabel 4.38 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Tingkat Produktivitas 65% | 66 |
| Tabel 4.39 Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 70% | 67 |
| Tabel 4.40 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Tingkat Produktivitas 70% | 68 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah..... | 4 |
| Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian..... | 6 |
| Gambar 4.1 Tampilan Model pada Open Office 3.2 (1)..... | 39 |
| Gambar 4.2 Tampilan Model pada Open Office 3.2 (2)..... | 41 |
| Gambar 4.3 Penggunaan Menu Solver pada Open Office 3.2..... | 41 |
| Gambar 4.4 Tampilan Jendela Solver pada Open Office 3.2..... | 42 |
| Gambar 4.5 Tampilan Menu Option pada Open Office 3.2..... | 43 |
| Gambar 4.6 Grafik Perencanaan Produksi Bulanan Hasil Pengolahan Model..... | 45 |
| Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Kapasitas Produksi dengan Biaya Produksi ... | 49 |
| Gambar 4.8 Grafik nilai IRR pada Berbagai Tingkat Permintaan..... | 62 |
| Gambar 4.9 Grafik nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 60%..... | 64 |
| Gambar 4.10 Grafik nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 65%..... | 66 |
| Gambar 4.11 Grafik nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 70%..... | 67 |
| Gambar 4.12 Pemilihan Opsi Terbaik pada Beberapa Tingkat Kapasitas Produksi dan Tingkat Permintaan..... | 68 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Hasil Pengolahan Model <i>Aggregate Production Planning</i> pada Kondisi Awal | 74 |
| Lampiran 2 Hasil Pengolahan Model <i>Aggregate Production Planning</i> pada Penambahan Mesin A | 78 |
| Lampiran 3 Hasil Pengolahan Model <i>Aggregate Production Planning</i> pada Penambahan Mesin B..... | 82 |



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dunia telah memasuki era globalisasi. Kompetisi yang terbuka telah menghadapkan kita bukan hanya dengan kompetitor lokal, tetapi juga kompetitor regional bahkan kompetitor global. Kompetisi tersebut selalu menuntut produk dan harga yang lebih baik dari waktu ke waktu.

Berkaitan dengan hal tersebut, seluruh lini perusahaan dituntut untuk bekerja seefektif dan seefisien mungkin. Salah satu hal yang sangat penting untuk diperhatikan adalah optimalisasi seluruh sumber daya perusahaan yang ada, terutama sumber daya produksi. Penggunaan sumber daya produksi yang optimal dapat terwujud melalui suatu perencanaan produksi yang baik.

Perencanaan produksi adalah suatu rangkaian keputusan yang meliputi keputusan produksi dan alokasi sumber daya yang terbatas yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen dalam rentang waktu tertentu¹. Bervariasinya jumlah kebutuhan, banyaknya jenis barang, dan terbatasnya berbagai sumber daya membuat perencanaan produksi ini menjadi suatu masalah yang rumit. Permasalahan tersebut ditambah dengan beberapa permasalahan praktikal seperti penambahan, pengurangan, dan alokasi sumber daya produksi beserta penentuan jumlah pekerja, jumlah lot produksi, penggunaan waktu lembur, dan pengurutan produksi, sehingga membuat keseluruhan pembentukan perencanaan produksi sungguh bukanlah hal yang mudah.

Persoalan berkaitan dengan perencanaan produksi juga terjadi di tingkat manajerial. Sudah menjadi masalah yang umum terjadi pada setiap perusahaan, di mana terjadi konflik kepentingan antara berbagai divisi yang terdapat dalam satu perusahaan. Bagian *sales* dan *marketing* menginginkan selalu terpenuhinya setiap kebutuhan konsumen. Oleh karena itu, bagian *sales* dan *marketing* membutuhkan tersedianya persediaan barang jadi dalam jumlah besar. sehingga berapapun permintaan konsumen yang datang akan dapat selalu terpenuhi. Bagian keuangan

¹Graves, Stephen C. *Manufacturing Planning and Control*. Massachusetts Institute of Technology. 1999

menginginkan penghematan di setiap sektor biaya yang ada di dalam perusahaan. Oleh karena itu, bagian keuangan menginginkan minimalisasi jumlah persediaan barang dan biaya investasi pabrik untuk pergudangan. Bagian produksi bertanggung jawab dalam menjaga stabilitas kegiatan produksi dan kualitas barang yang diproduksi. Oleh karena itu, bagian produksi menginginkan tersedianya jumlah bahan baku produksi dalam jumlah besar dan juga stabilnya jumlah barang yang diproduksi.

Untuk mengatasi semua persoalan tersebut, diperlukan sebuah perencanaan produksi yang terintegrasi dengan baik. Perencanaan produksi yang baik harus dapat menjawab empat pertanyaan utama, yaitu apa yang akan diproduksi, apa yang dibutuhkan untuk memproduksi, apa yang kita miliki saat ini, dan apa yang kita butuhkan untuk memproduksi². Perencanaan produksi yang dilakukan memiliki tujuan utama berupa pengoptimalan keuntungan perusahaan dengan memenuhi semua kendala produksi yang ada.

Aggregate production planning (perencanaan produksi agregat) merupakan suatu pemecahan yang efektif untuk masalah perencanaan produksi perusahaan. *Aggregate production planning* akan memproses bersama-sama seluruh kendala dan kepetingan yang ada sehingga solusi yang ada merupakan solusi secara menyeluruh untuk satu perusahaan.

Setelah dicapai perencanaan produksi yang optimal, maka perusahaan dapat menganalisis berbagai keputusan manajerial dengan lebih tepat. Salah satu keputusan manajerial yang sering dihadapi adalah pilihan *make or buy*. Secara umum, perusahaan biasanya memiliki beberapa sumber daya produksi, yaitu produksi normal (*make*), ditambah dengan produksi lembur (*make*) dan produksi subkontrak (*buy*) yang tentunya memiliki biaya produksi yang lebih besar. Penambahan kapasitas produksi akan memperbesar kemampuan produksi normal perusahaan, sehingga lebih banyak produksi yang dapat dilakukan oleh produksi normal. Hal ini tentunya akan menurunkan total biaya produksi. Namun, hal yang harus dipertimbangkan adalah besarnya biaya investasi yang dikeluarkan untuk penambahan kapasitas tersebut. Penambahan kapasitas yang memerlukan dana investasi yang besar seringkali malah menambah biaya produksi secara

² Arnold, J.R. Tony and Stephen N. Chapman. *Introduction to Materials Management Fifth Edition*. New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2004, page 19

keseluruhan jika perusahaan jeli dalam memasukkan perhitungan biaya investasi tersebut. Oleh sebab itu, tinjauan ekonomi diperlukan untuk menganalisis keputusan penambahan kapasitas produksi, sehingga keputusan yang diambil benar-benar menguntungkan bagi perusahaan.

Penelitian ini akan dilakukan di PT KS Tex, sebuah pabrik tekstil di kawasan Jawa Barat. PT KS Tex merupakan produsen tekstil *yarn-dyed*, yaitu tekstil yang pencelupan warnanya dilakukan pada benang. Produk akhir yang dihasilkan oleh PT KS Tex adalah berbagai macam tekstil motif kotak-kotak, yang selanjutnya merupakan bahan baku bagi industri garmen. Secara khusus, penelitian akan dilakukan pada unit produksi pencelupan benang, di mana terdapat 3 jenis benang yang melalui proses ini, yaitu benang katun, benang *polyester*, dan benang PE (*poly-ethilene*).

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

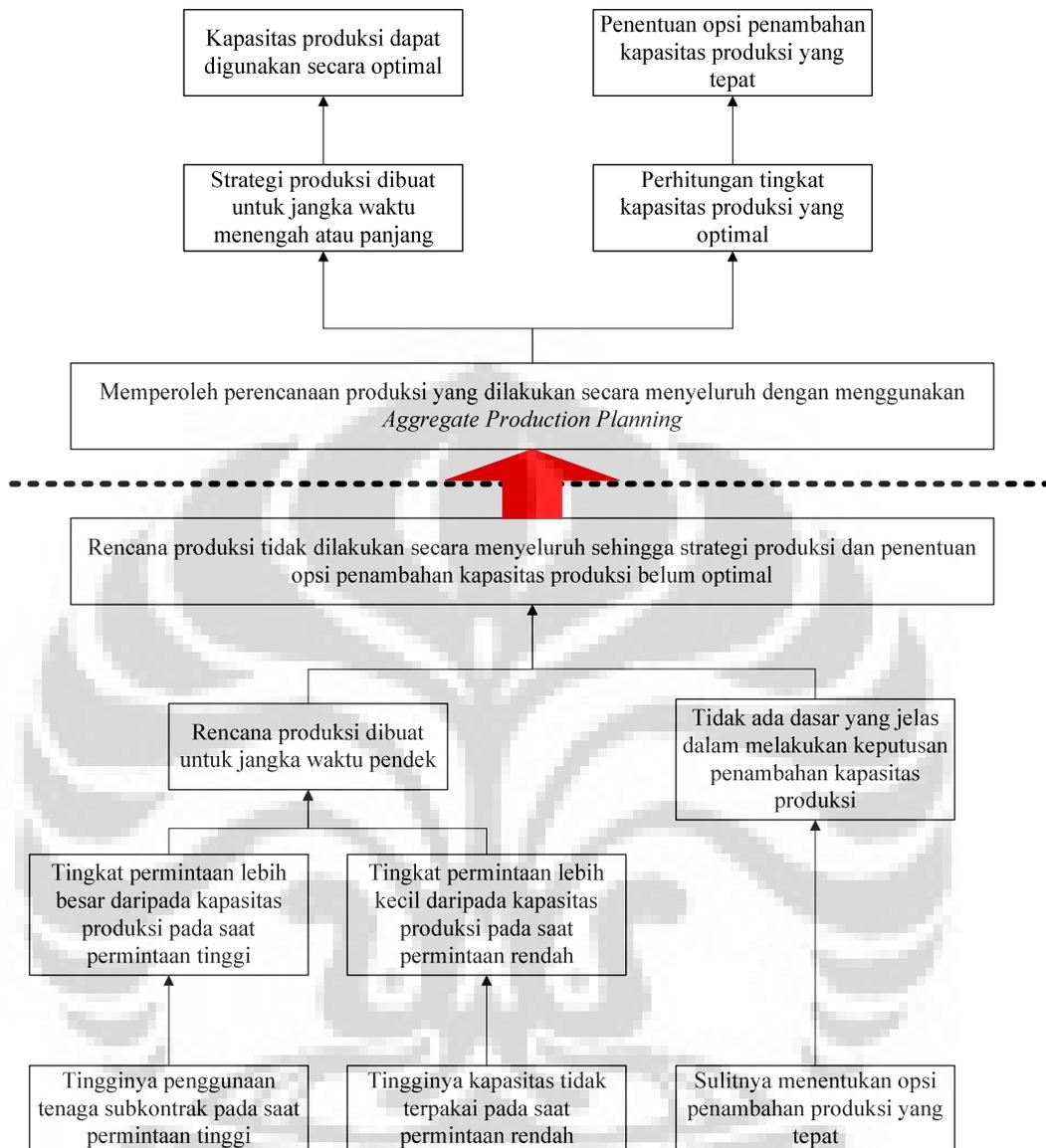
Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dikembangkanlah diagram keterkaitan masalah yang menampilkan permasalahan secara visual dan sistematis. Diagram keterkaitan masalah pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1.1.

1.3 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka pokok permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah penentuan strategi produksi dan opsi penambahan kapasitas produksi yang optimal melalui *Aggregate Production Planning*. Strategi produksi yang dimaksud adalah penentuan sumber produksi, jenis benang yang diproduksi, dan jumlah produksi pada setiap bulan dalam rentang waktu satu tahun.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah memperoleh strategi produksi dan opsi penambahan kapasitas produksi yang optimal melalui *Aggregate Production Planning*



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah agar pelaksanaan serta hasil yang akan diperoleh sesuai dengan tujuan pelaksanaannya. Adapun batasan permasalahan yang akan diambil adalah:

1. Pengambilan data dilakukan di PT KS Tex yang berlokasi di Bandung
2. Pengambilan data dilakukan melalui data sekunder dan wawancara

3. Pengambilan data dilakukan pada rentang waktu 1 tahun selama tahun 2009
4. Pabrik memiliki keterbatasan kapasitas, baik kapasitas produksi maupun kapasitas gudang
5. Terdapat dua jenis sumber produksi, yaitu produksi normal dan produksi subkontrak
6. Terdapat tiga jenis benang yang diproduksi, yaitu benang katun, benang *polyester*, dan benang PE (*poly-ethilene*)
7. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Open Office 3.2*

1.6 Metodologi Penelitian

1.6.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini secara sistematis digambarkan pada Gambar 1.2

1.6.2 Penjelasan Diagram Alir Metodologi Penelitian

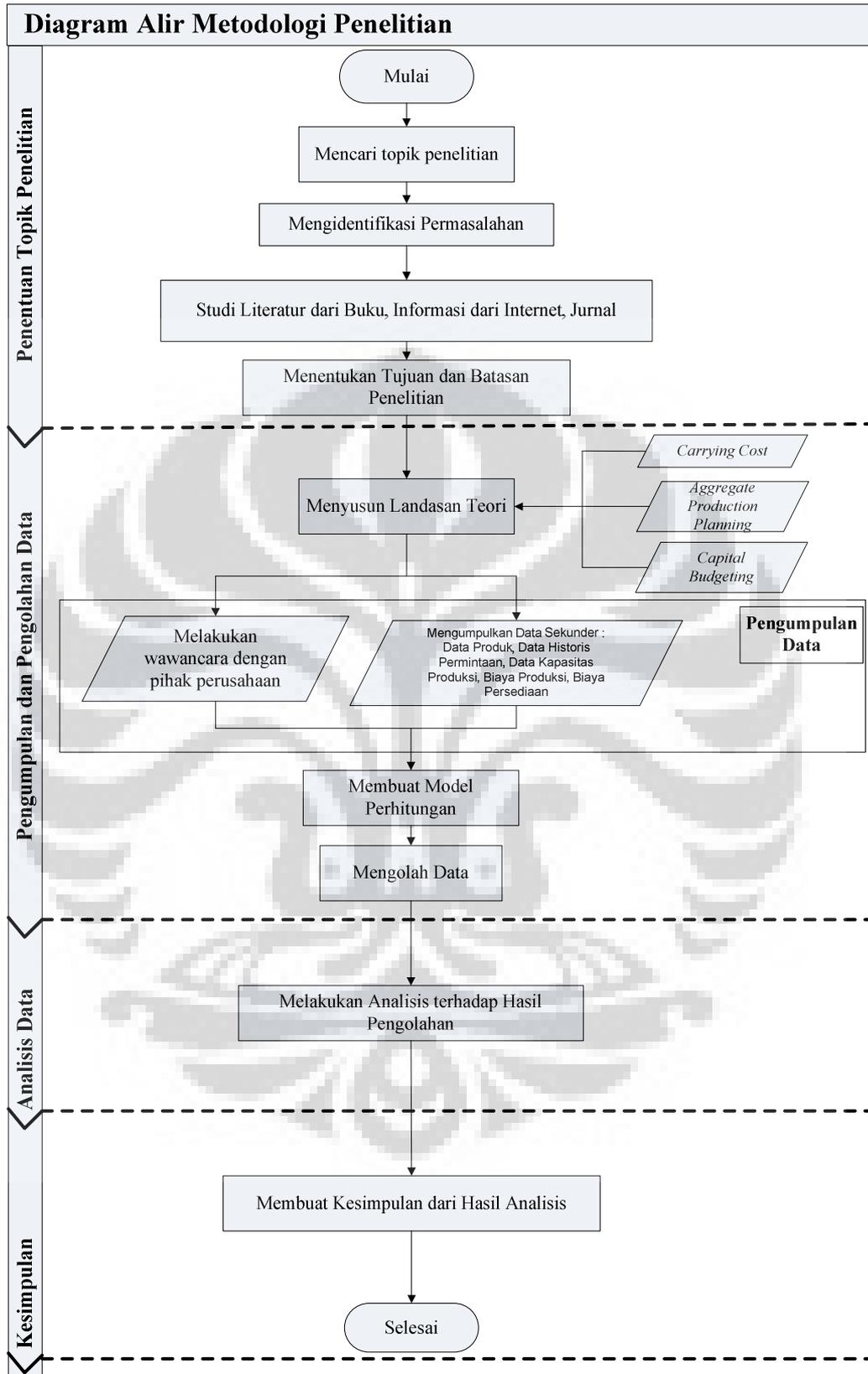
Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut :

1. Mencari topik penelitian

Hal yang pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah pencarian topik yang akan diangkat dan dibahas. Pada tahap ini, berbagai informasi dicari untuk membantu membentuk topik penelitian yang tepat untuk dijalankan. Keputusan pemilihan topik sangat dipengaruhi oleh tingkat kerumitan topik yang ditemui dan ketersediaan akses pada data yang diperkirakan akan digunakan dalam penelitian

2. Mengidentifikasi permasalahan

Setelah mendapatkan topik yang tepat yang akan diangkat, maka dilakukanlah pendalaman lebih lanjut terhadap topik tersebut. Cara yang dilakukan adalah wawancara awal dengan pihak perusahaan mengenai keadaan perusahaan dan kesesuaian topik dengan masalah yang ada di perusahaan. Pendalaman masalah ini akan menghasilkan pengertian yang lebih dalam terhadap topik yang akan diangkat, sehingga pendefinisian masalah menjadi lebih tajam.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3. Studi literatur dari buku, jurnal, dan situs internet

Dilakukan studi literatur untuk mencari teori-teori yang berkaitan untuk mendasari penelitian dan juga untuk menambah pemahaman tentang masalah yang akan diteliti. Studi literatur menggunakan buku, jurnal, maupun berbagai situs internet yang ditemui

4. Menentukan tujuan penelitian dan batasan permasalahan

Setelah mendapat pemahaman yang luas mengenai penelitian yang akan dilakukan dan dasar-dasar teori yang digunakan, maka dilakukan penentuan tujuan penelitian yang akan dicapai dalam penelitian ini. Hal ini penting untuk menetapkan hasil akhir atau keluaran yang akan didapatkan setelah penelitian ini selesai dilakukan. Selain itu, perlu dilakukan pembatasan masalah agar penelitian yang dilakukan dapat terfokus pada tujuan yang ingin dicapai.

5. Menyusun landasan teori

Landasan teori sangat penting sebagai dasar akademis dilakukannya penelitian ini. Landasan teori akan membantu penelitian ini agar sesuai dan sinkron dengan dasar-dasar teori yang telah ada sebelumnya. Landasan teori yang dipakai dalam penelitian ini adalah *carrying cost*, *aggregate production planning*, dan *capital budgeting*

6. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang dimiliki oleh perusahaan. Beberapa data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini adalah :

- Data nama produk yang ada di perusahaan
- Data historis permintaan produk kesehatan
- Data kapasitas produksi
- Data komponen biaya produksi
- Data komponen biaya persediaan

Selain melalui data sekunder, beberapa keterangan tambahan didapatkan melalui wawancara. Keterangan dari wawancara ini sangat berguna untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam mengenai proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan

7. Membuat model perhitungan

Model perhitungan yang akan dipakai adalah model optimasi *aggregate production planning*. Model *aggregate production planning* yang dipakai akan sangat spesifik sesuai dengan permasalahan yang dihadapi di lapangan. Oleh karena itu, perlu dilakukan berbagai penyesuaian dari model yang sudah ada sebelumnya, sehingga model *aggregate production planning* yang dimiliki dapat mengakomodasi permasalahan-permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Model perhitungan awal merupakan modifikasi dari model *aggregate production planning* yang telah dibuat sebelumnya, namun telah disesuaikan dengan variabel-variabel dan batasan-batasan yang sama dengan permasalahan yang akan dihadapi.

8. Mengolah data

Pengolahan data akan dimulai dengan perhitungan besaran *carrying cost* yang akan dipakai dalam penelitian ini. Hal ini penting karena *carrying cost* adalah salah satu komponen biaya yang sangat berpengaruh dalam model *aggregate production planning*. Setelah mendapatkan nilai *carrying cost* yang akan digunakan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan konversi satuan ke dalam satuan yang dapat diterima oleh semua variabel dan konstanta yang ada. Konversi satuan ini harus dilakukan karena model *aggregate production planning* akan memproses bersama-sama seluruh variabel dan konstanta yang ada, sehingga seluruh satuan yang diinput ke dalam model *aggregate production planning* juga harus sama. Langkah selanjutnya adalah memasukkan seluruh variabel dan konstanta tersebut ke dalam model *aggregate production planning* yang telah dibuat sebelumnya dan memproses model tersebut. Pemrosesan model akan dilakukan dengan menggunakan fungsi *Solver* pada *Open Office* 3.2.

9. Melakukan Analisis terhadap Hasil Pengolahan

Analisis terhadap hasil pengolahan akan dilakukan untuk mendapatkan pandangan yang lebih mendalam terhadap hasil

penelitian yang telah dilakukan. Analisis akan dilakukan dalam dua bagian. Bagian pertama akan menganalisis perencanaan produksi yang harus dilakukan oleh perusahaan berdasarkan hasil pengolahan model *aggregate production planning* yang telah dilakukan sebelumnya. Bagian kedua akan menganalisis opsi-opsi penambahan kapasitas yang tersedia di perusahaan untuk mendapatkan opsi yang sebaiknya dipilih oleh perusahaan. Analisis ini akan dimulai dengan meneliti hubungan antara tingkat kapasitas produksi yang dimiliki dengan total biaya yang dihasilkan. Setelah itu, analisis akan dilanjutkan dengan pemilihan opsi penambahan kapasitas produksi yang sebaiknya diambil perusahaan pada kondisi tingkat permintaan normal. Pada bagian terakhir, analisis ini akan dikembangkan pada beberapa skenario perkembangan tingkat permintaan, sehingga opsi yang akan dipilih oleh perusahaan cukup fleksibel terhadap berbagai tingkat permintaan.

10. Membuat Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya, maka dihasilkan beberapa poin kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan ini sekaligus menjawab keseluruhan tujuan penelitian yang dilakukan, yaitu penentuan strategi produksi dan penentuan opsi penambahan kapasitas produksi yang optimal.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman alur penelitian ini, maka laporan akhir penelitian ini terdiri dari beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

Bab pertama merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan dan dilengkapi dengan diagram keterkaitan masalah yang menggambarkan alur sebab akibat mengenai permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Selain itu, terdapat penjelasan mengenai rumusan permasalahan, tujuan penelitian, dan batasan permasalahan. Penjelasan dalam bab ini juga

dilengkapi dengan diagram keterkaitan masalah dan diagram metodologi penelitian.

Bab kedua merupakan penjelasan mengenai dasar teori yang digunakan dalam mengerjakan penelitian ini. Landasan teori ini diperoleh dari studi literatur melalui buku, jurnal maupun informasi dari situs-situs di internet. Teori-teori yang akan dibahas dalam bab ini adalah *carrying cost*, *aggregate production planning*, dan *capital budgeting*

Bab ketiga menjelaskan mengenai pengumpulan data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini. Data-data ini didapat melalui data sekunder perusahaan maupun hasil wawancara dengan pihak perusahaan

Bab keempat merupakan bab yang berisi pengolahan data dan analisis. Bab ini akan menjelaskan tahapan-tahapan yang harus dilalui untuk dapat mencapai hasil akhir penelitian ini. Selain itu, pada bab ini juga akan dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya

Bab kelima merupakan bagian yang menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut beserta saran yang akan diajukan kepada perusahaan. Pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan dirangkum ke dalam poin-poin singkat yang dapat merepresentasikan hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan. Sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka saran yang akan diajukan berfokus pada strategi produksi dan kapasitas produksi optimal yang sebaiknya diimplementasikan oleh perusahaan.

BAB 2 DASAR TEORI

Dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah biaya persediaan (*carrying cost*), *aggregate production planning*, dan *capital budgeting*.

2.1 Biaya Persediaan (*Carrying Cost*)

Biaya persediaan (*carrying costs*) adalah total semua biaya yang ditimbulkan pada perusahaan oleh karena persediaan barang yang dimilikinya. Semakin tinggi persediaan yang dimiliki, maka sebagian besar pula biaya yang diderita oleh perusahaan. Biaya persediaan dapat dibagi dalam tiga bagian³:

1. Biaya modal (*capital costs*). Uang yang tertanam dalam persediaan barang perusahaan tidak dapat digunakan untuk keperluan lain, sehingga uang tersebut dapat kehilangan kesempatannya untuk dapat menghasilkan keuntungan di tempat lain. Biaya modal terendah yang dapat diderita adalah kerugian akibat tidak mendapat bunga bila uang tersebut ditanamkan pada suku bunga standar yang berlaku saat itu, dan dapat lebih tinggi bila perusahaan memiliki kesempatan investasi dengan tingkat pengembalian yang lebih tinggi di tempat lain
2. Biaya penyimpanan (*storage costs*). Menyimpan persediaan membutuhkan lahan, pekerja, dan peralatan. Semakin meningkatnya persediaan akan semakin meningkatkan kebutuhan akan media penyimpanan berbagai sumber daya tersebut, yang pada akhirnya akan meningkatkan biaya operasional perusahaan akibat peningkatan jumlah persediaan tersebut
3. Biaya risiko (*risk cost*). Ada beberapa risiko yang dapat timbul ketika barang disimpan di dalam gudang penyimpanan. Beberapa risiko tersebut adalah :
 - Ketinggalan zaman : berkurangnya nilai persediaan barang akibat perubahan mode atau peningkatan teknologi yang terjadi di pasar
 - Kerusakan : persediaan barang rusak ketika disimpan ataupun ketika dipindahkan

³ Arnold, J.R. Tony and Stephen N. Chapman. *Introduction to Materials Management Fifth Edition*. New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2004, page 241

- Pencurian atau kehilangan barang
- Penurunan nilai barang : persediaan barang yang disimpan rusak dalam penyimpanan karena memiliki masa pakai tertentu (kadaluwarsa)

Berapa biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk menyimpan persediaan barangnya? Biaya persediaan ini berbeda dari satu industri ke industri lainnya. Biaya modal (*capital costs*) dapat bervariasi tergantung pada tingkat suku bunga yang berlaku, tingkat suku bunga kredit perusahaan, atau kesempatan investasi yang dimiliki oleh perusahaan di tempat lain. Biaya penyimpanan (*storage costs*) dapat bervariasi tergantung pada lokasi dan volume barang yang disimpan. Biaya risiko (*risk costs*) dapat sangat bervariasi tergantung pada jenis barang yang disimpan. Biaya resiko ini bisa sangat rendah, ataupun mendekati 100% pada jenis-jenis barang tertentu yang tidak tahan lama. Biaya persediaan biasa dituliskan dalam persentase dari nilai persediaan barang selama jangka waktu tertentu (biasanya 1 tahun). Beberapa literatur menggunakan persentase biaya tinjauan persediaan di antara 10%-40%^{4,5}. Angka ini cukup sesuai pada mayoritas jenis industri manufaktur pada kenyataannya.

2.2 Aggregate Production Planning

Aggregate Production Planning adalah suatu model optimasi yang digunakan untuk melakukan keputusan atas tingkat produksi, inventori, dan tenaga kerja agar dapat memenuhi permintaan yang berfluktuasi dalam suatu jangka waktu tertentu yang berkisar antara enam bulan sampai satu tahun⁶. Jangkauan perencanaan akan meliputi periode-periode di mana tingkat permintaan relatif rendah dan periode-periode di mana tingkat permintaan relatif tinggi bahkan mencapai puncaknya. Perencanaan produksinya sendiri biasanya dibagi ke dalam suatu satuan waktu tertentu. Sebagai contoh, perencanaan satu tahun dapat dibagi ke dalam periode-periode bulanan. Sumber-sumber produksi yang ada diasumsikan tetap selama jangka waktu perencanaan yang diteliti dan

⁴ Fredendall, Lawrence D. and Ed Hill. *Basic of Supply Chain Management*. USA : CRC Press LLC, 2001, page 188.

⁵ *Methodology of Calculating Inventory Carrying Costs*. New Jersey : REM Associates Management Consultants.

⁶ Gallego, Guilermo. *Production Management Lecture 5*. 2001

perencanaan yang dilakukan akan bertujuan untuk memperoleh utilisasi terbaik sumber-sumber produksi yang ada dengan tetap memenuhi semua permintaan barang.

Melakukan perencanaan produksi secara menyeluruh dengan mempertimbangkan semua aspek produksi secara mendetail dalam jangka waktu yang cukup lama sangatlah sulit dilakukan. Oleh sebab itu, perencanaan produksi dilakukan dengan pendekatan agregat. Pendekatan perencanaan produksi agregat didasarkan pada pandangan akan suatu kesatuan unit produksi yang memiliki satuan yang sama (berat, volume, nilai barang, lama produksi). Selanjutnya, perencanaan produksi dilakukan pada satu atau beberapa kesatuan unit produksi tersebut. Kendala-kendala produksi yang ada akan dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning* sehingga dihasilkan jumlah produksi spesifik yang harus dilakukan untuk setiap jenis barangnya.

Perencanaan yang dibuat harus memperhatikan beberapa sumber produksi yang dimiliki oleh perusahaan dalam memenuhi permintaan yang berfluktuasi, serta semua biaya yang berkaitan dengan masing-masing sumber produksi tersebut. Beberapa cara yang biasanya dilakukan perusahaan untuk memenuhi tingkat permintaan yang berfluktuasi adalah :

1. Menyesuaikan jumlah pekerja dengan menambah atau mengurangi jumlah pekerja, sehingga dapat merubah tingkat produksi. Penyesuaian jumlah pekerja yang dilakukan berkali-kali dapat berakibat buruk pada hubungan dengan organisasi buruh dan dapat memunculkan masalah buruh yang serius
2. Mengatur tingkat produksi yang berbeda-beda dengan melakukan lembur ataupun menggunakan produksi subkontrak
3. Mengatur tingkat persediaan. Tingkat persediaan dapat ditambah ketika tingkat permintaan rendah untuk kemudian digunakan pada saat tingkat permintaan tinggi. Perbandingan biaya persediaan akan menjadi faktor penentunya
4. Merencanakan *backorder* (permintaan yang tidak terpenuhi)

Kombinasi keempat cara di atas dapat menghasilkan berbagai alternatif produksi yang akan dilakukan untuk memenuhi tingkat permintaan tertentu.

Ada beberapa komponen biaya yang sering digunakan dalam perhitungan *aggregate production planning*. Penggunaannya akan disesuaikan dengan kasus yang ada. Biaya-biaya tersebut adalah :

1. Biaya produksi : biaya bahan baku, biaya buruh, biaya lembur
2. Biaya yang ditimbulkan oleh penyesuaian tingkat produksi : biaya merekrut pekerja, biaya pelatihan pekerja, biaya memecat pekerja
3. Biaya persediaan

Model *aggregate production planning* sangat efektif digunakan sebagai alat pengambil keputusan dalam perencanaan produksi dan penentuan kebijakan umum perusahaan mengenai gaji, kebutuhan pegawai, kebutuhan kapasitas produksi, dan lain-lain. Secara garis besar, terdapat dua kebijakan ekstrem yang dapat dihasilkan pada model *aggregate production planning* :

- *Just-in-time* : perencanaan produksi yang mengatur agar jumlah yang produksi tepat dengan jumlah yang diminta. Sistem ini akan menghasilkan biaya persediaan yang sangat rendah, namun akan meningkatkan biaya penyesuaian tingkat produksi, seperti menambah atau mengurangi tenaga kerja. Oleh karena itu, sistem perencanaan produksi *just-in-time* akan cocok dengan kasus di mana biaya penyesuaian tenaga kerja cukup rendah.
- *Production-smoothing* : perencanaan produksi yang menerapkan tingkat produksi yang tetap setiap waktunya. *Production-smoothing* akan menumpuk persediaan untuk menghadapi puncak permintaan di waktu yang akan datang. Sistem perencanaan produksi ini akan meminimalisir biaya penyesuaian tingkat produksi, namun di lain pihak akan berakibat pada tingginya biaya persediaan. Oleh karena itu, *production-smoothing* akan cocok diterapkan pada kasus di mana biaya persediaan cukup rendah.

Berikut ini akan dijelaskan beberapa model *aggregate production planning* yang sering digunakan⁷ :

⁷ Mouli, Chandra KVV and friends. *Optimal Production Planning under Resource Constraints. Journal of Scientific & Industrial Research Vol 65. 2006*

2.2.1 Model *Aggregate Production Planning* dengan *Backorder*

Keputusan yang ada dalam model ini adalah jumlah dan periode produksi yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan pada periode tertentu. Model ini akan memiliki batasan-batasan dalam ketersediaan kapasitas produksi dan tingkat permintaan yang harus dipenuhi. Biaya-biaya yang diperhitungkan dalam model ini adalah biaya produksi, biaya persediaan, dan biaya *backorder*.

Model matematisnya adalah sebagai berikut :

Min :

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (X_{ij} \times C_{ij})$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n$$

dengan kendala :

Kendala kapasitas produksi

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq b_i, \quad \forall i$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n$$

Kendala tingkat permintaan

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq d_j, \quad \forall j$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n$$

Perhitungan biaya

$$\text{jika } i \leq j \rightarrow C_{ij} = Cp + (j - i)x Ch$$

$$\text{jika } i > j \rightarrow C_{ij} = Cp + (i - j)x Cl$$

$$X_{ij} \geq 0, \quad \forall ij$$

Keterangan :

$i = 1, 2, 3, \dots, m \rightarrow$ periode produksi

$j = 1, 2, 3, \dots, n \rightarrow$ periode permintaan

X_{ij} : Jumlah barang yang diproduksi pada periode i yang digunakan atau dijual pada periode j

C_{ij} : Biaya yang ditimbulkan apabila barang yang diproduksi pada periode i digunakan atau dijual pada periode j

b_i : kapasitas produksi maksimal pada periode i

d_j : tingkat permintaan pada periode j

C_p : biaya produksi

C_h : biaya persediaan

C_ℓ : biaya *backorder*

Pembuatan model dalam bentuk tabel ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 *Aggregate Production Planning dengan Backorder*

| | | Periode (j) | | | | Kapasitas Tersedia |
|-------------|---|-----------------|-----------------|----------------|--------------|--------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Periode (i) | 1 | C_p | $C_p + C_h$ | $C_p + 2C_h$ | $C_p + 3C_h$ | b_1 |
| | 2 | $C_p + C_\ell$ | C_p | $C_p + C_h$ | $C_p + 2C_h$ | b_2 |
| | 3 | $C_p + 2C_\ell$ | $C_p + C_\ell$ | C_p | $C_p + C_h$ | b_3 |
| | 4 | $C_p + 3C_\ell$ | $C_p + 2C_\ell$ | $C_p + C_\ell$ | C_p | b_4 |
| Permintaan | | d_1 | d_2 | d_3 | d_4 | |

2.2.2 Model *Aggregate Production Planning* dengan beberapa sumber produksi

Keputusan yang ada dalam model ini adalah sumber, jumlah dan periode produksi yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan pada periode tertentu. Penambahan variabel dalam model ini adalah alternatif sumber produksi yang dimiliki. Model ini akan memiliki batasan-batasan dalam ketersediaan kapasitas produksi dan tingkat permintaan yang harus dipenuhi. Biaya-biaya yang diperhitungkan dalam model ini adalah biaya produksi setiap jenis biaya produksi dan biaya persediaan

Model matematisnya adalah sebagai berikut :

Min :

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o (X_{ijk} \times C_{ijk})$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n ; k = 1,2,3, \dots, o$$

dengan kendala :

Kendala kapasitas produksi

$$\sum_{j=1}^n X_{ijk} \leq b_{ik} , \quad \forall ik$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n ; k = 1,2,3, \dots, o$$

Kendala tingkat permintaan

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^o X_{ijk} \geq d_j , \quad \forall j$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n ; k = 1,2,3, \dots, o$$

Perhitungan biaya

$$C_{ijk} = Cp_k + (j - i) \times Ch$$

$$X_{ijk} \geq 0 , \quad \forall ijk$$

$$j \geq i$$

Keterangan :

$i = 1,2,3, \dots, m \rightarrow$ periode produksi

$j = 1,2,3, \dots, n \rightarrow$ periode permintaan

$k = 1,2,3, \dots, o \rightarrow$ jenis sumber produksi

X_{ijk} : Jumlah barang yang diproduksi menggunakan sumber produksi k pada periode i yang digunakan atau dijual pada periode j

C_{ijk} : Biaya yang ditimbulkan apabila barang yang diproduksi menggunakan sumber produksi k pada periode i digunakan atau dijual pada periode j

b_{ik} : kapasitas produksi maksimal sumber produksi k pada periode i

d_j : tingkat permintaan pada periode j

C_{pk} : biaya produksi pada sumber produksi k

C_h : biaya persediaan

Pembuatan model dalam bentuk tabel ditunjukkan pada tabel 2.2

2.3 *Capital Budgeting* (Pengalokasian Modal)

Capital budgeting (pengalokasian modal) adalah suatu proses perencanaan dan pembuatan keputusan jangka panjang untuk melakukan suatu investasi pada proyek tertentu⁸. Keputusan jangka panjang ini biasanya berupa pemilihan opsi investasi yang tepat dilakukan oleh perusahaan. Opsi investasi yang paling tepat secara ekonomis dapat dilihat dari nilai imbal hasil terbaik yang dihasilkan oleh keberadaan investasi tersebut. Namun, perlu diingat pula bahwa tidak melakukan investasi juga merupakan sebuah opsi yang dapat diambil. Opsi ini diambil jika tingkat pengembalian dari seluruh opsi investasi yang ada tidak lebih besar daripada acuan suku bunga yang berlaku.

Dalam industri manufaktur, pengalokasian modal bisa diidentikkan dengan keputusan *make or buy*. Keputusan *make* adalah keputusan untuk membuat sendiri barang yang dibutuhkan, dan biasanya berkaitan dengan kebutuhan akan sejumlah investasi. Keputusan *buy* adalah keputusan untuk membeli barang yang dibutuhkan, sehingga tidak diperlukan biaya investasi. Keputusan *buy* biasanya memiliki biaya variabel yang lebih besar. Oleh sebab itu, analisis ekonomi diperlukan untuk menganalisis pilihan yang lebih menguntungkan dalam keputusan *make or buy*.

Ada lima langkah yang perlu dilakukan dalam melakukan keputusan pengalokasian modal :

⁸ Horngren, Charles T. and friends. *Cost Accounting A Managerial Emphasis* 13th Edition. New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2009, page 760

Tabel 2.2 Model *Aggregate Production Planning* dengan Beberapa Sumber Produksi

| | | Jenis Produksi | Periode (j) | | | | Kapasitas Tersedia |
|-------------|---|-------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Periode (i) | 1 | Sumber Produksi 1 | C_{p1} | $C_{p1} + C_h$ | $C_{p1} + C_h$ | $C_{p1} + C_h$ | b_{11} |
| | | Sumber Produksi 2 | C_{p2} | $C_{p2} + C_h$ | $C_{p2} + C_h$ | $C_{p2} + C_h$ | b_{12} |
| | | Sumber Produksi 3 | C_{p3} | $C_{p3} + C_h$ | $C_{p3} + C_h$ | $C_{p3} + C_h$ | b_{13} |
| | 2 | Sumber Produksi 1 | | C_{p1} | $C_{p1} + C_h$ | $C_{p1} + C_h$ | b_{21} |
| | | Sumber Produksi 2 | | C_{p2} | $C_{p2} + C_h$ | $C_{p2} + C_h$ | b_{22} |
| | | Sumber Produksi 3 | | C_{p3} | $C_{p3} + C_h$ | $C_{p3} + C_h$ | b_{23} |
| | 3 | Sumber Produksi 1 | | | C_{p1} | $C_{p1} + C_h$ | b_{31} |
| | | Sumber Produksi 2 | | | C_{p2} | $C_{p2} + C_h$ | b_{32} |
| | | Sumber Produksi 3 | | | C_{p3} | $C_{p3} + C_h$ | b_{33} |
| | 4 | Sumber Produksi 1 | | | | C_{p1} | b_{41} |
| | | Sumber Produksi 2 | | | | C_{p2} | b_{42} |
| | | Sumber Produksi 3 | | | | C_{p3} | b_{43} |
| Permintaan | | | d_1 | d_2 | d_3 | d_4 | |

1. Mengidentifikasi pilihan pengembangan yang ada
Pada langkah pertama, perusahaan mengidentifikasi seluruh kemungkinan pengembangan dan perubahan yang dapat dilakukan oleh perusahaan dan sesuai dengan kebijakan umum perusahaan. Pengembangan yang akan dilakukan dapat sangat bervariasi, mulai dari penambahan gudang, penambahan mesin, penambahan tenaga kerja, atau hanya dengan menggunakan tenaga *outsourse*.
2. Mengumpulkan informasi
Menggali seluruh informasi yang ada berkaitan dengan pengembangan yang akan dilakukan. Penggalan informasi tersebut dilakukan pada seluruh divisi dalam perusahaan dengan tujuan mengecek kemungkinan penerapan pengembangan dan kemungkinan adanya benturan pada salah satu divisi.
3. Membuat prediksi
Memperkirakan seluruh perubahan aliran keuangan yang diakibatkan oleh penerapan pengembangan. Penerapan suatu pengembangan biasanya melibatkan tiga buah komponen aliran keuangan utama, yaitu biaya investasi, perubahan keuntungan, dan *salvage value* dari pengembangan tersebut. Karena merupakan perkiraan yang sifatnya tidak pasti, maka perusahaan biasanya menggunakan beberapa kemungkinan skenario dalam melakukan analisis aliran keuangan tersebut
4. Membuat keputusan berupa pemilihan alternatif
Menentukan alternatif pengembangan yang memberikan keuntungan paling tinggi dengan biaya terendah. Berdasarkan data-data kuantitatif yang diperoleh pada langkah ketiga, maka perusahaan menggunakan beberapa metode pengalokasian modal untuk menentukan alternatif pengembangan yang paling memenuhi kriteria perusahaan. Selain menggunakan metode pengalokasian modal, perusahaan biasanya juga menggunakan intuisi dan penilaian berdasarkan pertimbangan kualitatif.
5. Mengimplementasi keputusan dan mengevaluasinya
Langkah awal yang dilakukan adalah pengalokasian dana untuk mengimplementasi keputusan tersebut. Pengalokasian dana dapat berasal

dari internal perusahaan (kas) ataupun pinjaman pihak luar. Pinjaman pihak luar dapat mengubah aliran keuangan yang telah dibuat karena adanya bunga yang harus dibayar, sehingga sebaiknya analisis aliran keuangan ditinjau kembali. Setelah mengimplementasikan keputusan tersebut, maka aliran keuangan yang dihasilkan harus terus dipantau dan dibandingkan dengan perkiraan sebelumnya. Bila terdapat perbedaan yang signifikan, baik dalam arah yang positif maupun negative, maka perusahaan perlu meninjau kembali keputusannya dan memperbaiki sesuai dengan yang dibutuhkan.

Metodologi pengalokasian modal yang dimaksud dalam langkah keempat adalah pembuatan aliran keuangan dalam jangka waktu tertentu dan menganalisisnya dengan memasukkan nilai bunga yang berlaku saat ini. Ada tiga metodologi pengalokasian modal yang dapat dilakukan :

- Metode *Net Present Value (NPV)*
Metode ini membandingkan alternatif pengembangan dengan menjumlahkan nilai seluruh aliran keuangan setelah dikembalikan ke nilainya saat ini (*present value*)
- Metode *Intenal Rate of Return (IRR)*
Metode ini membandingkan imbal hasil alternatif pengembangan dalam persentase terhadap investasi awal yang telah dilakukan
- Metode *Payback Period*
Metode ini membandingkan jangka waktu pengembalian modal investasi awal pada beberapa alternatif pengembangan

BAB 3

PENGUMPULAN DATA

3.1 Profil Perusahaan

PT KS Tex adalah sebuah perusahaan produsen tekstil yang memfokuskan diri pada jenis tekstil *yarn-dyed*. PT KS Tex berlokasi di Bandung, Jawa Barat, tepatnya di daerah Majalaya, yang memang merupakan salah satu daerah pemusatan produsen tekstil di Jawa Barat.

Tekstil *yarn-dyed* adalah jenis tekstil yang proses pencelupan warnanya dilakukan pada benang. Oleh karena itu, tekstil yang dihasilkan dapat memiliki berbagai macam kombinasi warna sesuai dengan model yang diinginkan. Jenis tekstil *yarn-dyed* dapat kita temui pada berbagai produk garmen dengan motif kotak atau salur yang saat ini banyak beredar di pasaran.

Bahan baku produksi pada PT KS Tex adalah benang *grey* atau benang dasar. Benang *grey* adalah benang hasil pemintalan yang belum melalui proses apapun. Benang *grey* yang dipakai terdiri dari tiga jenis, yaitu benang *grey* katun, benang *grey polyester*, dan benang *grey PE (poly-ethilene)*. Selanjutnya, ketiga jenis benang tersebut akan melalui proses pencelupan warna (*dyeing*) sehingga dihasilkan benang warna sesuai dengan kebutuhan.

Setelah dicelup, ketiga jenis benang tersebut akan melalui proses penenunan untuk menjadi tekstil *yarn-dyed*. PT KS Tex memproduksi dua jenis tekstil *yarn-dyed*, yaitu *poly-cotton* dan *poly-PE*. Penamaan kedua jenis tekstil *yarn-dyed* tersebut didasarkan pada jenis bahan baku yang dipakai. *Poly-cotton* memakai campuran benang *polyester* dan benang katun dalam tenunannya, sedangkan *poly-PE* memakai campuran benang *polyester* dan benang *PE* dalam tenunannya. Karena digunakan pada kedua jenis produk, penggunaan benang *polyester* lebih besar daripada penggunaan benang katun maupun benang *PE*. Setelah melalui proses penenunan, tekstil *yarn-dyed* akan melalui berbagai proses selanjutnya hingga menjadi bahan tekstil yang siap dijual.

Penelitian yang dilakukan akan berfokus pada unit produksi pencelupan benang. Saat ini perusahaan memiliki dua jenis sumber produksi bagi unit produksi pencelupan benangnya, yaitu produksi normal dan produksi subkontrak.

Produksi normal adalah produksi yang dilakukan sendiri oleh perusahaan, sehingga jumlahnya terbatas pada kemampuan produksi perusahaan. Produksi subkontrak adalah produksi yang dilakukan oleh perusahaan lain dengan membayar sejumlah biaya tertentu. Produksi subkontrak ini memiliki biaya yang lebih besar dan kualitas hasil produksi yang lebih rendah daripada produksi normal.

3.2 Pengumpulan Data

Untuk dapat menjalankan penelitian ini dan mendapatkan tujuan yang ingin dicapai, maka penulis membutuhkan tersedianya data sebagai berikut :

- Data produk
- Data historis permintaan
- Data kapasitas produksi
- Data komponen biaya produksi dan persediaan
- Data ketersediaan opsi penambahan kapasitas produksi

3.2.1 Data Produk

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat 3 jenis benang yang digunakan perusahaan untuk melakukan kegiatannya, yaitu benang katun, benang *polyester*, dan benang *PE*. Ketiga jenis benang ini akan digunakan dalam proses penenunan untuk menghasilkan dua jenis bahan tekstil *yarn-dyed* yaitu *poly-cotton* dan *poly-PE*.

Perusahaan membeli benang katun, benang *polyester*, dan benang *PE* dalam bentuk benang *grey* atau benang dasar. Tabel 3.1 menunjukkan harga beli tiap jenis benang tersebut per kilogramnya

Tabel 3.1 Harga Beli Benang

3.2.2 Data Historis Permintaan

Lingkup penelitian yang diambil untuk penelitian ini adalah pada unit produksi pencelupan benang. Oleh karena itu, permintaan pada unit produksi pencelupan benang ini berasal dari unit produksi penenunan. Sesuai dengan batasan masalah yang telah disebutkan pada bab 1, maka data permintaan historis yang akan dipakai adalah permintaan bulanan selama tahun 2009. Tabel 3.2 menunjukkan data permintaan benang katun, benang *polyester*, dan benang *PE* setiap bulannya selama tahun 2009

Tabel 3.2 Data Permintaan Benang Tahun 2009

3.2.3 Data Kapasitas Produksi

Seperti telah disebutkan sebelumnya, perusahaan memiliki dua buah sumber produksi yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi permintaan, yaitu produksi normal dan produksi subkontrak. Data kapasitas produksi yang tersedia ditujukan pada kapasitas produksi normal, sedangkan kapasitas produksi subkontrak diasumsikan tidak terbatas, karena jumlah perusahaan lain yang dapat menyediakan jasa ini cukup banyak.

Kapasitas produksi perusahaan menunjukkan berapa banyak keluaran produksi yang dapat dihasilkan perusahaan selama jangka waktu tertentu. Hal

tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya ketersediaan fasilitas dan jam produksi, lama pemrosesan produksi, dan produktivitas perusahaan

3.2.3.1 Ketersediaan fasilitas dan jam produksi

Saat ini, unit produksi pencelupan benang bekerja dengan 6 buah mesin yang masing-masing memiliki lot produksi sebesar 100 kilogram. Unit produksi pencelupan benang ini bekerja 24 jam penuh selama 6 hari, hari senin sampai dengan hari sabtu. Jika diasumsikan dalam 1 bulan terdiri dari 30 hari dan terdapat 4 kali hari Minggu, maka jumlah hari kerja per bulan yang dimiliki oleh perusahaan adalah 26 hari. Karena perusahaan memproduksi 24 jam penuh per harinya, maka jam kerja produksi yang dimiliki oleh perusahaan selama 1 bulan adalah $6 \text{ mesin} \times 26 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} = 3744 \text{ jam produksi}$

3.2.3.2 Lama pemrosesan produksi

Lama pemrosesan produksi untuk setiap jenis benang berbeda-beda. Pencelupan benang katun memiliki waktu yang paling lama, yaitu 7 jam untuk satu lot produksinya. Sedangkan benang *polyester* dan benang *PE* memiliki lama pemrosesan produksi yang lebih singkat, yaitu 3 jam untuk satu lot produksi.

3.2.3.3 Produktivitas

Produktivitas perusahaan menunjukkan besarnya keluaran produksi sebenarnya yang dapat dicapai oleh perusahaan dibandingkan dengan kapasitas produksi yang seharusnya tersedia. Nilai ini penting untuk dimasukkan karena aktivitas produksi sering kali terhambat oleh berbagai kendala teknis, sehingga kapasitas produksi menurun dari yang seharusnya dapat dicapai. Secara khusus pada perusahaan yang dijadikan objek penelitian, masalah teknis yang sering terjadi adalah kerusakan mesin dan pemadaman listrik. Kedua hal ini cukup mengganggu dan menurunkan kinerja perusahaan.

Nilai produktivitas yang diambil untuk penelitian ini didasarkan pada beberapa perhitungan kasar dan diperkuat melalui wawancara dengan pihak perusahaan. Perhitungan kasar yang dilakukan adalah membandingkan besar produksi normal yang dilakukan oleh perusahaan dengan kapasitas produksi yang

seharusnya dimiliki oleh perusahaan. Asumsi produktivitas perusahaan yang diambil berdasarkan perhitungan kasar dan wawancara adalah xxxx %.

3.2.4 Data Komponen Biaya Produksi dan Persediaan

Perusahaan memiliki dua sumber produksi, yaitu produksi normal dan subkontrak, yang masing-masing dapat melakukan proses pencelupan pada ketiga jenis benang yang dibutuhkan oleh perusahaan. Tabel 3.3 menunjukkan besaran biaya produksi yang harus dikeluarkan perusahaan pada setiap jenis benang dan sumber produksi

Tabel 3.3 Biaya Produksi Pencelupan Benang

Saat ini, perusahaan memiliki gudang penyimpanan benang seluas xxxx m² dan mempekerjakan 4 orang karyawan pada bagian pergudangan dengan gaji rata-rata Rp xxxx rupiah per bulan

3.2.5 Data Ketersediaan Opsi Penambahan Kapasitas

Perusahaan memiliki beberapa opsi penambahan kapasitas produksi berupa pembelian mesin baru. Beberapa opsi mesin yang dapat dipilih oleh perusahaan ditunjukkan pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Opsi Pembelian Mesin

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Setelah semua data terkumpul, maka data tersebut akan diolah untuk dapat menghasilkan keluaran yang sesuai dengan tujuan penelitian ini. Pengolahan data akan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pengolahan awal data, pengolahan menggunakan *aggregate production planning*, dan pengolahan lanjutan. Pengolahan awal data berfungsi mempersiapkan seluruh data yang diperoleh agar siap digunakan pada model *aggregate production planning* yang diinginkan. Bagian ini akan berisi empat pembahasan, yaitu penghitungan *carrying cost*, penyesuaian tingkat permintaan, konversi satuan, dan perhitungan kapasitas produksi. Bagian pengolahan menggunakan *aggregate production planning* menerangkan model optimasi *aggregate production planning* yang digunakan dan hasil pengolahan berupa strategi produksi perusahaan. Pada bagian akhir, yaitu analisis penambahan kapasitas, akan dibahas mengenai perhitungan dan analisis berbagai opsi penambahan kapasitas produksi yang ada.

4.1 Pengolahan Awal Data

4.1.1 Biaya Persediaan (*Carrying Cost*)

Seperti telah dijelaskan pada bagian dasar teori, komponen biaya persediaan terdiri dari biaya modal, biaya penyimpanan, dan biaya risiko. Perhitungan ketiga komponen biaya ini akan menggunakan beberapa asumsi, sehingga nilai biaya persediaan yang didapat hanya akan merepresentasikan perkiraan biaya persediaan yang dikeluarkan oleh perusahaan per kilogram benangnya. Lebih lanjut lagi, persentase biaya persediaan terhadap harga beli untuk ketiga jenis benang akan diasumsikan sama.

Biaya modal adalah biaya yang ditimbulkan akibat hilangnya kesempatan berinvestasi di tempat lain. Asumsi besar biaya modal yang akan diambil dari nilai suku bunga Bank Indonesia yang berlaku saat ini, yaitu 6.5%⁹.

Biaya penyimpanan adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan penyimpanan dan penanganan sejumlah persediaan. Persentase biaya

⁹ <http://www.bi.go.id/web/id/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate> , 2 Juni 2010

penyimpanan ini didapatkan dari perbandingan antara seluruh biaya yang dikeluarkan untuk penyimpanan dan penanganan dengan rata-rata nilai persediaan perusahaan. Komponen biaya yang akan diperhitungkan adalah biaya gudang (asumsi menyewa gudang) dan biaya gaji pegawai pergudangan. Sedangkan rata-rata nilai persediaan dihitung melalui perusahaan merupakan penjumlahan rata-rata nilai persediaan barang perusahaan setelah dikalikan dengan harga belinya masing-masing.

Langkah pertama yang dilakukan adalah mendapatkan biaya yang dikeluarkan untuk penyimpanan dan penanganan. Data yang disajikan adalah biaya per tahun. Perhitungannya dijelaskan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Perhitungan Biaya Penyimpanan dan Penanganan

Total biaya yang dikeluarkan per tahun untuk bagian pergudangan adalah 128 juta rupiah.

Setelah mendapatkan total biaya penyimpanan dan penanganan, dilakukan perhitungan rata-rata nilai persediaan perusahaan. Nilai yang harus didapat terlebih dahulu adalah rata-rata jumlah pemesanan barang perusahaan. Karena perusahaan melakukan pemesanan bahan baku satu bulan sekali, maka rata-rata jumlah pemesanan barang dihitung dari rata-rata bulanan permintaan perusahaan. Perhitungannya disajikan pada tabel 4.2. Rata-rata jumlah pemesanan barang yang didapatkan adalah 16851,58 kilogram untuk benang katun, 33379,92 kilogram untuk benang *polyester*, dan 16768,58 kilogram untuk benang *PE*.

Setelah mendapatkan rata-rata jumlah pemesanan barang, maka perhitungan rata-rata nilai persediaan perusahaan dapat dilakukan. Perhitungan rata-rata persediaan¹⁰ dilakukan menurut perhitungan setengah jumlah pemesanan ditambah dengan jumlah *safety stock* dengan mengambil nilai *safety stock* sebesar

¹⁰ Ballou, Ronald H.. *Business Logistics / Supply Chain Management (Fifth Edition)*. New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2004, page 351

10%. Setelah mengalikannya dengan harga beli masing-masing benang dan menjumlahkan nilai persediaannya, maka didapatkan total rata-rata nilai persediaan perusahaan sebesar Rp 878.792.000,00. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.2 Perhitungan Rata-rata Jumlah Pemesanan Barang



Tabel 4.3 Perhitungan Total Rata-rata Nilai Persediaan

Setelah mendapatkan kedua nilai yang dibutuhkan tersebut, maka perhitungan persentase biaya penyimpanan dapat dilakukan. Perhitungan yang

dilakukan adalah membagi biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk penyimpanan dan penanganan dengan total rata-rata nilai persediaan perusahaan. Persentase biaya penyimpanan yang didapatkan adalah 14,56%

Perhitungan selanjutnya adalah persentase biaya risiko. Biaya risiko merupakan biaya yang harus diperhitungkan oleh perusahaan jika terjadi beberapa hal yang dapat mengurangi nilai persediaannya, misalnya kadaluwarsa, model telah berganti, kerusakan selama penyimpanan, dan lain-lain. Asumsi persentase biaya risiko yang diambil adalah sebesar 7%¹¹

Dengan menjumlahkan persentase biaya modal, biaya penyimpanan, dan biaya risiko, maka didapatkanlah persentase biaya persediaan yang akan dipakai selanjutnya dalam penelitian ini, yaitu sebesar 28,06%. Perhitungannya disajikan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Perhitungan Persentase Biaya Persediaan

4.1.2 Perubahan Data Permintaan berdasarkan Persediaan Awal yang Tersedia dan Inventori Akhir yang Diinginkan

Untuk menyempurnakan model yang akan dibuat, maka diperlukan adanya persediaan awal yang tersedia pada bulan Januari dan persediaan akhir yang diinginkan pada akhir bulan Desember, sebagai penghubung perencanaan produksi dengan tahun sebelumnya dan tahun sesudahnya.

Nilai persediaan awal yang tersedia dan persediaan akhir yang diharapkan akan ditetapkan sekitar 10% dari nilai rata-rata permintaan yang telah dihitung sebelumnya, yaitu 1700 kilogram untuk benang katun, 3300 kilogram untuk benang *polyester*, dan 1700 kilogram untuk benang *PE*.

Nilai persediaan awal dan persediaan akhir ini akan mengurangi jumlah permintaan pada bulan Januari dan menambah jumlah permintaan pada bulan

¹¹ Arnold, J.R. Tony and Stephen N. Chapman. *Introduction to Materials Management Fifth Edition*. New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2004, page 241

Desember. Tabel 4.5 menunjukkan jumlah permintaan yang telah direvisi oleh adanya persediaan awal dan persediaan akhir

Tabel 4.5 Jumlah Permintaan setelah Adanya Persediaan Awal dan Akhir

4.1.3 Konversi Satuan

Pada bagian pengumpulan data, seluruh data mengenai produksi pada unit pencelupan benang telah didapatkan. Namun, yang menjadi masalah di sini adalah terdapat 3 produk yang akan diproduksi pada unit produksi yang sama. Ketiga produk tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda, baik dari segi tingkat permintaannya maupun dari segi biaya yang ditimbulkan. Dengan keadaan seperti ini, perencanaan produksi agregat tidak dapat langsung dihitung.

Untuk dapat memasukkan data ke dalam model Aggregate Production Planning, maka seluruh satuan harus diubah ke dalam satuan yang universal. Satuan universal yang dimaksud dalam kasus ini adalah satuan jam kerja mesin. Satuan jam kerja mesin menggambarkan hasil yang didapat oleh setiap satuan lainnya pada saat mesin bekerja selama 1 jam

Konversi satuan akan dilakukan pada beberapa data, yaitu data permintaan benang, data biaya produksi, dan data harga beli benang dasar. Data lama aktivitas produksi selama 1 bulan tidak perlu dikonversi lagi karena sudah memiliki satuan yang sama dengan yang diinginkan.

4.1.3.1 Konversi Satuan Data permintaan Benang

Data permintaan benang yang dimiliki adalah besar permintaan benang per bulan dalam satuan kilogram. Data ini akan dikonversi ke dalam satuan jam kerja mesin sehingga data permintaan benang yang dimiliki akan menjadi banyaknya satuan jam kerja yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan benang.

Jika $d_{j\ell}$ adalah jumlah permintaan benang ℓ (dalam kg) pada bulan j , dan T_ℓ adalah lama waktu (dalam jam) yang dibutuhkan untuk memproduksi satu lot benang ℓ , maka :

$$D_{j\ell} = \frac{(d_{j\ell} \times T_\ell)}{100}$$

di mana $D_{j\ell}$ adalah jumlah jam kerja produksi benang ℓ yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan benang ℓ pada bulan j . Pembagian dengan 100 dibutuhkan karena 1 lot produksi berisikan 100 kg benang.

Dari persamaan tersebut, kita dapat menghitung jumlah jam kerja produksi yang dibutuhkan masing-masing benang pada tiap bulannya selama satu tahun. Hasil perhitungannya ditunjukkan pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Konversi Satuan Data Permintaan Benang

4.1.3.2 Konversi Data Biaya Produksi

Data biaya produksi yang dimiliki adalah biaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kilogram benang tertentu. Biaya produksi tersebut tersedia untuk masing-masing sumber produksi yang ada (produksi normal dan produksi subkontrak). Data ini juga akan dikonversi ke dalam satuan jam kerja mesin, sehingga data biaya produksi yang dimiliki akan menjadi biaya produksi yang dikeluarkan per satu jam kerja mesin.

Jika p_{kl} adalah biaya produksi benang l dengan menggunakan sumber produksi k , dan T_l adalah lama waktu (dalam jam) yang dibutuhkan untuk memproduksi satu lot benang l , maka :

$$P_{kl} = \frac{(p_{kl} \times 100)}{T_l}$$

di mana P_{kl} adalah biaya produksi yang dikeluarkan untuk memproduksi sejumlah benang l menggunakan sumber produksi k selama 1 jam produksi. Pengalihan dengan 100 dibutuhkan karena 1 lot produksi berisikan 100 kilogram benang

Dari persamaan tersebut, kita dapat menghitung biaya produksi yang dikeluarkan untuk tiap benang selama 1 jam produksi benang yang bersangkutan. Hasil perhitungannya ditunjukkan pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Konversi Satuan Data Biaya Produksi

4.1.3.3 Konversi Biaya Persediaan Benang

Pada perhitungan sebelumnya, asumsi biaya persediaan yang akan diambil untuk penelitian ini adalah sebesar 28.06% dari harga beli benang per tahunnya. Nilai tersebut setara dengan 2,33% per bulannya dengan menggunakan perhitungan bunga tunggal. Mengacu pada nilai tersebut, maka besarnya biaya

persediaan per kilogram benang yang harus dikeluarkan perusahaan setiap bulannya untuk masing-masing jenis benang dapat dihitung. Nilai biaya persediaan setiap jenis benang per kilogram ditunjukkan pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Biaya Persediaan per Kilogram

Nilai biaya persediaan pada tabel di atas adalah per kilogram benang. Agar dapat dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning* yang diinginkan, nilai tersebut harus dikonversi menjadi per satu jam kerja mesin, sehingga biaya persediaan yang didapatkan merepresentasikan biaya persediaan per bulan yang harus dikeluarkan perusahaan untuk sejumlah benang yang diproduksi selama satu jam.

Jika c_l adalah biaya persediaan per bulan yang dikeluarkan perusahaan untuk satu kilogram benang l , dan T_l adalah lama waktu (dalam jam) yang dibutuhkan untuk memproduksi satu lot benang l , maka :

$$C_l = \frac{(c_l \times 100)}{T_l}$$

di mana C_l adalah biaya persediaan per bulan yang dikeluarkan perusahaan untuk sejumlah benang l yang diproduksi selama satu jam produksi. Pengalihan dengan 100 dibutuhkan karena 1 lot produksi berisikan 100 kilogram benang.

Dari persamaan tersebut, kita dapat menghitung besar biaya persediaan untuk setiap jenis benang yang harus dikeluarkan perusahaan untuk sejumlah benang yang diproduksi selama satu jam produksi. Hasil perhitungannya ditunjukkan pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Biaya Persediaan per 1 Jam Produksi

4.1.4 Perhitungan Kapasitas Produksi

Dalam pembahasan pada bab 3, telah dijelaskan bahwa perusahaan memiliki ketersediaan 3744 jam produksi setiap bulannya. Karena tingkat produktivitas yang cukup rendah, yaitu 55%, maka jam produksi yang dapat digunakan perusahaan dalam sebulan hanya $55\% \times 3744 = 2059,2$ jam (2059 jam).

4.2 Pengolahan Data dan Analisis Menggunakan *Aggregate Production Planning*

4.2.1 Pembuatan Model Awal *Aggregate Production Planning*

Pengolahan *aggregate production planning* akan dimulai dengan pembuatan model awal. Seperti telah disebutkan sebelumnya, model *aggregate production planning* yang dibuat akan spesifik untuk setiap kasus. Oleh sebab itu, diperlukan beberapa penyesuaian dari model *aggregate production planning* sebelumnya. Pembuatan model awal dilakukan dalam bentuk model matematis dan pengembangan model dalam bentuk tabel. Pengembangan model yang dilakukan dari model *aggregate production planning* yang terdapat pada bab 2 adalah adanya model *aggregate production planning* yang ditujukan untuk beberapa jenis barang sekaligus.

Keputusan yang ada dalam model ini adalah sumber, jumlah, dan periode produksi serta jenis barang yang akan diproduksi untuk memenuhi permintaan seluruh jenis barang pada periode tertentu. Variabel yang terdapat dalam model ini adalah sumber produksi, periode produksi, periode permintaan, dan jenis barang. Model akan memiliki batasan-batasan dalam ketersediaan kapasitas produksi dan tingkat permintaan yang harus dipenuhi. Biaya-biaya yang diperhitungkan dalam model ini adalah biaya produksi setiap jenis barang dan sumber produksi dan biaya inventori setiap jenis barang.

Model matematisnya adalah sebagai berikut :

Min :

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \sum_{l=1}^p (X_{ijkl} \times C_{ijkl})$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n ; k = 1,2,3, \dots, o ; l = 1,2,3, \dots, p$$

dengan kendala :

Kendala kapasitas

$$\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^p X_{ijkl} \leq b_{ik} , \quad \forall ik$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n ; k = 1,2,3, \dots, o ; l = 1,2,3, \dots, p$$

Kendala tingkat permintaan

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^o X_{ijkl} \geq d_{jl} , \quad \forall jl$$

$$i = 1,2,3, \dots, m ; j = 1,2,3, \dots, n ; k = 1,2,3, \dots, o ; l = 1,2,3, \dots, p$$

Perhitungan biaya

$$C_{ijkl} = Cp_{kl} + (j - i) \times Ch_l$$

$$X_{ijkl} \geq 0 , \quad \forall ijkl$$

$$j \geq i$$

Keterangan :

$i = 1,2,3, \dots, m \rightarrow$ periode produksi

$j = 1,2,3, \dots, n \rightarrow$ periode permintaan

$k = 1,2,3, \dots, o \rightarrow$ jenis sumber produksi

$l = 1,2,3, \dots, p \rightarrow$ jenis barang yang diproduksi

X_{ijkl} : Jumlah barang jenis l yang diproduksi menggunakan sumber produksi k pada periode i yang digunakan atau dijual pada periode j

C_{ijkl} : Biaya yang ditimbulkan apabila barang jenis l yang diproduksi menggunakan sumber produksi k pada periode i digunakan atau dijual pada periode j

b_{ik} : kapasitas produksi maksimal sumber produksi k pada periode i

$d_{j\ell}$: tingkat permintaan barang ℓ pada periode j

$C_{p_{k\ell}}$: biaya produksi barang ℓ pada sumber produksi k

Ch_{ℓ} : biaya persediaan barang ℓ

Pembuatan model dalam bentuk tabel disajikan pada tabel 4.10

4.2.2 Penentuan Strategi Produksi Menggunakan *Aggregate Production Planning*

4.2.2.1 Penyesuaian Obyek Penelitian dengan Model *Aggregate Production Planning*

Setelah mengembangkan model awal *aggregate production planning* yang akan dipakai, maka seluruh variabel dan konstanta yang ditinjau dalam penelitian akan dimasukkan. Variabel-variabel yang terdapat dalam model awal akan didefinisikan agar dapat disinkronkan dan dinotasikan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

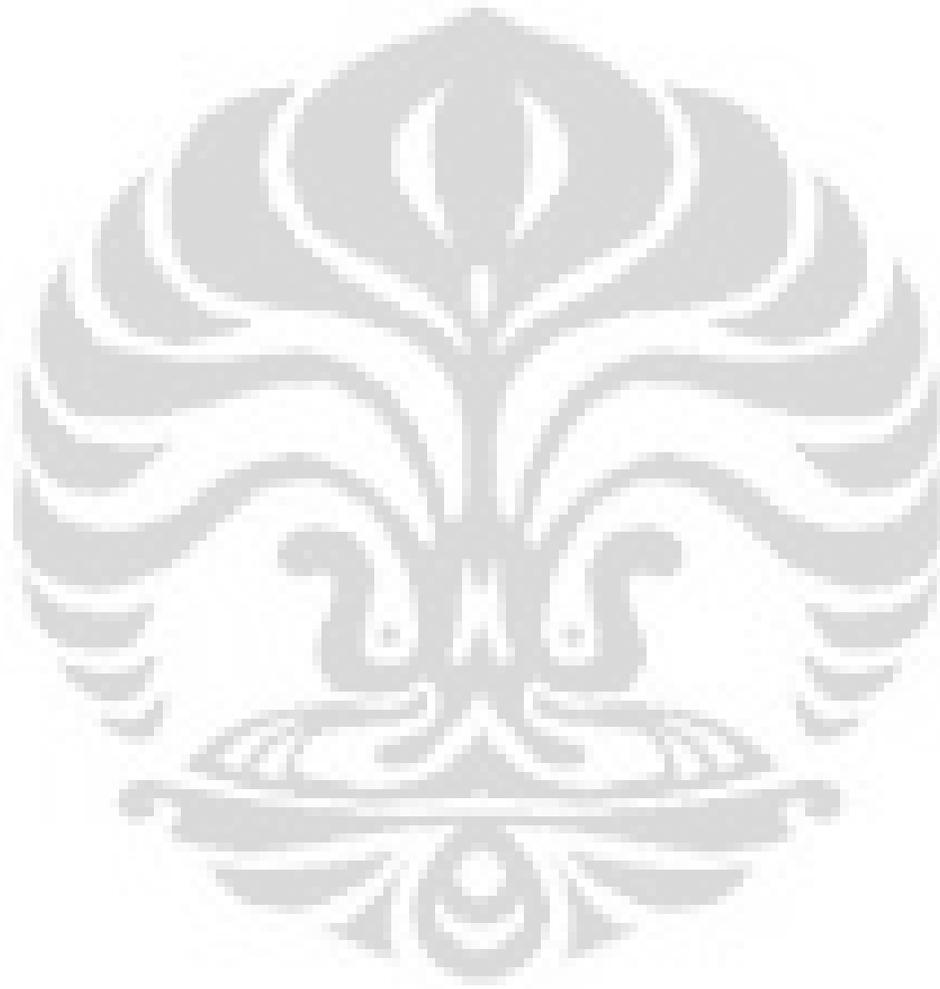
Periode produksi akan dinotasikan dengan $i = 1$ hingga m . Model akan meninjau periode produksi dalam rentang bulanan selama satu tahun, sehingga nilai $m = 12$ dan notasi $i = 1$ hingga m masing-masing akan menotasikan bulan Januari hingga Desember.

Periode permintaan akan dinotasikan dengan $j = 1$ hingga n . Model akan meninjau periode permintaan dalam rentang bulanan selama satu tahun, sehingga nilai $n = 12$ dan notasi $j = 1$ hingga n masing-masing akan menotasikan bulan Januari hingga Desember.

Jenis sumber produksi akan dinotasikan dengan $k = 1$ hingga o . Sesuai dengan data yang diperoleh, model akan memiliki dua buah sumber produksi, yaitu produksi normal dan produksi subkontrak, sehingga nilai $o = 2$, di mana $k =$

1

Tabel 4.10 Model Awal *Aggregate Production Planning*



merupakan notasi untuk produksi normal, dan $k = 2$ merupakan notasi untuk produksi subkontrak.

Jenis barang akan dinotasikan dengan $\ell = 1$ hingga p . Jenis barang (benang) yang akan dimasukkan ke dalam model adalah benang katun, benang *polyester*, dan benang PE, sehingga nilai $p = 3$, di mana $\ell = 1$ merupakan notasi untuk benang katun, $\ell = 2$ merupakan notasi untuk benang *polyester*, dan $\ell = 3$ merupakan notasi untuk benang PE.

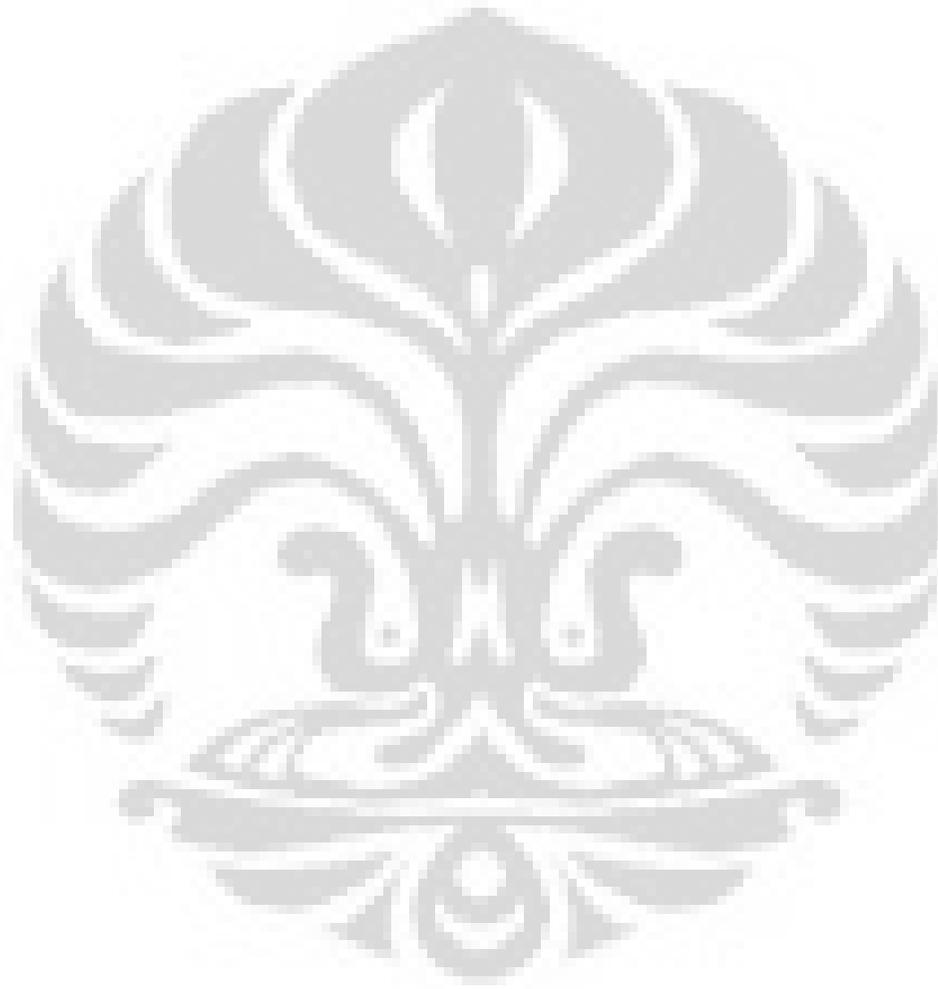
Keseluruhan variabel dan notasi yang telah disesuaikan dimasukkan ke dalam model awal yang telah dibuat. Penyesuaian tambahan dilakukan pada kendala kapasitas, di mana sumber produksi subkontrak memiliki kapasitas produksi yang tidak terbatas. Tabel 4.11 menunjukkan model akhir *Aggregate Production Planning* yang akan digunakan.

4.2.2.2 Pengolahan Model dengan *Open Office 3.2*

Model penelitian *aggregate production planning* yang telah dibuat sebelumnya dimasukkan ke dalam peranti lunak *Open Office 3.2*. Gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan tampilan model pada *Open Office 3.2*

Gambar 4.1 Tampilan Model pada *Open Office 3.2* (1)

Tabel 4.11 Model Penelitian *Aggregate Production Planning*



The screenshot shows a spreadsheet application window titled 'Times New Roman'. The spreadsheet is titled 'PERMINTAAN' and contains a grid of data. The columns are labeled with months from JAN to AGU, and the rows are labeled with months from JAN to AGU. The data is organized into a grid with various numerical values. The status bar at the bottom indicates 'Sheet 2 / 3', 'Page Size: 488', and 'Sum=0'.

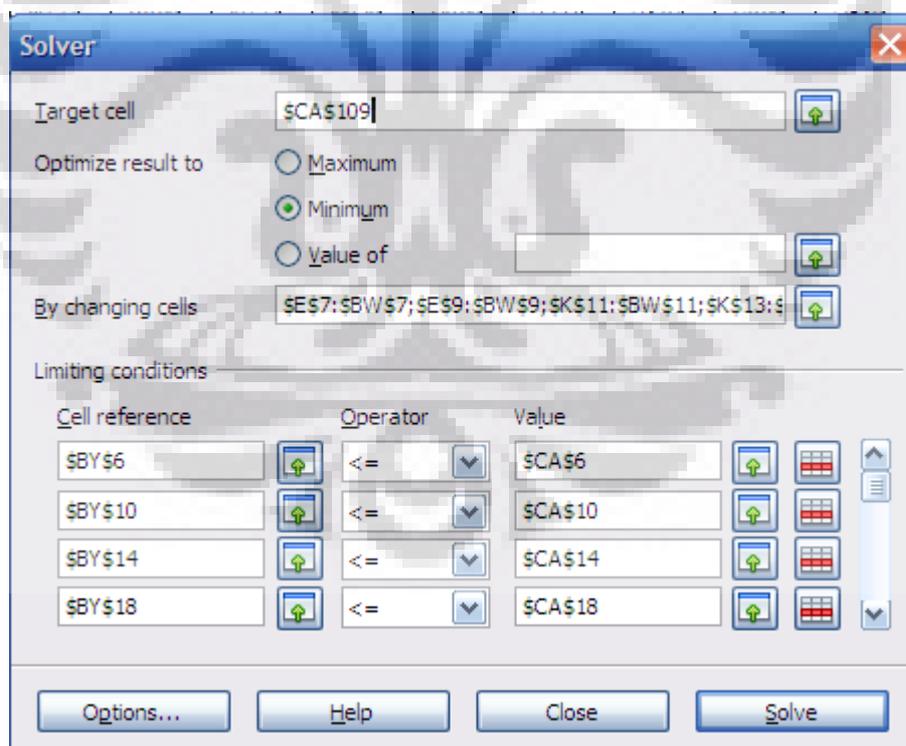
Gambar 4.2 Tampilan Model pada *Open Office 3.2* (2)

Setelah membentuk model *aggregate production planning* dalam *Open Office 3.2*, maka selanjutnya model akan dijalankan dengan fungsi *solver*. Fungsi ini terletak pada menu *Tools > Solver* (lihat gambar 4.3)

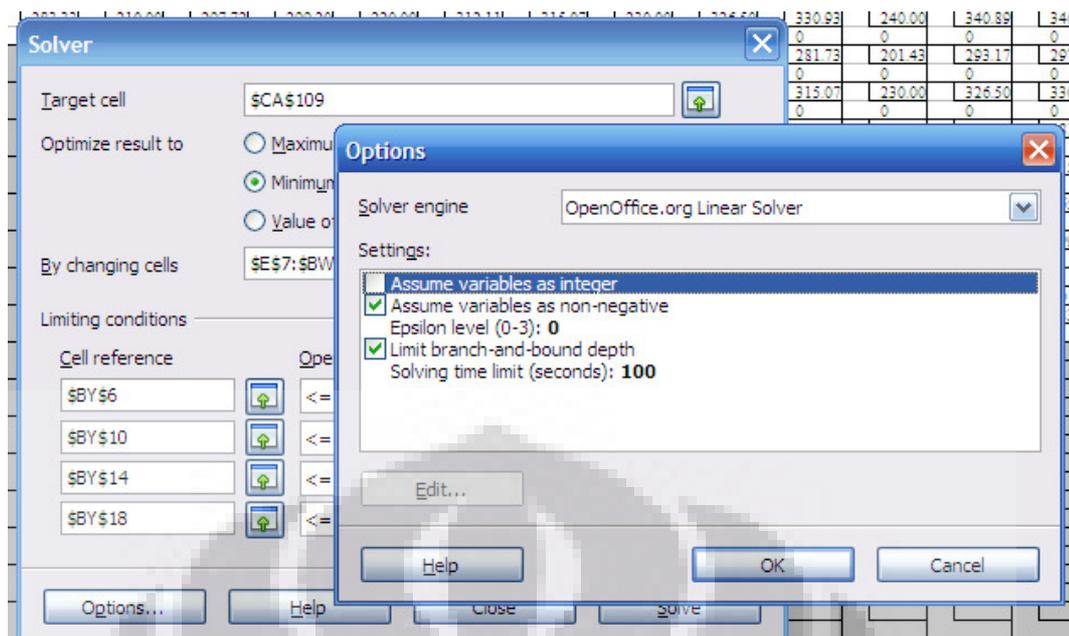
The screenshot shows the 'Tools' menu open in the spreadsheet application. The 'Solver...' option is highlighted. The spreadsheet in the background shows a production planning model with columns for months (JAN to AGU) and rows for products (PRODUKSI). The data is organized into a grid with various numerical values. The status bar at the bottom indicates 'Sheet 2 / 3', 'Page Size: 488', and 'Sum=0'.

Gambar 4.3 Penggunaan Menu *Solver* pada *Open Office 3.2*

Di dalam fungsi *Solver*, seluruh batasan dan fungsi tujuan yang terdapat dalam model matematis sebelumnya akan dimasukkan. Fungsi tujuan yang dimasukkan adalah meminimalkan biaya, sedangkan batasan yang dimasukkan adalah batasan kapasitas dan batasan permintaan. Menu *Option* pada jendela *solver* mengatur beberapa hal yang diperlukan dalam menjalankan model. Tiga opsi yang tersedia adalah penetapan variabel sebagai bilangan bulat, penetapan variabel sebagai bilangan non-negatif, dan pembatasan lama waktu pemecahan model. Opsi yang dipilih adalah opsi kedua dan ketiga. Opsi pertama tidak dipilih karena variabel yang diperoleh tidak harus berupa bilangan bulat. Opsi kedua dipilih karena model memiliki fungsi tujuan meminimumkan, sehingga diperlukan batasan bawah variabel. Opsi ketiga dipilih untuk membatasi lama pemrosesan model. Gambar 4.4 menunjukkan jendela *Solver* yang telah diisi dengan batasan dan fungsi tujuan, sedangkan gambar 4.5 menampilkan menu *Option* yang terdapat dalam *Solver*.



Gambar 4.4 Tampilan Jendela *Solver* pada *Open Office 3.2*



Gambar 4.5 Tampilan Menu Option pada Open Office 3.2

Setelah selesai mengatur pilihan pada *menu Option*, maka model sudah bisa dijalankan dengan memilih *Solve*.

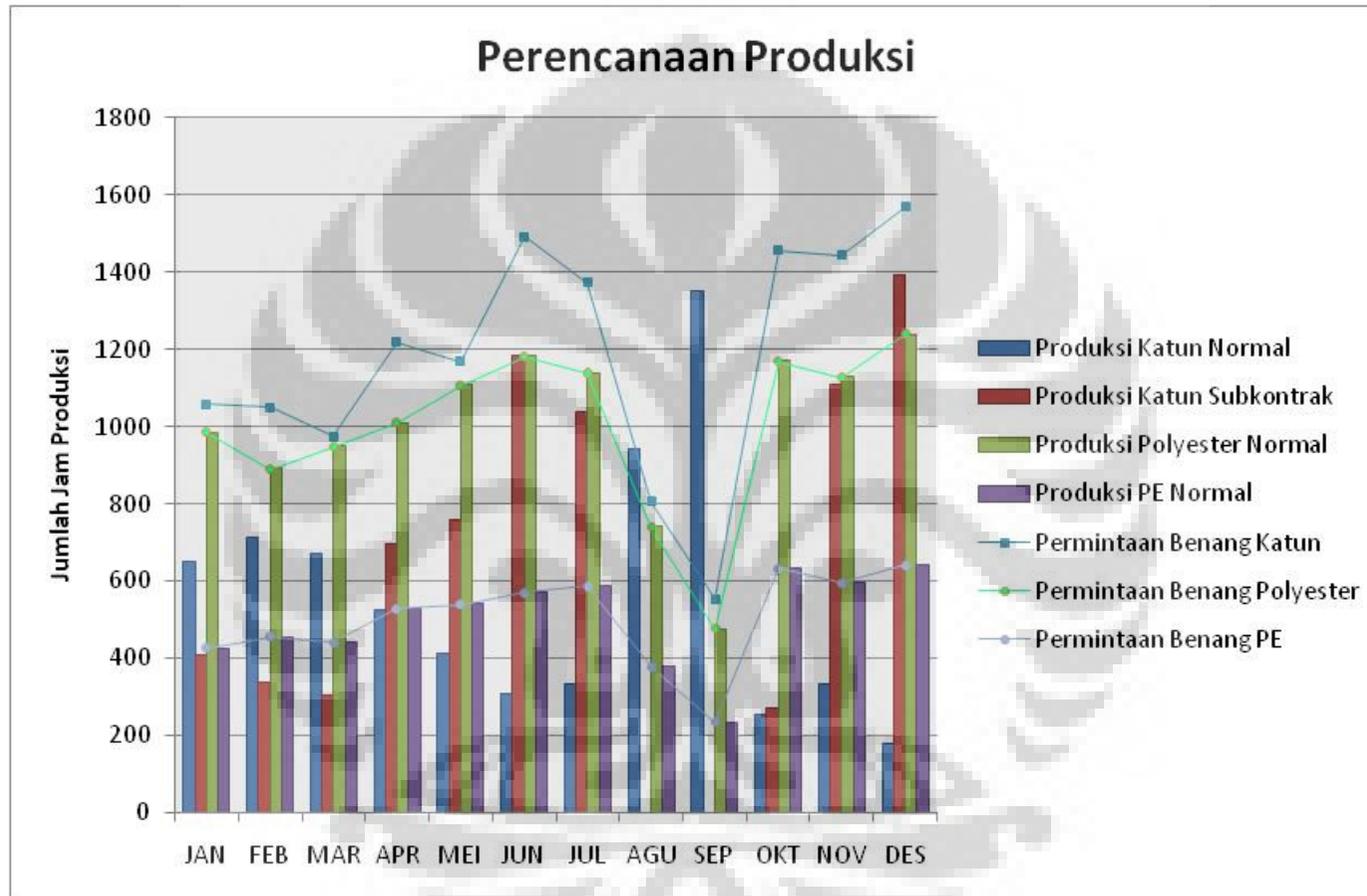
4.2.2.3 Analisis Strategi Produksi Perusahaan

Setelah melakukan perhitungan dengan *aggregate production planning* dengan menggunakan fungsi *Solver* yang terdapat pada *Open Office 3.2*, maka didapatkanlah total biaya produksi perusahaan yang dapat dicapai bila perusahaan menerapkan perencanaan produksi yang optimal, yaitu sebesar Rp 7.162.328.571,43 untuk memenuhi permintaan 803,7 ton benang selama 1 tahun. Jika dihitung rata-ratanya untuk seluruh jenis benang, maka biaya produksi yang dihasilkan adalah Rp 8.911,69 untuk tiap kilogram benang yang diproduksi. Tabel 4.12, tabel 4.13, dan gambar 4.6 menunjukkan rincian rencana produksi bulanan yang dihasilkan oleh model. Seluruh hasil pengolahan ditampilkan dalam satuan jam produksi

Tabel 4.12 Perencanaan Produksi Bulanan Hasil Pengolahan Model

Tabel 4.13 Tingkat Persediaan dan Kapasitas Tidak Terpakai Hasil Pengolahan Model





Gambar 4.6 Grafik Perencanaan Produksi Bulanan Hasil Pengolahan Model

Dari perencanaan produksi tersebut, terdapat beberapa hal yang dapat dianalisis dan dijadikan acuan umum bagi perusahaan untuk melakukan perencanaan produksi dengan baik. Beberapa hal tersebut adalah :

1. Hasil perencanaan produksi pada model tidak pernah melakukan produksi subkontrak pada produksi benang *polyester* dan benang *PE*. Hal ini disebabkan oleh selisih biaya produksi normal dan subkontrak yang lebih besar pada benang *polyester* dan benang *PE* (Rp 33.333,33/1 jam produksi) dibandingkan dengan benang katun (Rp 28.571,43/1 jam produksi).
2. Hasil perencanaan produksi pada model memprioritaskan produksi pada benang *polyester* dan benang *PE*, lalu produksi normal benang katun, dan produksi subkontrak benang katun pada prioritas terakhir. Hal ini berkaitan dengan lebih tingginya biaya produksi subkontrak daripada produksi normal pada benang katun dan tidak dilakukannya produksi subkontrak pada benang *polyester* dan benang *PE*
3. Hasil perencanaan produksi pada model melakukan produksi penuh sepanjang tahun, sehingga tidak ada kapasitas produksi yang tidak terpakai. Perencanaan produksi pada model tersebut tetap melakukan produksi penuh pada bulan Agustus dan September walaupun tingkat permintaan menurun. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi kembali meningkatnya permintaan produksi pada bulan Oktober sampai dengan Desember
4. Hasil perencanaan produksi pada model melakukan penumpukan persediaan pada benang katun pada saat tingkat permintaan rendah, yaitu pada bulan Agustus sebanyak 135 jam produksi katun, dan pada bulan September sebanyak 930 jam produksi katun. Hal ini dikarenakan lebih rendahnya biaya persediaan per bulan pada benang katun (Rp 10.000,00/1 jam produksi) dibandingkan dengan benang *polyester* (Rp 14.388,89/1 jam produksi) dan benang *PE* (Rp 15.886,67/1jam produksi)

4.2.3 Perhitungan dan Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi

4.2.3.1 Analisis Perbandingan Tingkat Kapasitas Produksi terhadap Total Biaya Produksi

Sebelum melakukan analisis terhadap opsi penambahan kapasitas produksi, perlu dilakukan analisis perbandingan antara tingkat kapasitas produksi yang dimiliki dengan total biaya produksi yang dihasilkan. Hal ini penting dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai hubungan kedua hal tersebut dalam model *aggregate production planning* yang akan digunakan.

Perbandingan akan dilakukan dengan memasukkan beberapa tingkat kapasitas produksi ke dalam model *aggregate production planning* yang telah dibuat sebelumnya. Tingkat kapasitas yang dimasukkan memiliki rentang antara 1800 jam produksi sampai 3500 jam produksi, dengan selisih 50 jam produksi, sehingga diperoleh 35 tingkat kapasitas produksi. Seluruh tingkat kapasitas produksi tersebut akan dimasukkan ke dalam model sehingga didapatkan total biaya produksi untuk masing-masing tingkat kapasitas produksi tersebut.

Tabel 4.14 menunjukkan perbandingan nilai biaya total, kapasitas tidak terpakai, dan produksi subkontrak pada beberapa tingkat kapasitas produksi.

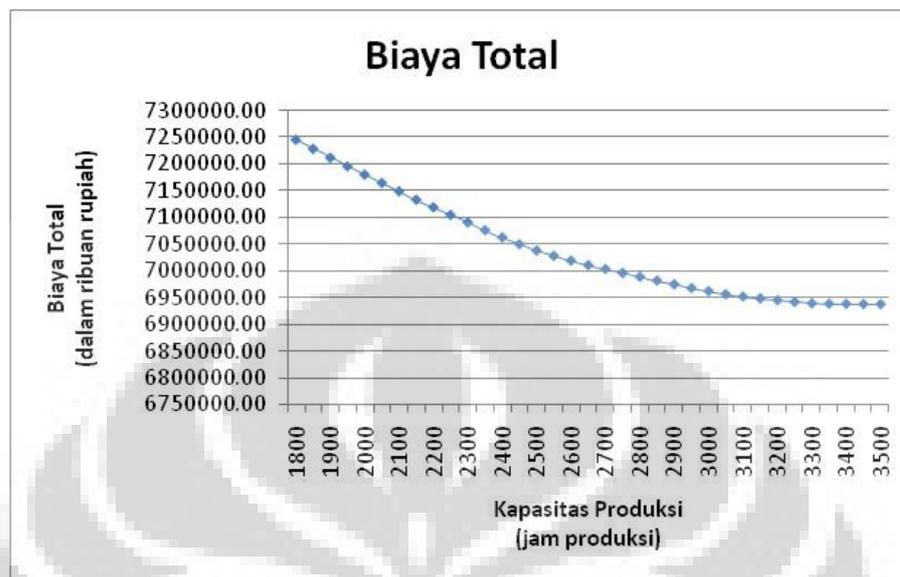
Tabel 4.14 Perbandingan Beberapa Tingkat Kapasitas Produksi

Tabel 4.14 Perbandingan Beberapa Tingkat Kapasitas Produksi (lanjutan)

Beberapa perubahan yang dapat diamati seiring meningkatnya tingkat kapasitas produksi adalah :

- Biaya total produksi semakin menurun. Hal ini diakibatkan semakin berkurangnya penggunaan produksi subkontrak sebagai sumber produksi perusahaan
- Kapasitas tidak terpakai akan mulai muncul pada suatu tingkat kapasitas tertentu dan akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kapasitas produksi
- Pemakaian produksi subkontrak akan terus menurun seiring peningkatan kapasitas dan mencapai angka nol setelah seluruh permintaan dapat dipenuhi dengan produksi normal

Gambar 4.7 menampilkan visualisasi hubungan antara tingkat kapasitas produksi dengan biaya total dalam bentuk grafik.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Kapasitas Produksi dengan Biaya Produksi

Dari gambar di atas, kita dapat melihat bahwa grafik yang dihasilkan semakin landai seiring dengan penambahan kapasitas produksi. Pada titik tertentu, grafik sudah membentuk garis horizontal, sehingga penambahan kapasitas produksi sudah tidak lagi menurunkan total biaya.

4.2.3.2 Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi pada Tingkat Permintaan Normal

Setelah mendapatkan gambaran mengenai perbandingan kapasitas produksi terhadap biaya total produksi, maka dilakukanlah analisis opsi penambahan kapasitas produksi yang tepat dilakukan. Pada bagian ini, analisis opsi penambahan kapasitas produksi akan dilakukan pada tingkat permintaan normal, sedangkan pada bagian selanjutnya, analisis opsi penambahan kapasitas produksi akan diujicobakan pada beberapa skenario tingkat permintaan.

Analisis akan dilakukan dengan menggunakan metode IRR (*Internal Rate of Return*). Metode ini akan membandingkan kemampuan pengembalian dana investasi dari beberapa opsi penambahan kapasitas yang ada.

Seperti telah disebutkan pada bab 3, saat ini perusahaan memiliki dua opsi penambahan kapasitas produksi. Tabel 4.15 menunjukkan biaya investasi yang harus dikeluarkan dan besarnya penambahan kapasitas produksi yang dihasilkan dari kedua opsi tersebut

Tabel 4.15 Opsi Pembelian Mesin

Penambahan kapasitas produksi tersebut akan dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning*. Saat ini perusahaan beroperasi dengan mesin yang memiliki lot produksi 100 kilogram. Untuk menyesuaikan dengan model yang telah dibuat, maka penambahan kapasitas produksi dengan mesin A diasumsikan sebagai penambahan 5,4 mesin, sedangkan penambahan kapasitas produksi dengan mesin B diasumsikan sebagai penambahan 3,24 mesin. Penambahan kapasitas produksi dengan mesin A akan menambah kapasitas produksi menjadi 3912 jam produksi, sedangkan penambahan kapasitas produksi dengan mesin B akan menambah kapasitas produksi menjadi 3171 jam produksi. Tabel 4.16 menunjukkan nilai biaya total, kapasitas tidak terpakai, dan produksi subkontrak yang didapatkan dari penambahan kapasitas produksi dengan mesin A dan penambahan kapasitas produksi dengan mesin B.

Tabel 4.16 Hasil *Aggregate Production Planning* pada Berbagai Opsi

Penambahan mesin A akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 224.678.571,43 per tahun, sedangkan penambahan mesin B akan

menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 215.210.000,00 per tahun. Penjelasan aliran uang (*cashflow*) dan perhitungan nilai IRR dari setiap opsi penambahan kapasitas produksi disajikan pada tabel 4.17. Perhitungan akan mengasumsikan masa pakai mesin adalah 10 tahun dan mesin tidak memiliki nilai jual pada akhir masa pakainya.

Tabel 4.17 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Berbagai Opsi



Perhitungan IRR berdasarkan aliran uang pada tabel 4.17 menunjukkan bahwa investasi pada mesin B (14,52%) memberikan imbal hasil yang lebih tinggi daripada investasi pada mesin A (9,68%). Lebih jauh lagi, imbal hasil yang diberikan oleh investasi pada mesin B memiliki nilai yang lebih tinggi daripada nilai suku bunga yang berlaku saat ini (6,5%), sehingga investasi berupa pembelian mesin B layak untuk dilakukan. Rincian perencanaan produksi pada keadaan penambahan kapasitas produksi melalui opsi A dan opsi B dapat dilihat pada bagian lampiran.

4.2.3.3 Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi pada Beberapa Tingkat Permintaan Berbeda

Analisis opsi penambahan kapasitas pada bagian sebelumnya dilakukan berdasarkan data historis permintaan tahun 2009. Padahal, tinjauan perhitungan

yang dilakukan memiliki rentang waktu hingga 10 tahun, yang mana sangat mungkin terjadi perubahan tingkat permintaan selama periode tersebut.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, dilakukanlah analisis opsi penambahan kapasitas produksi pada beberapa tingkat permintaan berbeda. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan opsi penambahan kapasitas terbaik yang fleksibel diterapkan pada beberapa tingkat permintaan.

Tingkat permintaan yang akan dimasukkan ke dalam perhitungan model *aggregate production planning* adalah menurun 20%, menurun 10%, meningkat 10%, meningkat 20%, dan meningkat 30%. Tingkat permintaan tersebut akan tetap untuk sepanjang tinjauan penelitian, yaitu 10 tahun.

a. Tingkat permintaan menurun 20%

Tabel 4.18 menunjukkan jumlah permintaan jika tingkat permintaan menurun 20%.

Tabel 4.18 Tingkat Permintaan dengan Penurunan Sebesar 20%

Tingkat permintaan tersebut dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning*. Tabel 4.19 menunjukkan nilai biaya total, kapasitas tidak terpakai, dan produksi subkontrak yang didapatkan dari perhitungan pada kondisi awal, penambahan opsi A, dan penambahan opsi B

Tabel 4.19 Hasil *Aggregate Production Planning* pada Penurunan Permintaan Sebesar 20%

Penambahan mesin A dan penambahan mesin B sama-sama akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 69.000.000,00 per tahun. Penjelasan aliran uang (*cashflow*) dan perhitungan nilai IRR dari setiap opsi penambahan kapasitas produksi disajikan pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Penurunan Permintaan Sebesar 20%

Perhitungan IRR berdasarkan aliran uang pada tabel 4.20 menunjukkan bahwa investasi pada mesin A (-11,52%) maupun pada mesin B (-7,69%) tidak memberikan imbal hasil yang memuaskan pada kondisi permintaan menurun sebesar 20%, sehingga keputusan yang sebaiknya dilakukan adalah menggunakan kapasitas produksi yang ada sekarang.

b. Tingkat permintaan menurun 10%

Tabel 4.21 menunjukkan jumlah permintaan jika tingkat permintaan menurun 10%.

Tabel 4.21 Tingkat Permintaan dengan Penurunan Sebesar 10%

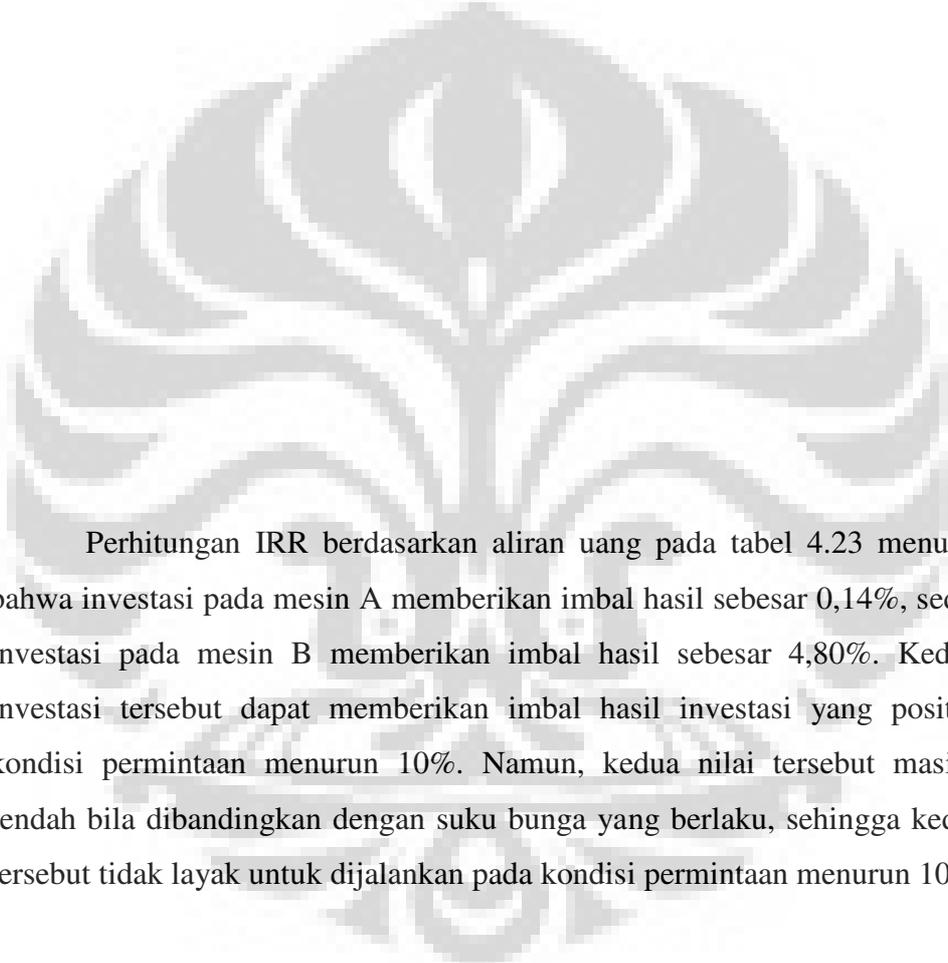
Tingkat permintaan tersebut dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning*. Tabel 4.22 menunjukkan nilai biaya total, kapasitas tidak terpakai, dan produksi subkontrak yang didapatkan dari perhitungan pada kondisi awal, penambahan opsi A, dan penambahan opsi B

Tabel 4.22 Hasil *Aggregate Production Planning* pada Penurunan Permintaan Sebesar 10%

Penambahan mesin A dan penambahan mesin B sama-sama akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 141.072.714,028 per tahun.

Penjelasan aliran uang (*cashflow*) dan perhitungan nilai IRR dari setiap opsi penambahan kapasitas produksi disajikan pada tabel 4.23

Tabel 4.23 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Penurunan Permintaan Sebesar 10%



Perhitungan IRR berdasarkan aliran uang pada tabel 4.23 menunjukkan bahwa investasi pada mesin A memberikan imbal hasil sebesar 0,14%, sedangkan investasi pada mesin B memberikan imbal hasil sebesar 4,80%. Kedua opsi investasi tersebut dapat memberikan imbal hasil investasi yang positif pada kondisi permintaan menurun 10%. Namun, kedua nilai tersebut masih lebih rendah bila dibandingkan dengan suku bunga yang berlaku, sehingga kedua opsi tersebut tidak layak untuk dijalankan pada kondisi permintaan menurun 10%.

c. Tingkat Permintaan Meningkat 10%

Tabel 4.24 menunjukkan jumlah permintaan jika tingkat permintaan meningkat 10%.

Tabel 4.24 Tingkat Permintaan dengan Peningkatan Sebesar 10%

Tingkat permintaan tersebut dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning*. Tabel 4.25 menunjukkan nilai biaya total, kapasitas tidak terpakai, dan produksi subkontrak yang didapatkan dari perhitungan pada kondisi awal, penambahan opsi A, dan penambahan opsi B.

Tabel 4.25 Hasil *Aggregate Production Planning* pada Peningkatan Permintaan Sebesar 10%

Penambahan mesin A akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 312.759.809,52 per tahun dan penambahan mesin B akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 269.089.380,95 per tahun. Penjelasan aliran uang (*cashflow*) dan perhitungan nilai IRR dari setiap opsi penambahan kapasitas produksi disajikan pada tabel 4.26

Tabel 4.26 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Peningkatan Permintaan Sebesar 10%

Perhitungan IRR berdasarkan aliran uang pada tabel 4.26 menunjukkan bahwa investasi pada mesin B (20,75%) memberikan imbal hasil yang lebih tinggi daripada investasi pada mesin A (18,11%). Lebih jauh lagi, imbal hasil yang diberikan oleh investasi pada mesin B memiliki nilai yang lebih tinggi daripada nilai suku bunga yang berlaku saat ini (6,5%), sehingga investasi berupa pembelian mesin B layak untuk dilakukan.

d. Tingkat Permintaan Meningkat 20%

Tabel 4.27 menunjukkan jumlah permintaan jika tingkat permintaan meningkat 20%.

Tingkat permintaan tersebut dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning*. Tabel 4.28 menunjukkan nilai biaya total, kapasitas tidak terpakai, dan produksi subkontrak yang didapatkan dari perhitungan pada kondisi awal, penambahan opsi A, dan penambahan opsi B.

Tabel 4.27 Tingkat Permintaan dengan Peningkatan Sebesar 20%**Tabel 4.28** Hasil *Aggregate Production Planning* pada Peningkatan Permintaan Sebesar 20%

Penambahan mesin A akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 400.769.030,16 per tahun dan penambahan mesin B akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 315.808.030,16 per tahun. Penjelasan aliran uang (*cashflow*) dan perhitungan nilai IRR dari setiap opsi penambahan kapasitas produksi disajikan pada tabel 4.29

Perhitungan IRR berdasarkan aliran uang pada tabel 4.29 menunjukkan bahwa investasi pada mesin A dan investasi pada mesin B memberikan imbal hasil yang hampir sama. Investasi pada mesin B memiliki imbal hasil yang sedikit lebih baik daripada investasi pada mesin A. Imbal hasil yang diberikan oleh investasi pada mesin B memiliki nilai yang lebih tinggi daripada nilai suku bunga yang berlaku saat ini (6,5%), sehingga investasi berupa pembelian mesin B layak untuk dilakukan.

Tabel 4.29 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Peningkatan Permintaan Sebesar 20%

e. Tingkat Permintaan Meningkat 30%

Tabel 4.30 menunjukkan jumlah permintaan jika tingkat permintaan meningkat 30%.

Tingkat permintaan tersebut dimasukkan ke dalam model *aggregate production planning*. Tabel 4.31 menunjukkan nilai biaya total, kapasitas tidak terpakai, dan produksi subkontrak yang didapatkan dari perhitungan pada kondisi awal, penambahan opsi A, dan penambahan opsi B.

Tabel 4.30 Tingkat Permintaan dengan Peningkatan Sebesar 30%

Tabel 4.31 Hasil *Aggregate Production Planning* pada Peningkatan Permintaan Sebesar 30%

Penambahan mesin A akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 469.938.156,34 per tahun dan penambahan mesin B akan menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp 350.546.442,06 per tahun. Penjelasan aliran uang (*cashflow*) dan perhitungan nilai IRR dari setiap opsi penambahan kapasitas produksi disajikan pada tabel 4.32

Tabel 4.32 Aliran Uang dan Nilai IRR pada Peningkatan Permintaan Sebesar 30%

Perhitungan IRR berdasarkan aliran uang pada tabel 4.32 menunjukkan bahwa investasi pada mesin A (31,38%) memberikan imbal hasil yang lebih tinggi daripada investasi pada mesin B (29,46%). Lebih jauh lagi, imbal hasil yang diberikan oleh investasi pada mesin A memiliki nilai yang lebih tinggi daripada

nilai suku bunga yang berlaku saat ini (6,5%), sehingga investasi berupa pembelian mesin A layak untuk dilakukan.

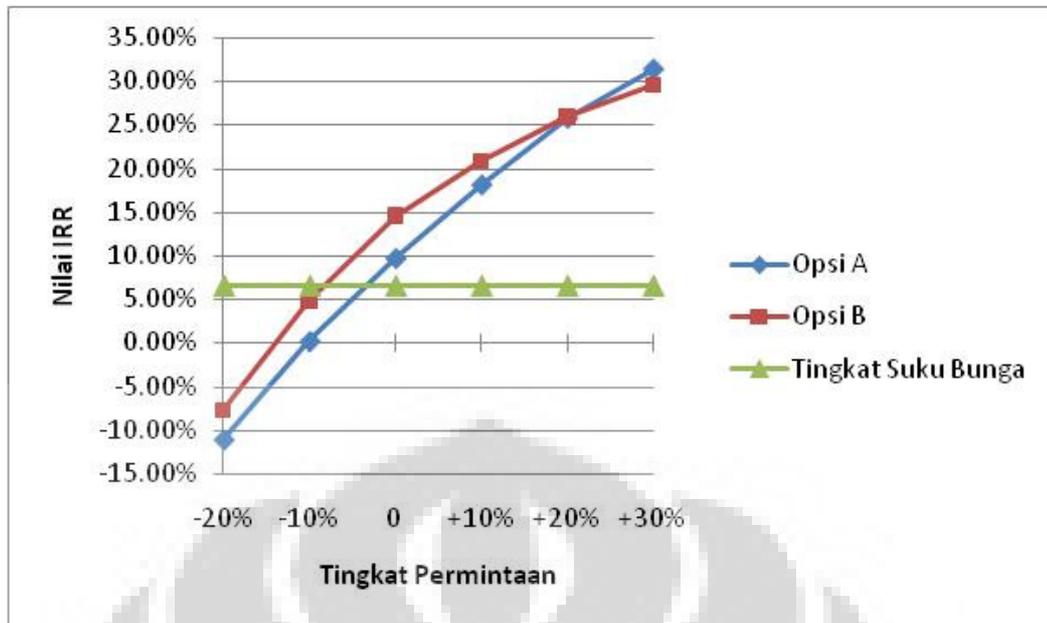
Berdasarkan seluruh perhitungan nilai IRR pada beberapa tingkat permintaan yang telah dilakukan, didapatkan pandangan yang lebih luas mengenai keputusan pemilihan opsi investasi mesin. Tabel 4.33 menunjukkan rangkuman seluruh perhitungan IRR yang telah dilakukan pada tingkat permintaan menurun 20%, menurun 10%, permintaan tetap, meningkat 10%, meningkat 20%, dan meningkat 30%

Tabel 4.33 Rangkuman Nilai IRR pada Berbagai Tingkat Permintaan

*) nilai IRR tertinggi

Secara umum, opsi A tepat dilakukan pada tingkatan permintaan yang lebih tinggi (meningkat 30%), opsi B tepat dilakukan pada tingkat permintaan yang menengah (permintaan normal, meningkat 10%, dan meningkat 20%), sedangkan tidak melakukan investasi sama sekali tepat dilakukan pada tingkat permintaan yang lebih rendah (menurun 20% dan menurun 10%). Gambar 4.8 menunjukkan visualisasi nilai IRR yang dihasilkan opsi A dan opsi B pada berbagai tingkat permintaan.

Dari gambar 4.8 dan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa opsi A tepat dilakukan untuk tingkat permintaan meningkat lebih dari 21%, opsi B tepat dilakukan untuk tingkat permintaan antara menurun 8% sampai meningkat 21%, sedangkan tidak melakukan investasi tepat dilakukan pada tingkat permintaan menurun lebih dari 8%. Nilai 8% dan 21% didapatkan dengan perkiraan kasar berdasarkan tabel 4.33 dan gambar 4.8. Kesimpulan pemilihan investasi dapat dilihat lebih jelas pada tabel 4.34.



Gambar 4.8 Grafik Nilai IRR pada Berbagai Tingkat Permintaan

Tabel 4.34 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Perubahan Tingkat Permintaan

4.2.3.4 Analisis Opsi Penambahan Kapasitas Produksi pada Beberapa Kondisi Peningkatan Produktivitas.

Sesuai dengan penjelasan pada bab 3, produktivitas yang dipakai dalam penelitian ini adalah 55%. Nilai produktivitas tersebut didapat dari hasil perhitungan kasar dan wawancara yang telah dilakukan dengan pihak perusahaan.

Untuk memperdalam hasil analisis, penelitian akan dikembangkan pada beberapa kondisi peningkatan produktivitas perusahaan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran efek peningkatan produktivitas perusahaan terhadap pemilihan opsi penambahan kapasitas produksi yang akan dilakukan.

Peningkatan produktivitas perusahaan akan ditinjau sampai pada nilai 70%, dengan tingkat kenaikan per 5%. Kenaikan produktivitas diasumsikan disebabkan oleh kegiatan-kegiatan perbaikan yang tidak menggunakan biaya, sehingga tidak terdapat biaya tambahan pada perhitungan model dalam keadaan penambahan produktivitas.

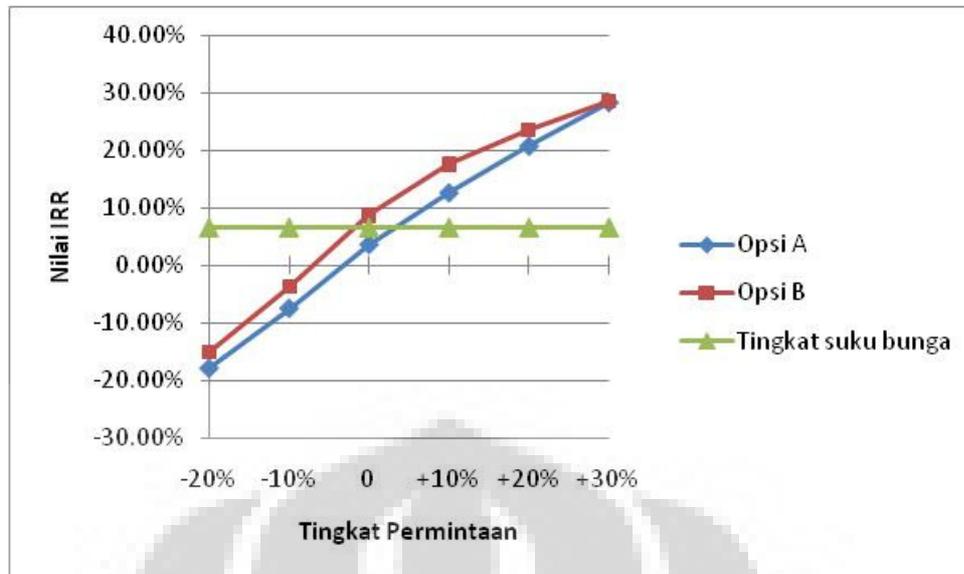
a. Tingkat Produktivitas 60%

Jika perusahaan mampu mencapai tingkat produktivitas 60%, maka kapasitas produksi yang dimiliki meningkat dari 2059 jam produksi menjadi 2246 jam produksi. Penggunaan opsi A dalam penambahan kapasitas produksi akan meningkatkan kapasitas produksi perusahaan menjadi 4268 jam produksi, sedangkan penggunaan opsi B akan meningkatkan kapasitas produksi perusahaan menjadi 3459 jam produksi.

Tabel 4.35 menunjukkan nilai IRR yang didapat dari perhitungan model *aggregate production planning* dengan tingkat produktivitas 60% pada beberapa tingkat permintaan

Tabel 4.35 Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 60%

Opsi A masih bukan merupakan opsi yang tepat sampai dengan tingkat permintaan tertinggi yang ditinjau (meningkat 30%). Opsi B tepat untuk dipilih pada kondisi tingkat permintaan normal, meningkat 10%, meningkat 20%, dan meningkat 30%, sedangkan tidak melakukan investasi tepat dipilih pada tingkat permintaan menurun 20% dan menurun 10%. Gambar 4.9 menunjukkan visualisasi nilai IRR yang dihasilkan pada beberapa tingkat permintaan dengan produktivitas 60%



Gambar 4.9 Grafik Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 60%

Dari gambar 4.9 dan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa opsi A bukan merupakan opsi yang baik bahkan sampai tingkat permintaan meningkat 30%, opsi B tepat dilakukan untuk tingkat permintaan antara menurun 2% sampai meningkat 30%, sedangkan tidak melakukan investasi tepat dilakukan pada tingkat permintaan menurun lebih dari 2%. Nilai 2% didapatkan dengan perkiraan kasar berdasarkan tabel 4.35 dan gambar 4.9. sedangkan 30% merupakan batas atas peninjauan peningkatan tingkat permintaan. Kesimpulan pemilihan investasi dapat dilihat lebih jelas pada tabel 4.36.

Tabel 4.36 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Tingkat Produktivitas 60%

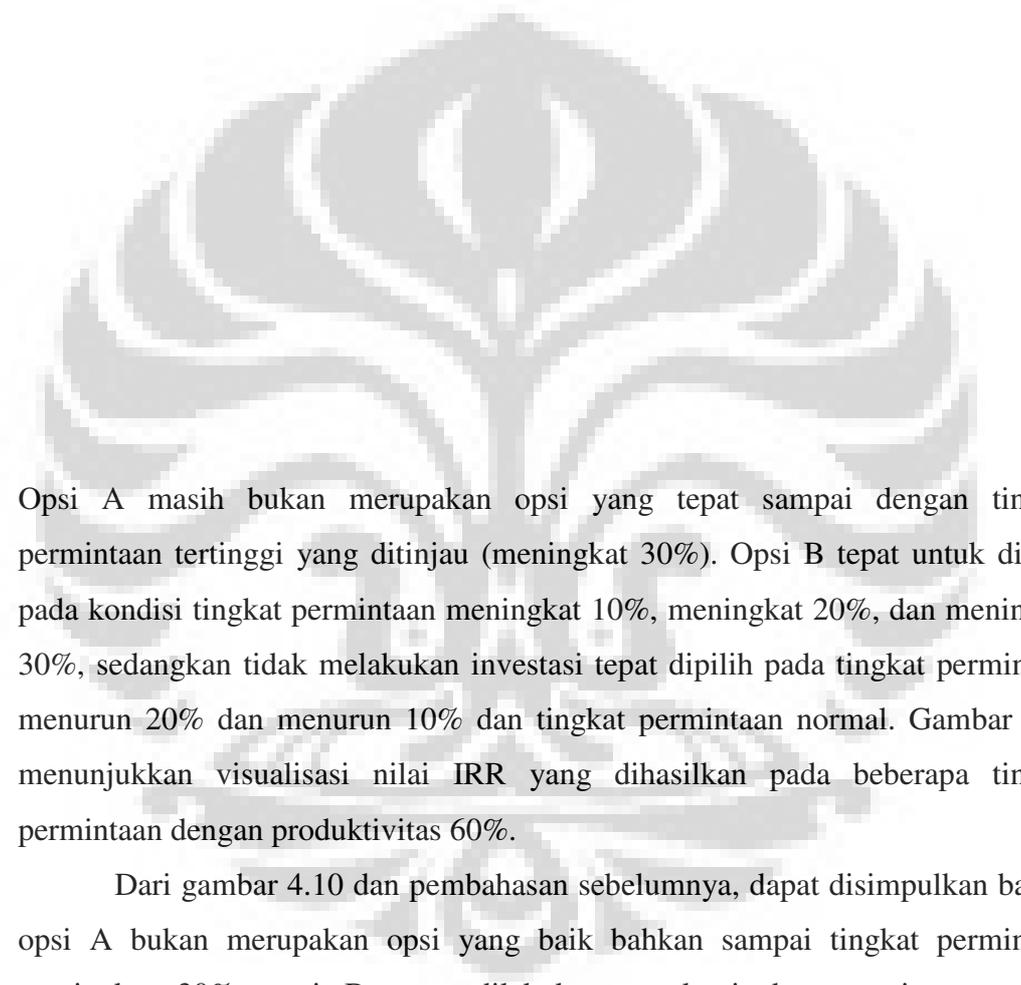
b. Tingkat Produktivitas 65%

Jika perusahaan mampu mencapai tingkat produktivitas 65%, maka kapasitas produksi yang dimiliki meningkat dari 2059 jam produksi menjadi 2433 jam produksi. Penggunaan opsi A dalam penambahan kapasitas produksi akan meningkatkan kapasitas produksi perusahaan menjadi 4623 jam produksi,

sedangkan penggunaan opsi B akan meningkatkan kapasitas produksi perusahaan menjadi 3747 jam produksi.

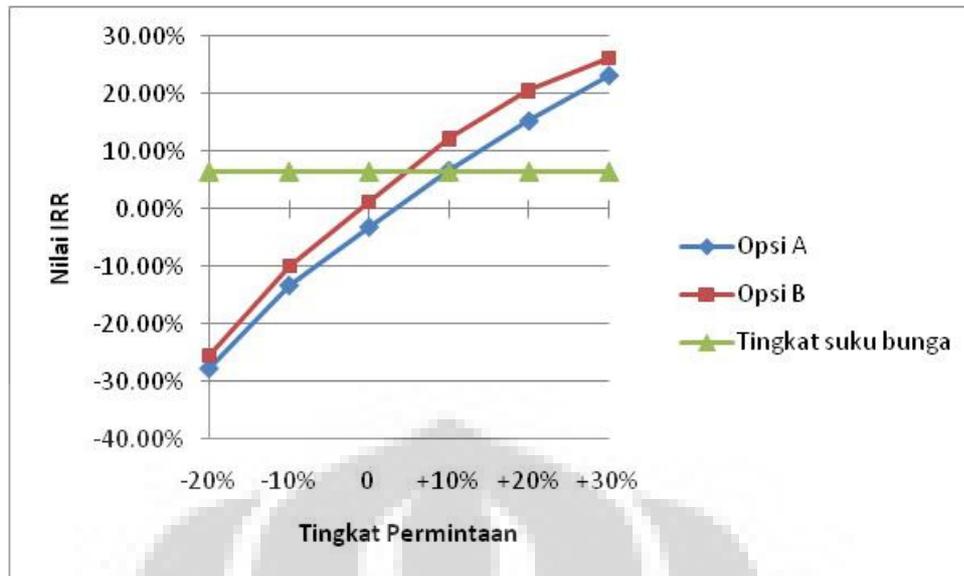
Tabel 4.37 menunjukkan nilai IRR yang didapat dari perhitungan model *aggregate production planning* dengan tingkat produktivitas 65% pada beberapa tingkat permintaan

Tabel 4.37 Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 65%



Opsi A masih bukan merupakan opsi yang tepat sampai dengan tingkat permintaan tertinggi yang ditinjau (meningkat 30%). Opsi B tepat untuk dipilih pada kondisi tingkat permintaan meningkat 10%, meningkat 20%, dan meningkat 30%, sedangkan tidak melakukan investasi tepat dipilih pada tingkat permintaan menurun 20% dan menurun 10% dan tingkat permintaan normal. Gambar 4.10 menunjukkan visualisasi nilai IRR yang dihasilkan pada beberapa tingkat permintaan dengan produktivitas 60%.

Dari gambar 4.10 dan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa opsi A bukan merupakan opsi yang baik bahkan sampai tingkat permintaan meningkat 30%, opsi B tepat dilakukan untuk tingkat permintaan antara meningkat 5% sampai meningkat 30%, sedangkan tidak melakukan investasi tepat dilakukan pada tingkat permintaan meningkat kurang dari 5% ataupun menurun.



Gambar 4.10 Grafik Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 65%

Nilai 5% didapatkan dengan perkiraan kasar berdasarkan tabel 4.37 dan gambar 4.10. sedangkan 30% merupakan batas atas peninjauan peningkatan tingkat permintaan. Kesimpulan pemilihan investasi dapat dilihat lebih jelas pada tabel 4.38.

Tabel 4.38 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Tingkat Produktivitas 65%

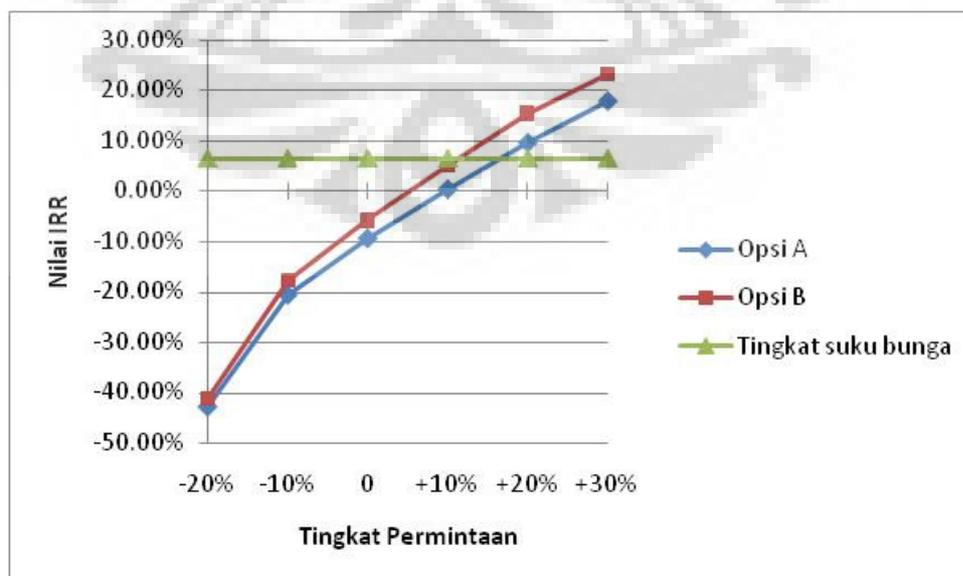
b. Tingkat Produktivitas 70%

Jika perusahaan mampu mencapai tingkat produktivitas 70%, maka kapasitas produksi yang dimiliki meningkat dari 2059 jam produksi menjadi 2620 jam produksi. Penggunaan opsi A dalam penambahan kapasitas produksi akan meningkatkan kapasitas produksi perusahaan menjadi 4979 jam produksi, sedangkan penggunaan opsi B akan meningkatkan kapasitas produksi perusahaan menjadi 4036 jam produksi.

Tabel 4.39 menunjukkan nilai IRR yang didapat dari perhitungan model *aggregate production planning* dengan tingkat produktivitas 70% pada beberapa tingkat permintaan

Tabel 4.39 Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 70%

Opsi A masih bukan merupakan opsi yang tepat sampai dengan tingkat permintaan tertinggi yang ditinjau (meningkat 30%). Opsi B tepat untuk dipilih pada kondisi tingkat permintaan meningkat 20% dan meningkat 30%, sedangkan tidak melakukan investasi tepat dipilih pada tingkat permintaan menurun 20% dan menurun 10%, tingkat permintaan normal, dan meningkat 10%. Gambar 4.11 menunjukkan visualisasi nilai IRR yang dihasilkan pada beberapa tingkat permintaan dengan produktivitas 70%.

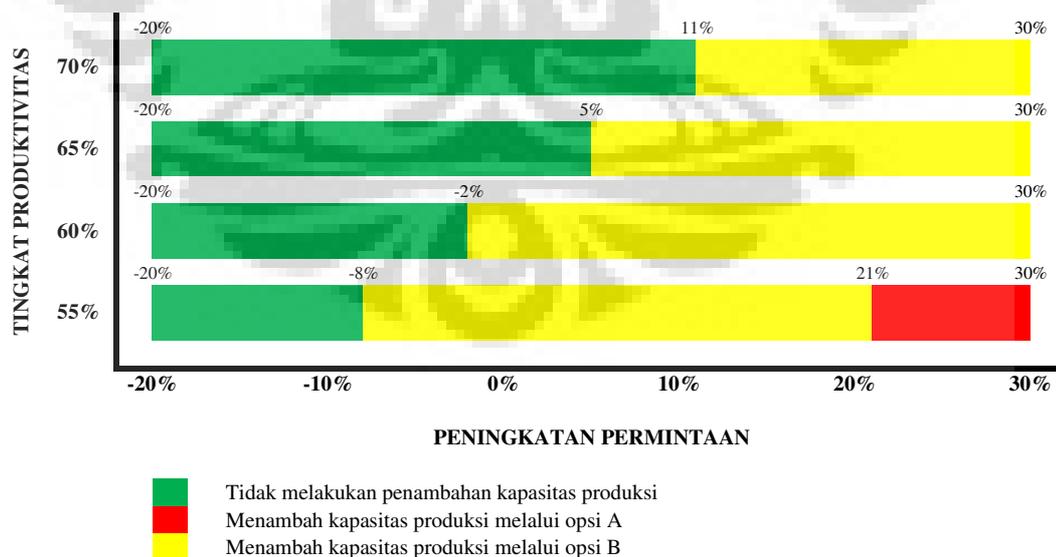


Gambar 4.11 Grafik Nilai IRR pada Tingkat Produktivitas 70%

Dari gambar 4.11 dan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa opsi A bukan merupakan opsi yang baik bahkan sampai tingkat permintaan meningkat 30%, opsi B tepat dilakukan untuk tingkat permintaan antara meningkat 11% sampai meningkat 30%, sedangkan tidak melakukan investasi tepat dilakukan pada tingkat permintaan meningkat kurang dari 11% ataupun menurun. Nilai 11% didapatkan dengan perkiraan kasar berdasarkan tabel 4.39 dan gambar 4.11. sedangkan 30% merupakan batas atas peninjauan peningkatan tingkat permintaan. Kesimpulan pemilihan investasi dapat dilihat lebih jelas pada tabel 4.40.

Tabel 4.40 Rekomendasi Pilihan Investasi pada Tingkat Produktivitas 70%

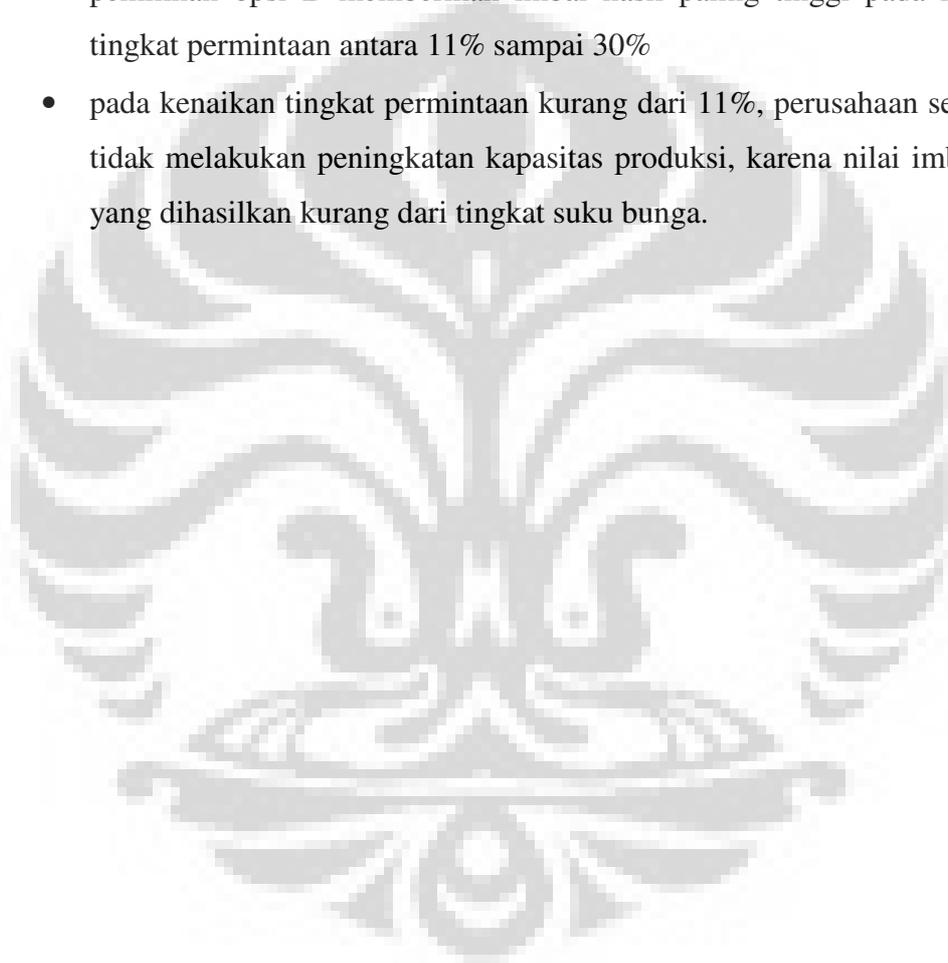
Berdasarkan keseluruhan skenario yang telah dibuat, maka dapat dilakukan pemilihan opsi penambahan kapasitas terbaik pada beberapa skenario yang ada yang ditunjukkan oleh gambar 4.12



Gambar 4.12 Pemilihan Opsi Terbaik pada Beberapa Tingkat Kapasitas Produksi dan Tingkat Permintaan

Pada gambar 4.12, dapat melihat bahwa semakin meningkatnya produktivitas perusahaan akan menyebabkan diperlukannya perubahan tingkat permintaan yang lebih tinggi agar masing-masing opsi dapat tetap menjadi opsi yang paling menguntungkan. Jika perusahaan sudah mampu mencapai tingkat produktivitas 70 %, maka :

- pemilihan opsi A sudah tidak menguntungkan lagi walaupun kenaikan tingkat permintaan sudah mencapai 30%.
- pemilihan opsi B memberikan imbal hasil paling tinggi pada kenaikan tingkat permintaan antara 11% sampai 30%
- pada kenaikan tingkat permintaan kurang dari 11%, perusahaan sebaiknya tidak melakukan peningkatan kapasitas produksi, karena nilai imbal hasil yang dihasilkan kurang dari tingkat suku bunga.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis perencanaan produksi yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Aggregate Production Planning*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Biaya produksi optimal yang dapat dicapai perusahaan untuk memenuhi permintaan 803,7 ton benang selama satu tahun adalah sebesar Rp 7.162.328.571,43. Biaya produksi yang optimal tersebut dapat dicapai apabila perusahaan menerapkan strategi produksi sebagai berikut :
 - Tidak melakukan subkontrak pada produksi benang *polyester* dan benang *poly-ethylene*
 - Mengurutkan prioritas produksi, mulai dari pada produksi secara normal benang untuk benang *polyester* dan benang *poly-ethylene*, lalu produksi secara normal untuk benang katun, serta produksi subkontrak benang katun pada prioritas terakhir
 - Melakukan produksi penuh sepanjang tahun, sehingga tidak terdapat kapasitas produksi yang tidak terpakai. Produksi penuh ini juga dilakukan bulan Agustus dan September walaupun tingkat permintaan menurun, sehingga dihasilkan persediaan untuk mengantisipasi meningkatnya kembali permintaan pada bulan-bulan selanjutnya
 - Melakukan penumpukan persediaan benang katun pada saat tingkat permintaan rendah
2. Analisis terhadap opsi penambahan kapasitas produksi menunjukkan :
 - Penggunaan mesin A (mesin dengan kapasitas produksi 540 kilogram seharga Rp 1.400.000.000,00) sebagai opsi penambahan kapasitas produksi akan menghasilkan penghematan biaya produksi sebesar Rp 224.678.571,43 per tahun, sehingga *rate of return* yang diperoleh dari investasi mesin A adalah 9,68%

- Penggunaan mesin B (mesin dengan kapasitas produksi 324 kilogram seharga Rp 1.100.000.000,00) sebagai opsi penambahan kapasitas produksi akan menghasilkan penghematan biaya produksi sebesar Rp 215.210.000,00 per tahun, sehingga *rate of return* yang diperoleh dari investasi mesin B adalah 14,52%

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perusahaan sebaiknya memilih penggunaan mesin B sebagai opsi penambahan kapasitas produksi karena memiliki *rate of return* yang lebih tinggi daripada penggunaan mesin A.

3. Perubahan tingkat permintaan sangat berpengaruh terhadap pemilihan opsi penambahan kapasitas produksi yang tepat. Analisis opsi penambahan kapasitas yang dilakukan pada perubahan tingkat permintaan menurun 20% sampai dengan meningkat 30% menunjukkan :

- Penggunaan mesin A sebagai opsi penambahan kapasitas produksi menghasilkan *rate of return* paling tinggi pada peningkatan permintaan lebih dari 21%
- Penggunaan mesin B sebagai opsi penambahan kapasitas produksi menghasilkan *rate of return* paling tinggi pada kondisi antara permintaan menurun 8% sampai meningkat 21%
- Pada kondisi permintaan menurun lebih dari 8%, perusahaan sebaiknya tidak melakukan penambahan kapasitas produksi karena *rate of return* yang diperoleh lebih rendah daripada tingkat suku bunga

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perusahaan sebaiknya melakukan peramalan permintaan untuk mendapatkan proyeksi permintaan yang akurat, sehingga didapatkan opsi penambahan kapasitas yang paling menguntungkan pada perubahan tingkat permintaan yang akan terjadi di masa mendatang.

4. Tingkat produktivitas yang mampu dicapai oleh perusahaan sangat mempengaruhi pemilihan opsi penambahan kapasitas yang tepat untuk dilakukan. Analisis opsi penambahan kapasitas produksi dilakukan pada tingkat produktivitas 55%, 60%, 65%, dan 70% menunjukkan bahwa pada peningkatan produktivitas hingga mencapai 70%, maka :

- pemilihan opsi A sudah tidak menguntungkan lagi walapun kenaikan tingkat permintaan yang terjadi sudah mencapai 30%.
- pemilihan opsi B memberikan *rate of return* paling tinggi pada kenaikan tingkat permintaan antara 11% sampai 30%
- pada kenaikan tingkat permintaan kurang dari 11%, perusahaan sebaiknya tidak melakukan peningkatan kapasitas produksi, karena *rate of return* yang dihasilkan kurang dari tingkat suku bunga.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perusahaan sebaiknya melakukan upaya peningkatan produktivitas terlebih dahulu sebelum melakukan investasi penambahan kapasitas produksi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan opsi penambahan kapasitas produksi yang paling menguntungkan pada tingkat produktivitas yang mampu dicapai oleh perusahaan.

5.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

- Penelitian ini memperhitungkan sensitivitas tingkat produktivitas dengan penerapan beberapa skenario peningkatan produktivitas. Peningkatan produktivitas yang dapat dilakukan diasumsikan tidak membutuhkan biaya investasi tambahan. Untuk mendapatkan perhitungan yang lebih akurat, diperlukan pemahaman yang lebih mendalam mengenai langkah-langkah peningkatan produktivitas yang dapat dilakukan oleh perusahaan beserta biaya investasi yang dapat ditimbulkan pada peningkatan produktivitas tersebut
- Penelitian ini memperhitungkan sensitivitas tingkat permintaan dengan penerapan beberapa skenario peningkatan permintaan. Untuk mendapatkan pemilihan opsi penambahan kapasitas produksi yang lebih tepat, diperlukan peramalan permintaan untuk setiap jenis produk pada tahun-tahun yang mendatang, sehingga didapatkan penentuan opsi penambahan kapasitas produksi yang dapat langsung dijalankan oleh perusahaan

DAFTAR REFERENSI

- Arnold, J.R. Tony and Stephen N. Chapman. Introduction To Materials Management Fifth Edition. New Jersey : Pearson Prentice Hall. 2004
- Ballou, Ronald H.. Business Logistics / Supply Chain Management Fifth Edition. New Jersey : Pearson Prentice Hall. 2004
- Fredendall, Lawrence D. And Ed Hill. Basic Of Supply Chain Management. USA : CRC Press LLC. 2001
- <http://www.bi.go.id/web/id/moneter/bi+rate/data+bi+rate> , 2 Juni 2010
- Gallego, Guilermo. Production Management Lecture 5. 2001
- Graves, Stephen C. Manufacturing Planning And Control. Massachusetts Institute of Technology. 1999
- Horngren, Charles T. And Friends. Cost Accounting A Managerial Emphasis 13th Edition. New Jersey : Pearson Prentice Hall. 2009
- Methodology Of Calculating Inventory Carrying Costs. New Jersey : REM Associates Management Consultants.
- Mouli, Chandra KVV and Friends. Optimal Production Planning Under Resource Constraints. Journal Of Scientific & Industrial Research Vol 65. 2006

| | | | JAN | | | FEB | | | MAR | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 649 | 984 | 426 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 408 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | | | | 712 | 891 | 456 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 338 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | | | | | | | 670 | 948 | 441 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 303 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | MEI | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | JUN | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | JUL | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | AGU | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | SEP | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

Kondisi Awal

| | | | APR | | | MEI | | | JUN | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 523 | 1008 | 528 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 695 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | | | | 412 | 1107 | 540 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 757 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | | | | | | | 307 | 1182 | 570 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 1184 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | AGU | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | SEP | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

| | | | JUL | | | AGU | | | SEP | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | 334 | 1137 | 588 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 1038 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | AGU | Normal | | | | 805 | 741 | 378 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SEP | Normal | | | | | | | 553 | 477 | 234 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

| | | | OKT | | | NOV | | | DES | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | AGU | Normal | 135 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SEP | Normal | 795 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | OKT | Normal | 256 | 1170 | 633 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NOV | Normal | | | | 334 | 1128 | 597 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 1108 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | DES | Normal | | | | | | | 178 | 1239 | 642 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 1390 | 0 | 0 |

| | | | JAN | | | FEB | | | MAR | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 1057 | 984 | 426 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | | | | 1050 | 891 | 456 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | | | | | | | 973 | 948 | 441 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | MEI | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | JUN | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | JUL | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | AGU | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | SEP | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

| | | | APR | | | MEI | | | JUN | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 1218 | 1008 | 528 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | | | | 1169 | 1107 | 540 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | | | | | | | 1491 | 1182 | 570 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | AGU | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | SEP | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

| | | | JUL | | | AGU | | | SEP | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | 1372 | 1137 | 588 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | AGU | Normal | | | | 805 | 741 | 378 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SEP | Normal | | | | | | | 553 | 477 | 234 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

| | | | OKT | | | NOV | | | DES | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | AGU | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SEP | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | OKT | Normal | 1456 | 1170 | 633 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NOV | Normal | | | | 1442 | 1128 | 597 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | DES | Normal | | | | | | | 1568 | 1239 | 642 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |

Lampiran 3 : Hasil Pengolahan Model Aggregate Production Planning pada Penambahan Mesin B

| | | | JAN | | | FEB | | | MAR | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 1057 | 984 | 426 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | | | | 1050 | 891 | 456 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | | | | | | | 973 | 948 | 441 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | MEI | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | JUN | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | JUL | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | AGU | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | SEP | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

Lampiran 3 : Hasil Pengolahan Model *Aggregate Production Planning* pada Penambahan Mesin B (lanjutan)

| | | | APR | | | MEI | | | JUN | | |
|-----------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 1218 | 1008 | 528 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | | | | 1169 | 1107 | 540 | 72 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | | | | | | | 1419 | 1182 | 570 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | AGU | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | SEP | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

| | | | JUL | | | AGU | | | SEP | | |
|-----------------|------------|------------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | 1372 | 1137 | 588 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | AGU | Normal | | | | 805 | 741 | 378 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SEP | Normal | | | | | | | 553 | 477 | 234 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | OKT | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | NOV | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |
| | DES | Normal | | | | | | | | | |
| | | Subkontrak | | | | | | | | | |

| | | | OKT | | | NOV | | | DES | | |
|-----------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | | | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE | Katun | Poly | PE |
| PRODUKSI | JAN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | FEB | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MAR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | APR | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | MEI | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUN | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | JUL | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | AGU | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SEP | Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | OKT | Normal | 1456 | 1170 | 633 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NOV | Normal | | | | 1442 | 1128 | 597 | 0 | 0 | 0 |
| | | Subkontrak | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | DES | Normal | | | | | | | 1568 | 1239 | 642 |
| | | Subkontrak | | | | | | | 0 | 0 | 0 |