

**PENDEKATAN PROGRAM DINAMIS UNTUK MENENTUKAN UKURAN
LOT PADA POLA PERMINTAAN BERFLUKTUATIF**

(Studi Kasus Pada Perusahaan Makanan Phia Deva)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



Oleh

Nama : **Ari Nugroho**

No. Mahasiswa : 04 522 247

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, Maret 2011



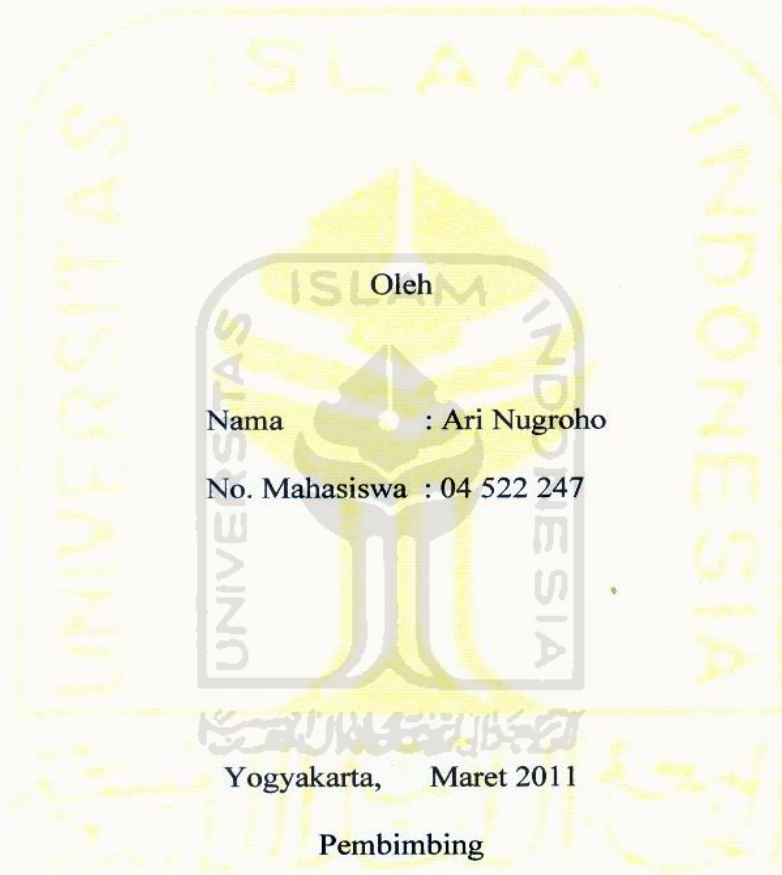
Ari Nugroho
04 522 247

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Pendekatan Program Dinamis Untuk Menentukan Ukuran Lot Pada Pola
Permintaan Berfluktuatif**

(Studi Kasus Pada Perusahaan Makanan Phia Deva)

TUGAS AKHIR



Nama : Ari Nugroho

No. Mahasiswa : 04 522 247

Yogyakarta, Maret 2011

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Elisa', is positioned above the name of the supervisor.

Ir. Elisa Kusrini, MT

**PENDEKATAN PROGRAM DINAMIS UNTUK MENENTUKAN UKURAN LOT
PADA POLA PERMINTAAN BERFLUKTUATIF**

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : **Ari Nugroho**

No. Mahasiswa : 04 522 247

**Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**

Yogyakarta, 30 Maret 2011

Tim Penguji

Ir. Elisa Kusrini, MT

Ketua

Hari Purnomo, Ir, MT, DR

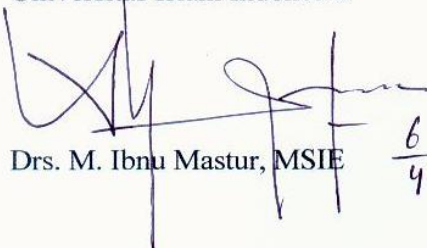
Anggota I

Yuli Agusti Rochman, ST.,M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia


Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE

$\frac{6}{4}$ 2011

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini untuk:

Ibu, Bapak, dan kakakku.

Terima kasih atas segala doa, kasih sayang, dan dukungannya.



MOTTO

” Orang- orang yang beriman dan hati mereka menjadi tentram dengan mengingat Allah, Ingatlah hanya dengan mengingat Allah hati mereka menjadi tentram. ”

(QS : Ar-Ra’d : 28)

“Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya jalan menuju Surga”

(HR, Muslim)

“Jika manusia mati terputuslah amalnya kecuali tiga: shadaqah jariyah, atau ilmu yang dia amalkan atau anak shalih yang mendoakannya.”

(HR, Muslim)

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan ; Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain ”

(Q.S. Alam Nasyrat ayat 6 dan7).

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT dengan rahmat dan rahim-Nya yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga sampai saat ini masih pada kondisi iman dan Islam. Dan dengan rahmat-Nya pula penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Pendekatan Program Dinamis Untuk Menentukan Ukuran Lot Pada Pola Permintaan Berfluktuatif”**.

Sholawat dan salam kita haturkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW beserta para sahabat dan generasi penerus yang senantiasa mengikuti risalahnya sampai akhir zaman.

Tugas Akhir ini wajib ditempuh oleh mahasiswa Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi Strata 1.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada :

1. Bapak Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Drs. H.M. Ibnu Mastur, MSIE, selaku Ka. Prodi Teknik Industri yang telah memberikan kesempatan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Elisa Kusrini, Ir, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

4. Ibu Anifah Mei Khati selaku pemilik perusahaan industri makanan Phia deva yang telah memberikan izin, waktu, dan segala sesuatu yang penulis butuhkan dalam penelitian ini.
5. Kedua orangtua yang selalu mendoakan kelancaran dan dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. Semua pihak yang telah memberi semangat dan segala masukan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan mahasiswa, dosen dan berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb



Yogyakarta, Maret 2011

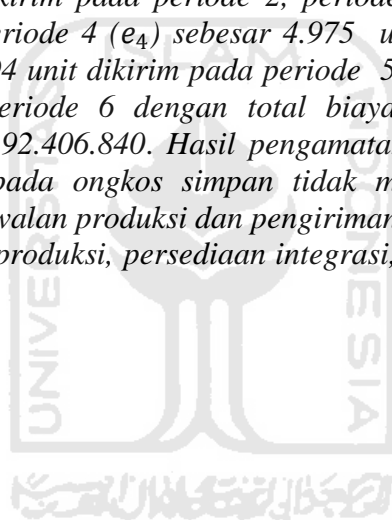
Penulis

Ari Nugroho

ABSTRAK

Perencanaan produksi yang matang sangat diperlukan agar dapat memperoleh hasil yang optimal. Permintaan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi perencanaan produksi, dan memiliki sifat yang tidak selalu tetap. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan model program dinamis untuk menentukan ukuran lot produksi dan jadwal pengiriman selama horison perencanaan beberapa periode pada sistem persediaan integrasi antara pamanufaktur dan pembeli dimana terjadi fluktuasi permintaan. Total ongkos persediaan melibatkan sistem persediaan pamanufaktur dan pembeli secara bersama. Program dinamis merupakan metode yang tepat sebagai formulasi perencanaan produksi multi periode. Model integrasi yang dikembangkan memiliki kapasitas produksi terbatas. Dari hasil analisis dengan menggunakan pendekatan metode forward dynamic programming maka diperoleh ukuran lot produksi untuk periode 1 (e_1) sebesar 5.078 unit dikirim pada periode 1, periode 2 (e_2) sebesar 4.856 unit dikirim pada periode 2, periode 3 (e_3) sebesar 4.916 unit dikirim pada periode 3, periode 4 (e_4) sebesar 4.975 unit dikirim pada periode 4, periode 5 (e_5) sebesar 4.994 unit dikirim pada periode 5 dan periode 6 (e_6) sebesar 5.081 unit dikirim pada periode 6 dengan total biaya produksi selama horison perencanaan sebesar Rp 192.406.840. Hasil pengamatan menunjukkan biaya setup yang lebih rendah dari pada ongkos simpan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penjadwalan produksi dan pengiriman produksi.

Kata kunci : Perencanaan produksi, persediaan integrasi, program dinamis, fluktuasi permintaan



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAKSI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN LITERATUR	8
2.1 Kajian Induktif	8
2.2 Kajian Deduktif	9



2.2.1	Pengertian Produksi	9
2.2.2	Pengendalian Produksi	9
2.2.3	Peramalan Produksi	11
2.2.3.1	Konsep Dasar Peramalan	11
2.2.3.2	Klasifikasi Teknik Peramalan	13
2.2.3.3	Klasifikasi Metode Peramalan	13
2.2.3.4	Faktor-Faktor Yang Dipertimbangkan Dalam Peramalan	14
2.2.3.5	Langkah-Langkah Dalam Peramalan	15
2.2.3.6	Kriteria Dasar Peramalan	16
2.2.4	Perencanaan Dan Manajemen Operasi	19
2.2.5	Akuntansi Biaya Dan Penentuan Laba Kontribusi	20
2.2.5.1	Perilaku Biaya	24
2.2.5.2	Pola Perilaku Biaya	25
2.2.6	Biaya- Biaya Persediaan	20
2.2.7	Lot Sizing	29
2.2.8	Program Dinamis	29
2.2.8.1	Program Dinamis Deterministik	32
2.2.8.2	Program Dinamis Deterministik	33
BAB III	METODE PENELITIAN	37
3.1	Objek Penelitian	37
3.2	Identifikasi Masalah	37
3.3	Data Yang Diperlukan	37
3.4	Metode Pengumpulan Data	38

3.5	Pengolahan Data	39
3.5.1	Penentuan Volume Produksi	39
3.5.2	Perhitungan Biaya Produksi	39
3.5.3	Fungsi Batasan	40
3.5.4	Pengembangan Model	41
3.5.4.1	Model Dasar	41
3.5.4.2	Pengembangan Model	43
3.6	Analisa Dan Pembahasan	47
3.7	Kesimpulan Dan Saran	47
3.8	Diagram Alur Penelitian	48
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	49
4.1	Pengumpulan Data	49
4.1.1	Profil Perusahaan	49
4.1.2	Data Umum Tenaga Kerja	50
4.1.3	Data Hasil Produksi	50
4.1.4	Bahan Baku	51
4.1.5	Proses Produksi	52
4.1.6	Data Pengamatan Waktu Proses	53
4.1.7	Daftar Harga Jual Produk	54
4.1.8	Data Biaya	54
4.1.8.1	Biaya Bahan Baku	54
4.1.8.2	Biaya Tenaga Kerja	56
4.1.8.3	Biaya <i>Overhead</i> Pabrik	57
4.2	Pengolahan Data	61

4.2.1	Peramalan	61
4.2.2	Perhitungan Biaya Produksi	64
4.2.2.1	Biaya Tenaga Kerja	64
4.2.2.2	Biaya <i>Overhead</i> Pabrik	67
4.2.2.2.1	Biaya <i>Overhead</i> Semivariabel	67
4.2.2.2.2	Biaya Simpan	68
4.2.3	Kontribusi Margin	70
4.2.4	Pengolahan Data Sesuai Dengan Model	71
4.2.4.1	Perhitungan Total Ongkos Sistem Terintegrasi	73
4.2.4.2	Perhitungan Biaya Minimum Yang Mungkin Dari Periode C sampai Dengan Periode E	75
4.2.4.3	Perhitungan Biaya Sistem Terintegrasi Yang Minimum Dari Periode 1 sampai Dengan Periode E	76
4.2.4.4	Analisa Ukuran Lot Dan Jadwal Pengiriman	77
4.2.5	Total Biaya Produksi	78
BAB V PEMBAHASAN		80
5.1	Analisis Perhitungan Biaya Minimum Yang Mungkin Dari Periode C sampai Dengan Periode E	80
5.2	Analisis Perhitungan Biaya Minimum Yang Mungkin Dari Periode C sampai Dengan Periode E	81
5.3	Analisis Perhitungan Biaya Sistem Terintegrasi Yang Minimum Dari Periode 1 Sampai Dengan Periode E	82
5.4	Analisa Ukuran Lot Dan Jadwal Pengiriman	82
5.5	Total Biaya Produksi	83

BAB VI PENUTUP	84
6.1 Kesimpulan	84
6.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola Data Peramalan	12
Gambar 2.2	Program Dinamis Deterministik	33
Gambar 2.3	Program Dinamis probabilistik	34
Gambar 2.4	Diagram Perhitungan Maju	36
Gambar 2.5	Diagram Perhitungan Mundur	36
Gambar 3.1	Hubungan Pemanufaktur dan Pembeli	44
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 4.1	Plot Data Penjualan	61
Gambar 4.2	Grafik Kontrol Kesalahan Peramalan	63



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Alternatif Fungsi Ongkos Z_{cme}	44
Tabel 4.1	Data Volume Penjualan	50
Tabel 4.2	Keutuhan Bahan Baku dan Bahan Pendukung	51
Tabel 4.3	Alat-Alat Yang Digunakan	53
Tabel 4.4	Waktu Proses	53
Tabel 4.5	Biaya Penyusun Harga Pokok Produksi	54
Tabel 4.6	Biaya Bahan Baku	56
Tabel 4.7	Biaya Penyusutan	58
Tabel 4.8	Biaya Bahan Penolong	60
Tabel 4.9	Biaya Listrik Dan Telepon	60
Tabel 4.10	Perhitungan Peramalan	62
Tabel 4.11	Perbandingan MAD, MSE, TR Setiap Metode	62
Tabel 4.12	Kesalahan Peramalan	63
Tabel 4.13	Hasil Peramalan	64
Tabel 4.14	Total Waktu Kerja Tenaga Kerja	65
Tabel 4.15	Data Kapasitas Produksi	65
Tabel 4.16	Perhitungan Biaya Overhead Semiveriabel	67
Tabel 4.17	Perhitungan Biaya Overhead Variabel	68
Tabel 4.18	Total Biaya Variabel	70
Tabel 4.19	Kontribusi Margin	71
Tabel 4.20	Data Permintaan	71
Tabel 4.21	Fraksi Ongkos Simpan	72
Tabel 4.22	Matriks Total Ongkos Sistem	75

Tabel 4.23	Matriks Alternatif Biaya Minimum Produksi	76
Tabel 4.24	Biaya Sistem Integrasi Minimum	77
Tabel 4.25	Ukuran Lot Produksi dan Jadwal Pengiriman Produk	77
Tabel 5.1	Matriks Total Ongkos Sistem	81
Tabel 5.2	Matriks Alternatif Biaya Minimum Produksi	81
Tabel 5.3	Biaya Sistem Integrasi Minimum	82
Tabel 5.4	Ukuran Lot Produksi dan Jadwal Pengiriman Produk	83



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan dunia industri yang sangat tinggi memunculkan berbagai jenis perusahaan, baik skala kecil, menengah maupun besar. Sehingga berakibat semakin tingginya tingkat persaingan antar perusahaan-perusahaan yang ada. Perkembangan Industri yang makin kompetitif saat ini, mengharuskan perusahaan untuk merencanakan atau menentukan volume produksi agar dapat memenuhi permintaan dengan tepat waktu dengan memperhatikan sumber daya yang dimiliki, tanpa mengurangi kualitas produk.

Perusahaan makanan Phia Deva dengan Phia yang menjadi produk utamanya adalah salah satu perusahaan yang terus berkembang dari tahun ke tahun. Peningkatan - peningkatan terus dilakukan, baik peningkatan teknologi peralatan, sumber daya manusia, maupun peningkatan mutu manajemennya. Salah satu usaha yang mendorong semakin berkembangnya perusahaan ini adalah dengan memperluas pemasarannya. Dengan merangkul toko oleh-oleh yang banyak tersebar di Yogyakarta sebagai agennya, hal ini telah memberikan dampak semakin dikenalnya Phia dan menjadi alternatif oleh-oleh khas Yogyakarta selain bakpia. Dengan adanya agen ini perusahaan juga telah dimudahkan dalam hal penjualan produknya. Namun dengan seiringnya perluasan pemasaran tentu mengakibatkan semakin banyaknya permintaan dan peningkatan jumlah agen. Pemenuhan kebutuhan konsumen adalah syarat mutlak bagi setiap perusahaan jika ingin memenangkan pasar. Setiap perusahaan akan

dihadapkan ancaman pada suatu kondisi tidak dapat memenuhi keinginan para pelanggannya. Pada kondisi nyata, permintaan konsumen sangat sulit untuk diketahui. Masalah yang kemudian timbul adalah terjadinya penentuan volume produksi yang tidak sesuai dengan sumber daya yang dimiliki perusahaan, serta ketidaksesuaian dengan jumlah permintaan dan persediaan yang diharapkan.

Persoalan mengenai penentuan volume produksi merupakan masalah yang sangat serius. Keberhasilan perencanaan dan pengendalian manufacturing membutuhkan perencanaan kapasitas yang efektif agar mampu memenuhi jadwal produksi yang ditetapkan. Kekurangan kapasitas akan menyebabkan kegagalan memenuhi target produksi, sedangkan kelebihan kapasitas akan memberikan dampak semakin bertambahnya persediaan produk. Hal ini mengakibatkan peningkatan jumlah biaya penyimpanan baik di tingkat perusahaan maupun agen.

Pengelolaan persediaan yang baik akan menjamin proses operasi hingga penyampaian produk ke tangan para konsumen. Nilai persediaan harus dicatat, digolongkan menurut jenisnya, kemudian dibuat perincian masing-masing barangnya dalam suatu periode yang bersangkutan. Umumnya permasalahan penentuan ukuran *lot* produksi memiliki asumsi bahwa permintaan bersifat kontinyu terhadap waktu. Padahal kondisi dilapangan, permintaan pada umumnya berfluktuasi. Robinson *et al.* (2009) menyatakan bahwa pola permintaan pembeli mempengaruhi model penentuan ukuran *lot* produksi pemanufaktur. Oleh karena itu, pada kondisi ini tidak tepat apabila dalam suatu horison perencanaan digunakan asumsi bahwa permintaan bersifat kontinyu dan terjadi secara pasti dengan laju konstan. Hal ini mengakibatkan model matematis dengan permintaan kontinyu dari Kim dan Ha (2003) menjadi tidak tepat. Oleh karena itu dibutuhkan suatu model penentuan ukuran *lot* produksi

pemanufaktur dengan permintaan berfluktuatif pada sistem yang terintegrasi antara pemanufaktur dengan pembeli (agen). Sebagaimana pernyataan Sipper & Bulfin (1998), apabila permintaan bersifat konstan atau kontinyu, maka model Lot Sizing Statis lebih tepat dipergunakan. Sedangkan apabila permintaan bersifat dummy, maka model Lot Sizing Dinamis yang lebih tepat dipergunakan.

Program Dinamis (*dynamic programming*) adalah metode matematis pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan langkah (*step*) atau tahapan (*stage*) sedemikian sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang sebagai optimalitas dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Perencanaan produksi multi periode seringkali diuraikan dan diformulasikan sebagai model program dinamis. Penelitian menerapkan program dinamis pernah dilakukan oleh Tri Fatmawati (2006) dalam “Analisa Kebutuhan dan Biaya Tenaga Optimal dengan Program Dinamis”. Kusuma Wardhani (2006) dalam penelitiannya “Penjadwalan Produksi dengan Pendekatan Metode Program Dinamis untuk Meminimasi Biaya Produksi”. Selanjutnya Docki Saraswati, Andi Cakravastia, Bermawi P. Iskandar, A. Hakim Halim, 2009. dalam jurnalnya meneliti “*Model Penentuan Ukuran Lot Produksi Dengan Pola Permintaan Berfluktuasi*”.

Berlatar belakang permasalahan tersebut maka akan dikembangkan pendekatan program dinamis untuk menentukan ukuran lot pada pola permintaan berfluktuatif. Dengan pendekatan ini perusahaan diharapkan dapat menentukan rencana produksi yang optimal sehingga dapat meminimasi biaya-biaya integrasi yang terjadi antara perusahaan dan agen.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahan dari penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Berapa jumlah ukuran lot yang meminimasi biaya sistem integrasi pada permintaan yang berfluktuatif selama periode perencanaan?
2. Kapan sebaiknya perusahaan melakukan produksi dan pengiriman produk untuk memenuhi permintaan selama periode perencanaan?
3. Berapa besarnya total biaya produksi selama periode perencanaan?

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pemecahan masalah tidak menyimpang dari tujuan semula dan menghindari kemungkinan meluasnya pembahasan dari yang seharusnya, sehingga dilakukan pembatasan-batasan permasalahan, sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di perusahaan makanan Phia Deva, Minomartani Sleman.
2. Penelitian difokuskan pada penentuan jumlah produk yang akan diproduksi, minimasi biaya produksi, penjadwalan produksi serta pengiriman produk.
3. Mekanisme operator diabaikan.
4. Seluruh asumsi, data maupun pembahasan sesuai model matematis yang diajukan. Metode yang digunakan adalah pendekatan forward dynamic programming dan tidak terjadi backordered.
5. Biaya tenaga kerja, biaya produksi, biaya bahan baku dan biaya-biaya lainnya diketahui.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah ukuran lot yang meminimasi biaya sistem integrasi pada permintaan yang berfluktuatif selama periode perencanaan.
2. Menentukan jadwal pengiriman produk untuk memenuhi permintaan selama periode perencanaan.
3. Mengetahui besarnya total biaya produksi selama periode perencanaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan khasanah ilmu pengetahuan khususnya pada ruang lingkup sistem produksi, perencanaan produksi dan optimalisasi.
2. Perusahaan dapat memproduksi produk secara tepat dan meminimumkan biaya produksi.
3. Dengan perencanaan produksi yang optimal maka kontribusi laba maksimum perusahaan dapat dicapai.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada tugas akhir ini akan disusun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat kajian singkat tentang latar belakang dilakukan kajian, permasalahan yang dihadapi, rumusan masalah yang dihadapi,

batasan yang ditemui, tujuan penelitian, hipotesis kalau ada, tempat penelitian dan objek penelitian, sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian di samping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV : PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisa yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub Bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V : PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI : KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisa yang dibuat dan rekomendasi atau saran – saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

- 1. Gambar**
- 2. Tabel**



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Perencanaan produksi adalah perencanaan dan pengorganisasian sebelumnya mengenai orang-orang, bahan-bahan, mesin dan peralatannya serta modal yang diperlukan untuk memproduksi barang-barang pada suatu periode tertentu dimasa yang akan datang sesuai dengan yang diperkirakan (Assauri. 1980: 127). Sedangkan menurut Gasperz (1998) perencanaan produksi merupakan suatu proses penetapan tingkat output manufaktur secara keseluruhan guna memenuhi tingkat penjualan yang direncanakan dan inventori yang diinginkan. Walaupun perusahaan tersebut memiliki sejumlah pesanan yang pasti per periode, namun perencanaan tetap perlu dilakukan untuk mengetahui kemampuan perusahaan dalam memenuhi seluruh pesanan untuk periode tertentu serta untuk mengetahui seberapa jumlah material bahan baku yang harus dipersiapkan, sehingga tidak melebihi kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan.

Dalam penelitian ini akan membahas tentang perencanaan produksi produk dan penjadwalan produksi untuk menghasilkan sejumlah output yang akan menghasilkan laba maksimum.

Kajian tentang kolaborasi manufaktur telah diteliti sebelumnya oleh Tri Fatmawati (2006) dalam “Analisa Kebutuhan dan Biaya Tenaga Optimal dengan Program Dinamis”. Pada tahun yang sama Kusuma Wardhani (2006) dalam penelitiannya “Penjadwalan Produksi dengan Pendekatan Metode Program Dinamis

untuk Meminimasi Biaya Produksi”. Selanjutnya Docki Saraswati, Andi Cakravastia, Bermawi P. Iskandar, A. Hakim Halim, 2009. dalam jurnalnya meneliti “Model Penentuan Ukuran Lot Produksi Dengan Pola Permintaan Berfluktuasi”

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan model program dinamis sebagai analisa pengambilan keputusan dalam perencanaan dan penjadwalan produksi yang diharapkan bisa menjadi acuan keputusan dalam menentukan perencanaan jumlah produksi yang tepat untuk mendapatkan keuntungan maksimal bagi perusahaan dalam memenuhi permintaan.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Pengertian Produksi

Istilah produksi sering dipergunakan dalam suatu organisasi yang menghasilkan keluaran atau output, baik berupa barang atau jasa. Secara umum, produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan input menjadi output secara optimal, sehingga dapat mencapai sasaran secara tepat waktu, tepat jumlah, tepat mutu dengan biaya yang lebih efisien. Berdasarkan batasan ini, kegiatan produksi terdapat pada pabrik pengolahan maupun manufaktur. (Assauri, 1993).

2.2.2 Pengendalian Produksi

Pengendalian produksi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan, baik mengenai jumlah, kualitas, harga, maupun waktunya. Sedangkan menurut Assauri (1993) pengendalian produksi dilakukan untuk menjamin apa yang telah ditetapkan dalam rencana produksi dapat terlaksana dan apabila terjadi penyimpangan dapat segera dikoreksi sehingga tidak

mengganggu pencapaian target produksi. Kegiatan-kegiatan operasi perusahaan ini perlu untuk diadakan pengendalian yang cukup baik, sehingga proses produksi dapat berhasil dengan baik. Pengendalian produksi bila ditinjau secara terperinci maka akan dapat terlihat masing-masing, yaitu : (Ahyari, 1992)

1. Pengendalian proses produksi

Pengendalian produksi ini akan menyangkut beberapa masalah tentang perencanaan dan pengawasan dari proses produksi dalam suatu perusahaan. Produk apa dan berapa yang akan diproduksi pada suatu periode yang akan datang, bagaimana penyelesaian produksinya, kapan proses tersebut seharusnya akan dimulai, dan kapan proses tersebut seharusnya sudah selesai, dan lain sebagainya.

2. Pengendalian bahan baku

Bahan baku dalam suatu perusahaan merupakan unsur yang sangat penting dalam perusahaan. Ketiadaan bahan baku dalam suatu perusahaan, akan berarti berhentinya proses produksi dari dalam perusahaan yang bersangkutan. Oleh karena itu, didalam perusahaan tersedianya persediaan bahan baku untuk keperluan proses produksi merupakan suatu hal yang mutlak diperlukan.

3. Pengendalian tenaga kerja

Tenaga kerja langsung yang benar-benar mengenai pelaksanaan produksi dalam suatu perusahaan ini akan mempunyai peranan yang cukup penting dalam penentuan baik dan buruknya kualitas produk perusahaan yang bersangkutan.

4. Pengendalian kualitas

Kualitas produk mempunyai peranan yang cukup penting didalam rangka usaha untuk mempertahankan kelangsungan hidup dari perusahaan. Berproduksi tanpa memperhatikan kualitas hasil produksinya, akan berakibat terancamnya kehidupan perusahaan tersebut pada masa yang akan datang.

5. Pengendalian biaya produksi

Biaya produksi yang dikeluarkan dalam perusahaan yang melaksanakan proses produksi dalam perusahaannya perlu untuk direncanakan dan dikendalikan sebaik-baiknya. Tingginya harga pokok produksi akan berakibat kepada tingginya harga pokok penjualan produk perusahaan, sehingga perusahaan akan mengalami berbagai kesulitan sehubungan dengan harga pokok penjualan yang tinggi tersebut.

6. Pengendalian pemeliharaan peralatan

Penggunaan sarana dan fasilitas produksi yang terus menerus, apabila tidak didukung dengan pemeliharaan yang memadai akan berakibat timbulnya kerusakan dari peralatan produksi yang dipergunakan tersebut dalam waktu yang relatif singkat.

2.2.3 Peramalan Produksi

2.2.3.1 Konsep Dasar Peramalan

Prakiraan atau peramalan merupakan seni dan ilmu dalam memprediksikan kejadian yang mungkin dihadapi pada masa yang akan datang. Dalam dunia usaha dan ekonomi, istilah prakiraan atau peramalan dipergunakan dalam beberapa bentuk istilah lain, seperti estimasi, prediksi, dan proyeksi.

Pengertian peramalan (*forecast*) adalah penggunaan data atau informasi untuk menentukan kejadian pada masa depan, dalam bentuk perhitungan atau prakiraan dari data yang lalu dan informasi yang lainnya untuk penentuan terlebih dahulu atau prakiraan.

Ada beberapa alasan yang mendasari diperlukan peramalan antara lain untuk menghindari kelebihan produksi (*over production*) yang dapat merugikan perusahaan dan juga adanya perbedaan waktu antara perencanaan dengan pelaksanaan perencanaan tersebut (Assauri, 1993). Lebih lanjut dapat dikatakan bahwa fungsi peramalan adalah sebagai suatu dasar bagi perencanaan, seperti dasar bagi perencanaan kapasitas, anggaran, perencanaan produksi, inventori dan sebagainya.

Oleh karena masing-masing metode peramalan berbeda-beda maka penggunaannya harus hati-hati terutama dalam pemilihan metode untuk penggunaan dalam kasus tertentu. pertimbangan ini dibutuhkan, karena tidak ada satu pun metode dari peramalan tersebut yang dapat dipergunakan secara universal untuk keadaan atau situasi. Disamping itu perlu pula diperhatikan bahwa peramalan selalu salah, dimana jarang sekali terjadi apa yang diperkirakan atau diramalkan tentang penjualan misalnya sama persis dengan jumlah yang terjadi dalam penjualan nyata. (Assauri, 1993).

Walaupun selalu terdapat adanya penyimpangan hasil prakiraan atau ramalan dengan apa yang terjadi, tetapi upaya dapat dilakukan untuk mengurangi kesalahan atau error dari prakiraan/peramalan yang dilakukan. Cara pertama adalah mengurangi kesalahan atau error tersebut melalui prakiraan atau peramalan yang terbaik. Sedangkan cara yang kedua adalah membuat fleksibilitas atau keluwesan dari operasi produksi. Dengan prakiraan atau peramalan yang baik akan selalu menghadapi

beberapa kesalahan atau error tetapi kemungkinan kesalahan atau error yang terkecil adalah konsisten dengan tujuan dari biaya prakiraan atau peramalan yang masuk akal.

2.2.3.2 Klasifikasi Teknik Peramalan

Secara umum, peramalan dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu :

1. Peramalan Subjektif

Peramalan ini dilakukan berdasarkan pertimbangan, pendapat, pengalaman, dan prediksi seseorang yang meskipun kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil yang lebih baik. Pendekatan ini digunakan saat tidak tersedia data historis. Yang termasuk peramalan subjektif adalah *Delphi method* dan *market research*.

2. Peramalan Objektif

Merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik dalam menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variabel yang mempengaruhinya. Yang termasuk peramalan objektif adalah analisis deret waktu (*time series*).

2.2.3.3 Klasifikasi Metode Peramalan

Terdapat perbedaan keputusan yang harus diambil dalam produksi operasi sehingga ada dua jenis metode peramalan : (Assauri, 1993)

1. Metode kualitatif

Kualitatif berdasarkan prakiraan pada keputusan pandangan atau intuisi seseorang. Beberapa orang menggunakan metode kualitatif yang sama tapi hasil prakiraan/peramalan dapat berbeda. Metode kualitatif yang banyak digunakan adalah *Delphi technique*, survei pasar dan *judgement* atau intuisi.

2. Metode kuantitatif

Metode kuantitatif lebih jauh lagi dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Prakiraan deret waktu

Metode peramalan deret waktu (*time series*) mendasarkan data yang lalu dari suatu produk, yang dianalisis pola data tersebut apakah berpola *trend*, musiman, atau siklus. Metode-metode yang dapat dipergunakan dalam hal ini adalah *moving average*, *exponential smoothing*, model matematik dan metode *box jenkins*.

b. Sebab akibat

Metode sebab akibat juga didasarkan dari data yang lalu, tetapi menggunakan data variabel yang lain yang menentukan atau mempengaruhinya pada masa depan. Seperti penduduk, pendapatan, dan kegiatan ekonomi. Metode yang dapat digunakan adalah regresi, model ekonometri, model input-output, dan model simulasi.

2.2.3.4 Faktor-Faktor Yang Dipertimbangkan Dalam Peramalan

Dalam melakukan peramalan ada beberapa prinsip peramalan yang harus dipertimbangkan antara lain :

1. Peramalan melibatkan kesalahan (*error*). Peramalan hanya mengurangi ketidakpastian tetapi tidak menghilangkan.
2. Peramalan sebaiknya memakai tolak ukur kesalahan peramalan. Pemakai harus tahu besar kesalahan yang dapat dinyatakan dalam satuan unit atau prosentase (*probability*) permintaan aktual akan jatuh dalam interval peramalan.
3. Peramalan *family* produk lebih akurat dari pada peramalan produk individu.

4. Peramalan jangka pendek lebih akurat dari pada peramalan jangka panjang, karena dalam jangka pendek kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap atau berubah lambat, sehingga peramalan jangka pendek lebih akurat.
5. Jika dimungkinkan, hitung permintaan dari pada meramal permintaan.

2.2.3.5 Langkah-Langkah Dalam Peramalan

Proses peramalan biasanya terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :
(Handoko, 1984)

1. Penentuan tujuan

Langkah pertama adalah penentuan tujuan estimasi yang diinginkan. Sebaliknya, tujuan tergantung pada kebutuhan-kebutuhan informasi para manajer. Analisa membicarakan dengan para pembuat keputusan untuk mengetahui apa kebutuhan-kebutuhan mereka, dan menentukan :

- a. Variabel-variabel apa yang akan diestimasi.
- b. Siapa yang menggunakan hasil peramalan.
- c. Untuk tujuan-tujuan apa hasil peramalan yang akan digunakan.
- d. Estimasi jangka panjang atau jangka pendek yang diinginkan.
- e. Derajat ketepatan estimasi yang diinginkan.
- f. Kapan estimasi dibutuhkan.
- g. Bagian-bagian peramalan yang diinginkan, seperti peramalan untuk kelompok pembeli, kelompok produk, atau daerah geografis.

2. Pengembangan model

Setelah tujuan ditetapkan, langkah berikutnya adalah mengembangkan suatu model, yang merupakan penyajian secara lebih sederhana sistem yang dipelajari. Dalam peramalan, model adalah suatu kerangka analitik yang bila dimasukkan data masukan, menghasilkan estimasi penjualan di waktu mendatang (atau variabel apa saja yang diramal). Analisis hendaknya memilih suatu model yang menggambarkan secara realistik perilaku variabel-variabel yang dipertimbangkan.

3. Pengujian model

Sebelum diterapkan, model biasanya diuji untuk menentukan tingkat akurasi, validitas dan realibilitas yang diharapkan.

4. Penerapan model

Setelah pengujian, data historis dimasukkan dalam model untuk menghasilkan suatu ramalan.

5. Revisi dan evaluasi

Ramalan yang telah dibuat harus senantiasa diperbaiki dan ditinjau kembali. Perbaikan mungkin perlu dilakukan karena adanya perubahan-perubahan dalam perusahaan atau lingkungannya.

2.2.3.6 Kriteria Dasar Peramalan

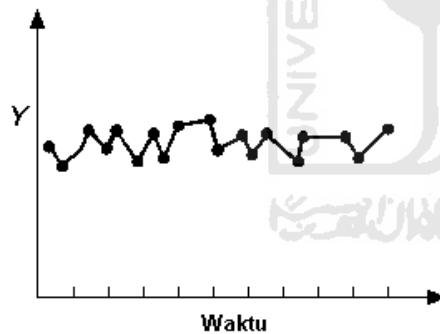
Untuk menentukan teknik peramalan yang sesuai kebutuhan, perlu diperhatikan beberapa kriteria dasar peramalan sebagai berikut (Assauri, 1993) :

1. Pola data

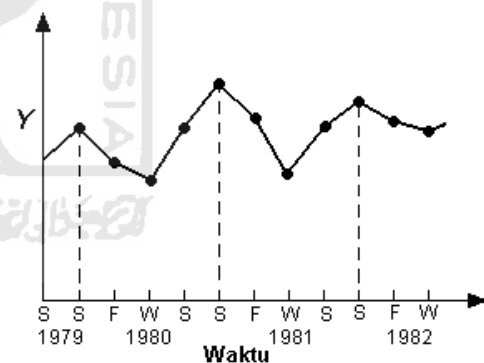
Empat jenis pola data yang ada yaitu :

- a. Horizontal (H) terjadi bilamana nilai data berfluktuasi sekitar nilai rata-rata konstan. Misalnya suatu produk permintaannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu.
- b. Musiman (S) terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Contohnya permintaan es krim, payung, dan minuman ringan.
- c. Siklis (C) terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Misalnya permintaan produk mobil dan besi baja.
- d. *Trend* (T) terjadi apabila terdapat kenaikan atau penurunan data dalam waktu jangka panjang. Misalnya produk nasional bruto (GNP).

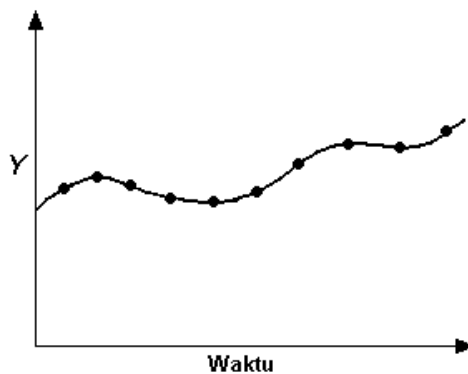
Berikut ini disajikan visualisasi dari pola data tersebut sebagai berikut :



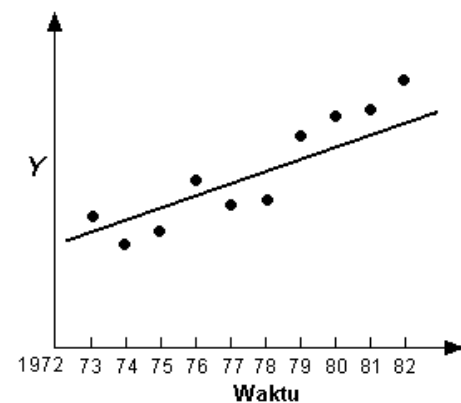
Gambar 1.1. Pola pola Horizontal



Gambar 1.2. Pola Data Musiman



Gambar 1.3. Pola pola Siklis



Gambar 1.4. Pola Data Trend

Gambar 2.1 Pola Data Peramalan

2. Horizon waktu

Dalam memilih metode peramalan yang tepat perlu dipertimbangkan juga faktor horizon waktu, karena teknik peramalan yang ada sesuai untuk suatu kondisi tertentu tetapi tidak cocok untuk kondisi lain. Faktor horizon waktu ini berkaitan dengan tujuan peramalan dan jumlah data yang diperlukan. Untuk itu, jangka waktu peramalan dibagi atas tiga kategori, yaitu : (Nasution, 1999)

- a. Jangka pendek, waktu peramalan < 3 bulan
- b. Jangka menengah, waktu peramalan < 2 tahun
- c. Jangka panjang, waktu peramalan > 3 tahun

3. Ketepatan hasil peramalan

Jika beberapa model peramalan cocok untuk kondisi tertentu maka perlu ditentukan model mana yang lebih baik, atau jika hanya satu model yang cocok maka perlu model lain sebagai pembandingan untuk melihat keefektifan model tersebut. Proses ini disebut kesalahan peramalan. (Makridakis dan Wheelright, 1993)

Perhitungan kesalahan peramalan adalah sebagai berikut :

- a. MAD (*Mean Absolute Deviation*)

$$MAD = \frac{\sum_t |e_t|}{n}$$

- b. MSE (*Mean Square Error*)

$$MSE = \frac{\sum_t (e_t)^2}{n}$$

- c. Bias/ *Mean Error/ Deviation*

$$Bias = \frac{\sum_t e_t}{n}$$

- d. R^2 : *multiple correction coefficient*

$$R^2 = \frac{(1 - n) \times MSD}{(n - 1) \times V}$$

e. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

$$MAPE = \frac{\sum_l^N \left| \frac{e_l}{A_l} \right|}{n} \times 100$$

Keterangan :

e (t) = kesalahan deviasi untuk peramalan

$\sum t$ = jumlah periode waktu, t = 1,2,3,..n

n = jumlah periode dimana e (t)

V = variansi dari data aktual untuk periode n

Dengan demikian tipe peramalan yang baik adalah tipe permalan yang memberikan nilai kesalahan yang terkecil.

2.2.4 Perencanaan Dan Manajemen Operasi

Perkembangan globalisasi ekonomi menyebabkan terjadinya persaingan yang semakin ketat sehingga aktifitas operasi memiliki peran sentral dalam menentukan daya saing organisasi. Dengan demikian maka keefektifan sistem operasi sangatlah penting dalam rangka menentukan keberhasilan organisasi, sehingga harus dirancang agar cocok dengan strategi organisasi. Pada dasarnya perencanaan strategi menyangkut bagaimana mengalokasikan semua sumber daya yang dimiliki organisasi sedemikian rupa sehingga menghasilkan output yang menunjang tercapainya tujuan organisasi.

Guna tercapainya peran manajemen operasi yang mampu meningkatkan daya saing organisasi melalui proses terciptanya transformasi yang optimal, maka manajemen operasi mengacu kepada parameter berikut :

1. Efisiensi (*efficiency*)

Efisiensi biasanya dinyatakan dalam bentuk pengukuran output per unit input.

2. Efektifitas (*effectivity*)

Efektifitas dalam suatu sistem produksi ditunjukkan oleh tepat tidaknya suatu metode yang digunakan dalam proses produksi tersebut.

3. Kapasitas (*capacity*)

Menunjukkan batas maksimum yang dimiliki oleh fasilitas produksi yang ada.

4. Kualitas (*quality*)

Kualitas menunjukkan seberapa jauh kinerja yang diberikan suatu produk kepada konsumen.

5. Respon waktu (*time response*)

Respon waktu merupakan salah satu parameter keberhasilan suatu organisasi dalam memberikan pelayanan kepada konsumen.

6. Fleksibilitas (*flexibility*)

Fleksibilitas mengacu kepada kemampuan sistem transformasi, diarahkan untuk mampu menghasilkan berbagai macam produk (keluaran) serta memiliki kecepatan proses yang dapat diatur sesuai kebutuhan.

2.2.5 Akuntansi Biaya dan Penentuan Laba Kontribusi

Akuntansi biaya secara sempit didefinisikan sebagai teknik menentukan biaya per unit. Definisi akuntansi biaya secara luas atau sering disebut akuntansi manajemen meliputi proses mengidentifikasi, mengukur, mengakumulasi, menganalisis, mengolah, menginterpretasi, dan mengkomunikasikan kejadian-kejadian bisnis. Proses tersebut dilaksanakan untuk membantu manajemen dalam merencanakan,

mengevaluasi, mengendalikan, dan menjamin pertanggungjawaban semua aktifitas bisnis.

Tujuan akuntansi biaya adalah untuk menyediakan salah satu informasi yang diperlukan manajemen dalam mengelola perusahaan, yaitu informasi biaya yang bermanfaat untuk :

1. Perencanaan dan pengendalian biaya.
2. Penentuan harga produk atau jasa yang dihasilkan perusahaan dengan tepat.
3. Pengambilan keputusan oleh manajemen.

Penggolongan biaya sesuai dengan tendensi perubahannya terhadap aktifitas terutama untuk tujuan perencanaan dan pengendalian biaya serta pengambilan keputusan dapat dikelompokkan menjadi :

1. Biaya tetap

Merupakan biaya yang jumlah totalnya tetap konstan, tidak dipengaruhi oleh perubahan volume kegiatan atau aktifitas sampai dengan kegiatan tertentu.

2. Biaya variabel

Merupakan biaya yang jumlah totalnya akan berubah secara sebanding dengan volume kegiatan, semakin besar volume kegiatan, semakin tinggi jumlah total biaya variabel dan sebaliknya.

3. Biaya semivariabel

Merupakan biaya yang jumlah totalnya akan berubah sesuai dengan perubahan volume kegiatan, akan tetapi sifat perubahannya tidak sebanding. Pada biaya semivariabel, biaya satuan unit akan berubah terbalik bila dihubungkan dengan volume kegiatan tetapi sifatnya tidak sebanding sampai dengan tingkatan tertentu semakin tinggi volume kegiatan semakin rendah biaya satuan unit.

Biaya produksi yang membentuk harga pokok produksi, digunakan untuk menghitung harga pokok produk jadi dan harga pokok produk yang pada akhir periode akuntansi masih dalam proses. Biaya non produksi ditambah pada harga pokok produksi untuk menghitung total harga pokok produk. Dalam memperhitungkan unsur-unsur biaya ke dalam harga pokok produksi, terdapat dua pendekatan yaitu *full costing* dan *variable costing*.

Full costing merupakan metode penentuan harga pokok produksi yang mempertimbangkan semua unsur biaya produksi ke dalam harga pokok produksi, yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dan biaya *overhead* pabrik baik yang variabel maupun tetap. Dengan demikian harga pokok produksi menurut metode *full costing* adalah :

Biaya bahan baku	Rp. xxx
Biaya tenaga kerja langsung	Rp. xxx
Biaya <i>overhead</i> pabrik variabel	Rp. xxx
Biaya <i>overhead</i> pabrik tetap	<u>Rp. xxx</u> +
Harga pokok produksi	Rp. xxx

Harga pokok produksi yang dihitung dengan pendekatan *full costing* terdiri dari unsur harga pokok produksi (biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya *overhead* pabrik) ditambah dengan biaya non produksi (biaya pemasaran, biaya administrasi dan umum).

Variable costing adalah metode penentuan harga pokok produksi yang memperhitungkan biaya-biaya produksi yang berperilaku variabel kedalam harga

pokok produk, yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik variabel. Harga pokok produk menurut metode ini adalah :

Biaya bahan baku	Rp. xxx
Biaya tenaga kerja langsung	Rp. xxx
Biaya <i>overhead</i> pabrik variabel	<u>Rp. xxx +</u>
Harga pokok produk	Rp. xxx

Dalam perencanaan keuntungan khususnya metode *variable costing* memberikan kemudahan analisa hubungan ongkos-volume-keuntungan (*cost profit volume analysis*) dengan adanya pemisahan antara ongkos tetap dan ongkos variabel serta perhitungan laba kontribusi. Metode tersebut juga membantu manajemen dalam mengevaluasi besar keuntungan akibat perubahan volume produksi, perubahan dalam kombinasi produk yang dijual ataupun penambahan peralatan baru.

Untuk kepentingan perencanaan laba jangka pendek, manajemen memerlukan informasi biaya yang dipisahkan menurut perilaku biaya dalam hubungannya dengan volume kegiatan. Dalam jangka pendek, biaya tetap tidak berubah dengan adanya perubahan volume kegiatan, sehingga hanya biaya variabel yang perlu dipertimbangkan oleh manajemen dalam mengambil keputusan. Oleh sebab itu, metode yang tepat untuk digunakan dalam hal ini adalah metode *variable costing*.

Laba kontribusi merupakan kelebihan pendapatan penjualan diatas biaya variabel. Informasi laba kontribusi memberikan gambaran jumlah yang tersedia untuk menutup biaya tetap dan untuk menghasilkan laba.

Laba kontribusi per unit merupakan laba kontribusi dibagi dengan volume penjualan. Dalam perusahaan yang menghasilkan lebih dari satu macam produk, jika informasi laba per unit ini dihubungkan dengan penggunaan sumber daya yang langka, manajemen akan memperoleh informasi kemampuan berbagai macam produk untuk menghasilkan laba. Informasi ini memberikan landasan bagi manajemen dalam pemilihan produk yang mampu menghasilkan laba tertinggi dalam pemilihan produk serta pemanfaatan sumber daya organisasi.

2.2.5.1 Perilaku Biaya

Sebagian besar keputusan yang diambil oleh manajemen memerlukan informasi dan biaya yang didasarkan pada perlakuannya. Yang dimaksudkan perilaku biaya adalah pola perubahan biaya dalam kaitannya dengan perubahan volume kegiatan atau aktivitas perubahan. Berdasarkan hubungan dengan perubahan volume kegiatan perusahaan, biaya dapat digolongkan atas biaya variabel, biaya tetap, dan biaya semivariabel. (Mulyadi, 1993).

1. Biaya variabel

Biaya variabel adalah biaya-biaya yang totalnya selalu berubah secara proporsional dengan volume kegiatan perusahaan. Besar kecilnya biaya variabel dipengaruhi oleh besar kecilnya volume penjualan/produksi secara proporsional.

2. Biaya tetap

Biaya tetap adalah biaya-biaya yang di dalam jarak kapasitas tertentu totalnya tetap, meskipun volume kegiatan perusahaan berubah-ubah. Sejauh tidak melampaui kapasitas biaya tetap total tidak dipengaruhi oleh besar kecilnya

volume kegiatan perusahaan. Jarak kapasitas adalah serangkaian tingkat volume kegiatan perusahaan yang dapat dicapai tanpa menambah kapasitas.

3. Biaya semivariabel

Biaya semivariabel adalah biaya-biaya yang totalnya selalu berubah tetapi tidak proporsional dengan perubahan yang konstan. Biaya dapat dikelompokkan pada tingkat yang konstan. Biaya dapat dikelompokkan pada tingkat perubahannya semakin rendah. Dalam hal ini biaya semivariabel terkandung unsur biaya tetap dan unsur biaya variabel.

2.2.5.2 Pola Perilaku Biaya

Perubahan biaya total sebagai akibat dari perubahan volume kegiatan perusahaan ada tiga macam pola, yaitu : (Mulyadi, 1993)

1. Jumlahnya tetap, meskipun volume kegiatan berubah (biaya tetap).
2. Jumlah berubah secara proporsional dengan perubahan volume kegiatan (biaya variabel).
3. Jumlah berubah tidak sebanding dengan perubahan volume kegiatan (biaya semivariabel).

Untuk menggambarkan hubungan antara biaya total dengan volume kegiatan perusahaan, pada umumnya dinyatakan dengan fungsi sebagai berikut :

$$Y = a + bx$$

Dimana : Y = biaya total X = volume kegiatan

a = biaya tetap total b = biaya variabel per unit

2.2.6 Biaya-biaya Persediaan

Dalam pembuatan setiap keputusan yang akan mempengaruhi besarnya (jumlah) inventori, harus dipertimbangkan komponen-komponen biaya berikut (Fogarty, 1991) :

1. Biaya pembelian

Biaya pembelian adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang, dimana besarnya biaya ini tergantung pada jumlah dan harga barang yang dibeli dan harga satuan barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian.

2. Biaya persiapan

Biaya persiapan adalah biaya yang dikeluarkan untuk semua aktivitas dalam masalah pembelian atau pemesanan barang.

a. Biaya pemesanan

Biaya pemesanan adalah biaya yang timbul akibat mendatangkan barang dari luar meliputi biaya pengiriman, pemesanan, biaya pengangkutan dan lain-lain.

b. Biaya pembuatan

Biaya pembuatan adalah biaya yang timbul dalam memproduksi suatu barang yang meliputi biaya persiapan peralatan produksi, biaya penyetalan mesin dan sebagainya.

3. Biaya penyimpanan

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan karena menyimpan barang. Biaya ini meliputi biaya memiliki persediaan, biaya gudang, biaya kerusakan, biaya administrasi, pajak dan sebagainya.

4. Biaya kekurangan persediaan

Biaya ini merupakan suatu bentuk kerugian perusahaan Karena kehilangan kesempatan atau kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan yang juga dapat dikatakan kehilangan konsumen. Biaya ini dapat diukur dari jumlah barang yang tidak dapat terpenuhi, waktu pemenuhan maupun hanya pengadaan darurat.

Model persediaan berdasarkan sifat permintaan

Model persediaan (*inventory*) ini mengacu pada pengetahuan tentang permintaan itu sendiri dan laju permintaanya. Oleh karena itu, persediaan (*inventory*) dapat dikelompokkan kedalam empat model sebagai berikut (Elsayed, 1994) :

1. Model persediaan statik deterministik

Model ini, mempunyai ukuran permintaan yang deterministik karena ukuran permintaan dalam suatu periode diketahui dan konstan, dan laju permintaanya sama untuk tiap periode.

2. Model persediaan dinamik deterministik

Model ini ukuran permintaanya untuk setiap periode diketahui dan konstan, tetapi laju permintaanya bervariasi (*dinamis*).

3. Model persediaan statik probabilistik

Pada model ini ukuran permintaanya bersifat acak namun berdistribusi tertentu yang sama untuk setiap periodenya.

4. Model persediaan dinamis probabilistik

Pada model ini ukuran permintaanya bersifat acak, namun berdistribusi tertentu yang berbeda dan bervariasi untuk setiap periodenya.

2.2.7 Lot Sizing

Ukuran lot merupakan jumlah barang yang dipesan dari pemasok atau diproduksi secara internal untuk memenuhi permintaan. Dalam perhitungan Lot Sizing, tersedia berbagai teknik yang terbagi dalam dua kelompok besar yaitu model Lot Sizing Statis dan model Lot Sizing Dinamis. Penggunaan dari masing – masing model ini adalah tergantung kepada kondisi dari permintaan / pengorderan (Planned Order Release hasil MRP) yang dihadapi. Apabila permintaan bersifat konstan atau kontinyu, maka model Lot Sizing Statis lebih tepat dipergunakan. Sedangkan apabila permintaan bersifat dummy, maka model Lot Sizing Dinamis yang lebih tepat dipergunakan. (Sipper & Bulfin, 1998).

Untuk menguji apakah permintaan bersifat kontinyu ataukah dummy, salah seorang ahli mengusulkan sebuah aturan yang menggunakan pengukuran variansi sebagai dasar penentuan jenis permintaan, dengan formulasi sebagai berikut :

$$V = \frac{n \sum_{t=1}^n D_t^2}{\left(\sum_{t=1}^n D_t \right)^2}$$

Bila $V < 0.25$ maka permintaan dianggap konstan atau kontinyu. Model Lot Sizing Statis (model EOQ, FOQ, dan FOI) dengan permintaan rata – rata (D) sebagai pendekatan terhadap permintaan, lebih tepat dipergunakan. Sedangkan bila $V > 0.25$ maka permintaan dianggap dummy, dan model Lot Sizing Dinamis lebih tepat dipergunakan.

2.2.8 Program Dinamis

Program Dinamis terutama didesain untuk memperbaiki efisiensi dengan memperkecil masalah awal menjadi submasalah yang lebih kecil. Prosedur khusus pemecahan masalah dalam stage-stage, masing-masing stage mempunyai tepat satu variabel optimal. Hasil perhitungan stage saling berhubungan dalam persamaan berulang, persamaan ini diharapkan dapat memberikan solusi yang feasible untuk semua masalah (Zandin, 2001). Perencanaan produksi multi periode seringkali diuraikan dan diformulasikan sebagai model program dinamis. Kegunaan model ini akan terbatas jika penyelesaian masalahnya memerlukan perhitungan yang luas. Bagaimanapun, ilmu pengetahuan akan mengizinkan kita untuk mengembangkan prosedur penyelesaian yang lebih efisien untuk mendapatkan solusi optimal (Johnson, 1974). Program dinamis adalah salah satu langkah untuk menganalisa masalah yang saling berhubungan dalam bentuk stage. Program dinamis menguraikan suatu masalah kedalam submasalah yang lebih kecil dan masing-masing mempunyai keputusan sendiri, tetapi keputusan/penyelesaian dari masing-masing stage tersebut saling berhubungan. Penyelesaian dari stage yang satu akan menjadi input untuk stage berikutnya, sehingga masalah dapat terpecahkan (Miller, 1990).

Program Dinamis (*dynamic programming*) adalah metode matematis pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan langkah

(*step*) atau tahapan (*stage*) sedemikian sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang sebagai optimalitas dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Prosedur pemecahan persoalan dilakukan secara perhitungan berulang, ini berarti setiap dilakukan pengambilan keputusan, kita harus memperhatikan keadaan yang dihasilkan oleh keputusan sebelumnya. Karena ini keadaan yang diakibatkan oleh suatu keputusan sebelumnya dan merupakan landasan bagi keputusan berikutnya. Keputusan optimal dari seluruh persoalan adalah kumpulan dari sejumlah keputusan optimal atas seluruh tahap yang kemudian disebut kebijaksanaan optimal (P Siagian, 1987).

Dibanding dengan teknik pemecahan masalah dalam penyelidikan operasional yang lain, program dinamis hanya memiliki satu bentuk umum pemecahan masalah bertahap. Suatu masalah yang akan diformulasikan secara program dinamis memerlukan suatu modifikasi bentuk umum program dinamis sehingga sesuai dengan masalah yang dihadapi. Disini terlihat bahwa program dinamis tidak memiliki sifat unik dalam formulasi matematis. Persamaan-persamaan khusus yang akan digunakan harus dikembangkan sesuai dengan tingkat penguasaan dan keahlian tentang struktur dasar masalah-masalah program dinamis tiap individualis.

Program dinamis dipopulerkan oleh Richard Bellman pada akhir tahun 1950 sewaktu ia bekerja di The Rand Corp, selanjutnya program dinamis terus berkembang dengan semakin banyaknya masalah yang memerlukan keputusan bertahap. Program dinamis banyak diterapkan dalam masalah bisnis dan industri. Seperti masalah penjadwalan produksi, pengendalian persediaan, analisa network, perencanaan produksi, proyek penelitian, dan lain-lain, terutama yang berhubungan dengan bidang teknik

Karakter Program Dinamis

Berikut ini diberikan beberapa gambaran dasar yang menjadi ciri persoalan program dinamis (Dimiyati, 1999) :

- 1 Persoalan dapat dibagi menjadi beberapa tahap (stage) yang pada masing-masing stage diperlukan adanya satu keputusan
- 2 Masing-masing stage terdiri dari sejumlah state yang berhubungan dengan stage yang bersangkutan.
- 3 Hasil dari keputusan yang di ambil pada setiap stage ditransformatikan dari state yang bersangkutan ke state berikutnya pada stage yang berikutnya pula.
- 4 Keputusan terbaik pada suatu stage bersifat independen terhadap keputusan yang dilakukan pada stage sebelumnya.
- 5 Prosedur pemecahan persoalan dimulai dengan mendapatkan cara (keputusan) terbaik untuk setiap state dari stage terakhir.
- 6 Ada suatu hubungan timbal balik yang mengidentifikasi keputusan terbaik untuk setiap state pada stage n , berdasarkan keputusan terbaik setiap state pada stage $(n + 1)$. Pada ilustrasi diatas hubungan ini adalah :

$$f_n^*(s) = \min \{c_{sx_n} + f_{n+1}^*(x_n)\}$$

Oleh karena itu, untuk mendapatkan keputusan terbaik jika akan bergerak dari state s pada stage n , terlebih dahulu harus didapatkan nilai terbaik dari x_n pada stage $(n+1)$

Dalam hal ini tetapkanlah :

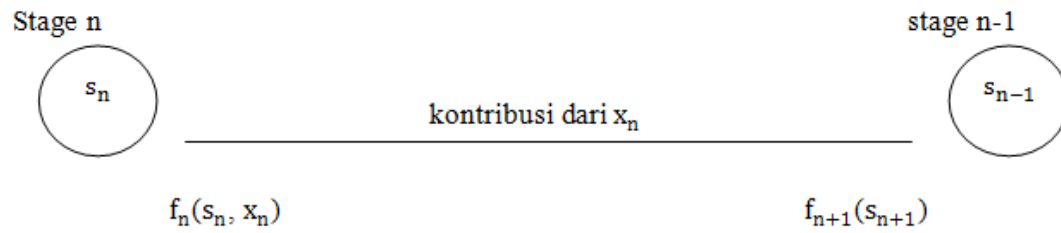
- Variabel (atau vektor) x_n sebagai variabel keputusan pada stage n ($n=1,2,\dots,n$)
- $f_n (s, x_n)$ sebagai nilai fungsi tujuan yang akan dimaksimumkan atau diminimumkan dengan catatan sistem akan berawal dari state s pada stage n dan x_n telah terpilih sehingga $f_n (s, x_n) + c_{sxn} + f_{n+1}^* (x_n)$
- $f_n^* (s)$ sebagai nilai maks/min dari $f_n (s, x_n)$ untuk seluruh nilai x_n yang mungkin. Maka bentuk hubungan timbal baliknya adalah:

$$f_n^* (s) = \text{maks/min } f_n \{ (s, x_n) \}$$

7. dengan menggunakan hubungan timbal balik ini, prosedur penyelesaian persoalan bergerak mundur stage demi stage, pada setiap stage berusaha diperoleh keputusan optimum untuk masing-masing state sehingga akhirnya diperoleh keputusan optimum yang menyeluruh, mulai dari stage awal.

2.2.8.1 Program Dinamis Deterministik

Program dinamis deterministik dimana state pada stage berikutnya sepenuhnya ditentukan oleh state dan keputusan pada stage saat ini. Diterangkan dengan gambar sebagai berikut:

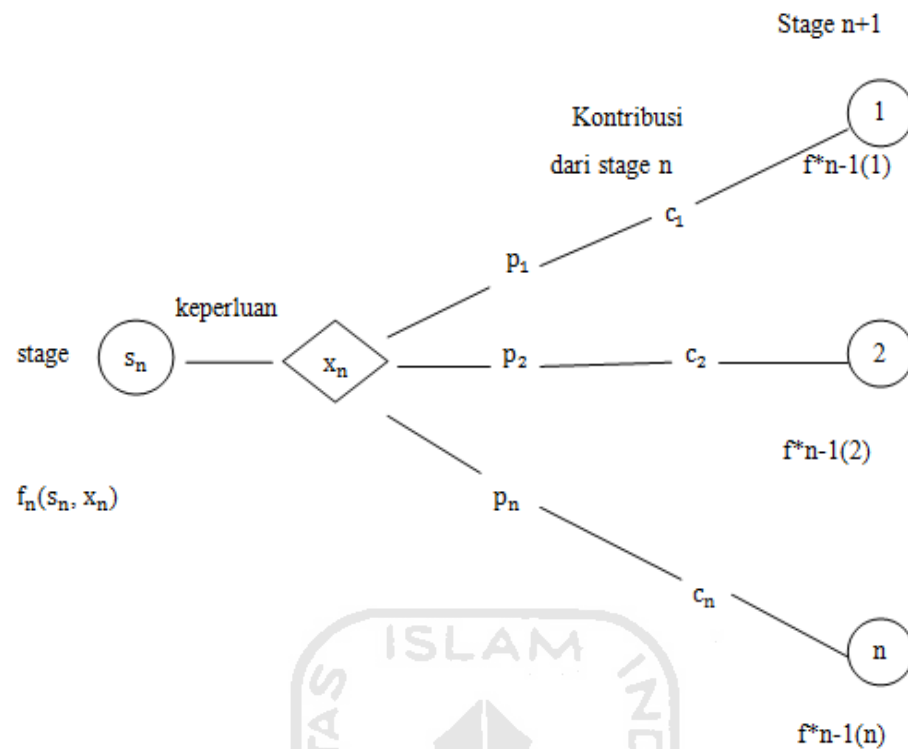


Gambar 2.2 Program Dinamis Deterministik

Dengan demikian, maka pada stage n, prosesnya akan berada pada state s_n . Pada state ini dibuat keputusan x_n , kemudian proses bergerak ke state (s_{n+1}) . Dari titik ini kedepan, nilai fungsi tujuan untuk keputusan optimumnya telah terlebih dahulu dihitung yaitu $f_n(s_{n+1})$. Keputusan memilih s_n juga memberikan kontribusi terhadap fungsi tujuan, yang dengan menggabungkan kedua besaran ini akan diperoleh nilai fungsi tujuan $f_n(s_n, x_n)$, yang berawal dari stage n. Minimumkan nilai tersebut dengan memperhatikan x_n , sehingga diperoleh $f_n^*s_n = f_n(s_n, x_n^*)$. Setelah hal ini dilakukan untuk semua nilai x_n yang mungkin, maka prosedur penyelesaiannya bergerak kembali pada persoalan dengan satu stage. Suatu cara untuk mengategorikan persoalan program ini adalah melihat bentuk fungsinya.

2.2.8.2 Program Dinamis Probabilistik

Pada program dinamis probabilistik, tahap (stage) berikutnya tidak dapat seluruhnya ditentukan oleh state dan keputusan pada stage ini, tetapi ada suatu distribusi kemungkinan mengenai apa yang terjadi. Namun, distribusi kemungkinan ini masih seluruhnya ditentukan oleh state dan keputusan pada state dan keputusan pada stage saat ini.



Gambar 2.3 Program Dinamis Probabilistik

Dimana :

- N adalah banyaknya state yang mungkin pada stage $(n+1)$
- (p_1, p_2, \dots, p_n) adalah distribusi kemungkinan dari terjadinya suatu state berdasarkan state s_n dan keputusan x_n pada stage n
- C_i adalah kontribusi dari stage n terhadap fungsi tujuan, jika state berubah menjadi state i .

Bila gambar tersebut diperluas maka akan mencakup seluruh stage yang mungkin, sehingga akan merupakan suatu pohon keputusan. Jika pohon keputusan ini tidak terlalu lebar maka akan dapat digunakan sehingga cara untuk membuat ikhtisar dari berbagai kemungkinan dapat terjadi.

Dengan struktur probabilistik ini maka hubungan antara $f_n(s_n, x_n)$ dengan $f_{n+1}^*(s_{n+1})$ menjadi lebih rumit daripada untuk program dinamis deterministik. Bentuk yang tepat untuk hubungan ini akan bergantung pada bentuk fungsi tujuan secara keseluruhan.

Misalkan fungsi tujuannya adalah meminimumkan ekspektasi jumlah kontribusi dari masing-masing stage. Disini $f_n(s_n, x_n)$ menyatakan ekspektasi jumlah minimum dari stage n ke muka berdasarkan state s_n dan keputusan x_n pada stage n maka :

$$f_n(s_n, x_n) = \sum_{i=1}^N p_i [c_i + f_{n+1}^*(i)]$$

Dengan

$$f_{n+1}^*(s_{n+1}) = \min_{x_{n+1}} f_{n+1}(s_{n+1}, x_{n+1})$$

Dimana minimasi ini diambil dari nilai-nilai x_{n+1} yang fisibel.

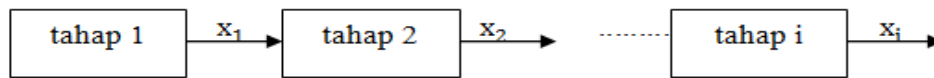
Perhitungan Maju Program Dinamis

Perhitungan maju terjadi apabila sistem n tahap perhitungan perolehan dimulai dari tahap 1; $f_1(s_1)$ untuk setiap status yang mungkin, dilanjutkan ke tahap 2, $f_2(s_2)$ dan berakhir pada tahap n , $f_n(s_n)$ searah dengan aliran informasi, urutan perhitungannya (siagian, 1987): $f_1 - f_2 - \dots - f_i - \dots - f_n$

Penentuan keputusan optimal untuk seluruh persoalan, yaitu X^* dilakukan dengan prosedur mundur. Setelah $f_n^*(s_n)$ diketahui, maka keputusan optimal untuk tahap 1 selesai. Proses penentuan keputusan optimal untuk seluruh perolehandapat dilakukan:

$$x_n - x_{n-1} - \dots - x_i^* - \dots - x_i$$

Secara diagram dapat dilihat cara perhitungan maju, sebagai berikut:

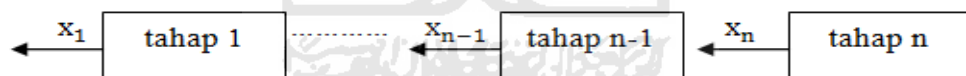


Gambar 2.4 Diagram Perhitungan Maju

Perhitungan Mundur Program Dinamis

Perhitungan mundur terjadi apabila untuk n tahap, perhitungan perolehan dan keputusan optimal dilakukan dari tahap n dan dilanjutkan sampai tahap 1, adapun urutan-urutannya: $f_n - f_{n-1} - \dots - f_i - \dots - f_1$

Pada perhitungan mundur, keadaan x_i dirumuskan sebagai alokasi untuk tahap i dan $(n-i)$ tahap kemudian. Secara diagram dapat dilihat cara perhitungan mundur, sebagai berikut:



Gambar 2.5 Diagram Perhitungan Mundur

Pada hakikatnya, antara perhitungan maju dan perhitungan mundur mempunyai pengertian yang sama. Namun, yang membedakan adalah terletak pada rumusan status, dimana variabel status s_n pada perhitungan maju adalah sama dengan s_{n+1} pada perhitungan mundur.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian dilakukan di perusahaan makanan Phia Deva yang beralamat di Jl. Gabus No 18 Minomartani, Sleman, Yogyakarta. Perusahaan dalam menjalankan produksinya, berproduksi berdasarkan permintaan pasar sehingga perusahaan harus dapat menjaga keseimbangan pengadaan bahan baku agar proses produksi dapat berjalan lancar dan perusahaan dapat memenuhi permintaan.

3.2 Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini, dilakukan identifikasi masalah, yaitu bagaimana perusahaan dapat menentukan jumlah produksinya secara optimal untuk mendapatkan laba yang maksimal.

3.3 Data Yang diperlukan

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Data umum perusahaan, meliputi sejarah perkembangan perusahaan, lokasi perusahaan, proses produksi, daerah pemasaran dan lain-lain
2. Data khusus perusahaan yang meliputi :
 - a. Data penjualan produk periode-periode sebelumnya.
 - b. Data harga jual produk.

- c. Biaya-biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi, meliputi biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, biaya overhead pabrik
- d. Waktu proses dalam proses produksi.
- e. Alat-alat yang digunakan dalam proses produksi.
- f. Biaya simpan.
- g. Data kapasitas gudang.
- h. Data inventory akhir.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan untuk pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan agar peneliti dapat menguasai teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti. Studi ini dilakukan dengan membaca dan mempelajari beberapa referensi seperti literatur, laporan-laporan ilmiah dan tulisan-tulisan ilmiah lain yang dapat mendukung terbentuknya landasan teori, sehingga dapat digunakan sebagai landasan yang kuat dalam analisis penelitian.

2. Penelitian Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan beberapa kegiatan, antara lain:

a. Observasi

Observasi merupakan metode yang dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung ke obyek penelitian untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan secara aktual.

b. Data perusahaan

Data-data lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini didapatkan dari literatur yang ada di perusahaan yang bersangkutan. Data perusahaan ini meliputi sejarah berdirinya, data gaji karyawan, proses produksi, dan data-data lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 Penentuan Volume Produksi

Penentuan volume produksi untuk enam periode yang akan datang dilakukan dengan metode peramalan yang sesuai dengan pola data yang dibentuk dari data volume penjualan pada periode sebelumnya.

3.5.2 Perhitungan Biaya Produksi

Pada penelitian ini biaya produksi didapat dari total biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya *overhead*.

1. Biaya Bahan Baku

Biaya bahan baku didapat dari total kebutuhan bahan baku dari masing-masing produk.

2. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja (tk) yang dimaksud adalah biaya tenaga kerja langsung, yaitu biaya tenaga kerja yang langsung berhubungan dengan kegiatan produksi. Berikut rumus untuk mencari biaya tenaga kerja langsung per unit :

$$\text{Biaya tk/menit} = \frac{\text{upah per bulan}}{\text{jam kerja per bulan}}$$

$$\text{Biaya tk/unit} = \text{Biaya tk/menit} \times \text{waktu proses/unit (menit)}$$

3. Biaya *Overhead*

Biaya *overhead* (BOh) dibedakan menjadi dua, yaitu biaya *overhead* variabel dan biaya *overhead* tetap. Dalam biaya semivariabel, untuk mendapatkan biaya *overhead* variabel dan biaya *overhead* tetap, maka dilakukan pemisahan biaya *overhead* total dengan menggunakan persamaan regresi linear, yaitu :

$$Y = a + bx$$

Dengan :

Y = total biaya *overhead*

x = volume produksi

a = biaya *overhead* tetap

b = biaya *overhead* variabel

Perhitungan biaya *overhead* tiap produk :

➤ BOh (bx) = b x volume produksi

➤ BOh total = a + bx

➤ BOh/produk/periode = (waktu proses/total waktu proses) x bx

➤ BOh /unit = (BOh/produk/periode)/jumlah unit produk

4. Kontribusi Margin

Kontribusi margin adalah selisih antara harga jual produk dengan biaya produksi.

3.5.3 Fungsi Batasan

Fungsi batasan ditentukan untuk mengetahui berapa sumber daya minimal perusahaan yang ditetapkan. Fungsi batasan yang ditentukan adalah sebagai berikut :

1. Batasan pasar
2. Batasan biaya produksi dan pendapatan penjualan
3. Batasan bahan baku
4. Batasan tenaga kerja dan waktu proses

3.5.4 Pengembangan Model

3.5.4.1 Model Dasar

Fungsi tujuan dari model yang dikembangkan adalah minimasi total ongkos persediaan dalam kurun horison perencanaan.

Model matematis total ongkos persediaan untuk permasalahan ukuran lot yang berfluktuatif dikembangkan dari model dasar yang terdiri atas ongkos *setup* dan ongkos simpan (Axsäter,1986). Adapun minimasi total ongkos persediaan selama horison perencanaan pada model yang dikembangkan terdiri atas ongkos *setup* pemanufaktur, ongkos transportasi, ongkos pesan pembeli, ongkos simpan pemanufaktur dan ongkos simpan pembeli. Secara matematis minimasi total ongkos persediaan selama horison perencanaan untuk sistem yang terdiri atas pemanufaktur tunggal dan pembeli tunggal dapat dituliskan sebagai berikut:

Model M1:

$$\text{Min } Z = \sum_{k=1}^T \left[S_k \delta(p_k) + (F_v)_k \delta(d_k) + A_k \delta(d_k) + (rC_v)_k I_k^{pm} + (rC_p)_k I_k^{pb} \right] \quad (1)$$

Pembatas: untuk $k = 1, 2, \dots, T$

$$I_{k-1}^{pm} + p_k - d_k = I_k^{pm} \quad (a)$$

$$I_{k-1}^{pb} + d_k - v_k = I_k^{pb} \quad (b)$$

$$I_{k-1}^{pm} + p_k \geq d_k \quad (c)$$

$$I_{k-1}^{pb} + d_k \geq v_k \quad (d)$$

$$I_k^{pm} \geq 0; I_k^{pb} \geq 0; p_k \geq 0; d_k \geq 0; v_k \geq 0 \quad (e)$$

$$\delta(p_k) = \begin{cases} 1 & \text{jika } p_k > 0 \\ 0 & \text{jika } p_k \leq 0 \end{cases} \quad (f)$$

$$\delta(d_k) = \begin{cases} 1 & \text{jika } d_k > 0 \\ 0 & \text{jika } d_k \leq 0 \end{cases} \quad (g)$$

Pembatas (a) merupakan persamaan keseimbangan persediaan yang menunjukkan tingkat persediaan pamanufaktur pada akhir periode k . Persamaan (b) menyatakan tingkat persediaan pembeli pada akhir periode k . Persamaan (c) dan (d) menunjukkan tidak diijinkan terjadinya *shortage* di periode k , baik di pamanufaktur maupun di pembeli. Tingkat persediaan pamanufaktur dan pembeli, laju produksi, laju permintaan dan laju pemanfaatan merupakan bilangan *nonnegative integer*, yang dinyatakan dengan persamaan (e). Persamaan (f) menyatakan bahwa ongkos *setup* terjadi apabila pamanufaktur melakukan proses produksi pada periode k , sedangkan persamaan (g) menyatakan bahwa ongkos pesan terjadi apabila pembeli melakukan permintaan (pesanan) kepada pamanufaktur di periode k .

Pada model Kim dan Ha (2003) laju permintaan konstan di setiap periode (Gambar 1a), sedangkan pada model yang diusulkan permintaan berfluktuatif (Gambar 1b). Apabila kuantitas pesanan pembeli di setiap periode selama horison perencanaan diketahui, maka total ukuran lot produksi pamanufaktur selama horison perencanaan adalah Q , sehingga dapat dituliskan sebagai persamaan berikut,

$$Q = \sum_{k=1}^T d_k, \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

Adapun tingkat persediaan pamanufaktur selama satu siklus merupakan luas seluruh daerah yang diarsir – luas daerah arsir ΔADE (Gambar 3.1).

$$\text{Luas daerah yang diarsir} = 1d_1 + 2d_2 + 3d_3 + \dots + Td_t = \sum_{k=1}^T kd_k$$

$$\text{Luas daerah arsir } \Delta ADE = \frac{Q}{2} \frac{Q}{p} = \frac{Q^2}{2p}, \text{ untuk } Q = \sum_{k=1}^T d_k$$

Persamaan tingkat persediaan pemanufaktur dapat dituliskan sebagai berikut

$$\text{total persediaan selama periode } T = \sum_{k=1}^T k d_k - \frac{Q^2}{2p} \text{ atau}$$

$$I_k^{pm} = \sum_{k=1}^T k \cdot d_k - \frac{\left(\sum_{k=1}^T d_k \right)^2}{2p} \quad (3)$$

3.5.4.2 Pengembangan Model

Berikut ini akan dikembangkan model integrasi antara pemanufaktur dan pembeli dengan menggunakan program dinamis. Model matematis yang dikembangkan berdasarkan terminologi program dinamis (Dreyfus dan Law, 1977) dan mengikuti konsep algoritma Wagner-Whitin (1958) untuk selanjutnya disesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi. Pencarian solusi dilakukan berdasarkan model integrasi yang dikembangkan.

1. Model Matematik

Adapun fungsi objektif pada model integrasi adalah g_e dan f_{ce} , yang ditentukan berdasarkan hubungan rekursif sebagai berikut:

$$g_e = \min (f_{ce} + g_{c-1}) \quad \text{untuk } c = 1, 2, \dots, e \text{ dan } 1 \leq c \leq e \leq T \quad (4)$$

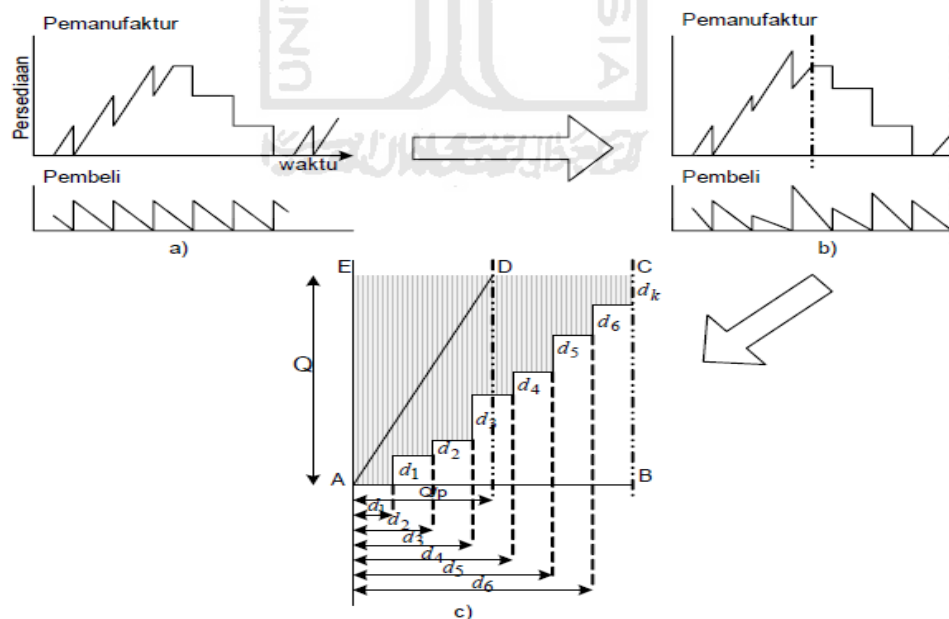
$$f_{ce} = \min (Z_{cme} + f_{c,m-1}) \quad \text{untuk } m = 1, 2, \dots, e \text{ dan } 1 \leq m \leq e \leq T \quad (5)$$

dengan Z_{cme} adalah total ongkos apabila setup atau manufaktur dilakukan oleh pemanufaktur di periode c dan pengiriman dilakukan di periode m untuk

memenuhi permintaan pembeli dari periode m sampai dengan periode e . Fungsi Z_{cme} yang layak (*feasible*) adalah untuk $c \geq m$ (Tabel 1), karena komponen harus di produksi di periode c terlebih dahulu, sebelum dapat dikirim di periode m , untuk $c, m = 1,2,3$. Kriteria batasan dalam model integrasi antara pamanufaktur dan pembeli adalah $g_0 = 0$, karena diasumsikan tidak ada persediaan pada awal horison perencanaan dan $f_{ce} = 0$, untuk $c > e$. Selanjutnya, fungsi Z_{cme} dapat dirumuskan untuk dua kondisi berikut,

Tabel 3.1 Alternatif fungsi ongkos Z_{cme}

$c = 1$				$c = 2$				$c = 3$			
		e				e				e	
m	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3
1	Z_{111}	Z_{112}	Z_{113}	1	Z_{211}	Z_{212}	Z_{213}	1	Z_{311}	Z_{312}	Z_{313}
2	Z_{121}	Z_{122}	Z_{123}	2	Z_{221}	Z_{222}	Z_{223}	2	Z_{321}	Z_{322}	Z_{323}
3	Z_{131}	Z_{132}	Z_{133}	3	Z_{231}	Z_{232}	Z_{233}	3	Z_{331}	Z_{332}	Z_{333}



Gambar 3.1. Hubungan pamanufaktur dan pembeli
 a) model Kim dan Ha (2003), b) model yang diusulkan, c) kurva produksi

- a. Apabila periode saat dilakukan *setup* (c) bersamaan dengan jadwal pengiriman komponen ke pembeli (m), maka $c = m$, sehingga tidak terdapat ongkos simpan di pamanufaktur, yang terjadi hanya ongkos simpan pembeli. Total ongkos yang relevan terdiri atas ongkos *setup*, ongkos transportasi, ongkos pesan dan ongkos simpan pembeli

$$Z_{cme} = S + F_v + A + rC_p \left(I_{cme}^{pb} \right) \text{ untuk } I_{cme}^{pb} = \sum_{y=m}^e \left(\sum_{x=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy} \right)$$

$$Z_{cme} = S + F_v + A + rC_p \left(\sum_{y=m}^e \left(\sum_{x=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy} \right) \right) \text{ dengan } 1 \leq c \leq m \leq e \leq T \quad (6)$$

dan $Q_{cmx} = \sum_{k=m}^x d_k$, $Q_{cmy} = \sum_{k=m}^y d_k$, untuk $c = 1, 2, \dots, T$ dan $x, y \subset e$

- b. Apabila periode saat dilakukan *setup* ($=c$) tidak bersamaan dengan jadwal pengiriman komponen ke pembeli ($=m$), maka $c \neq m$. Oleh karena *setup* sudah dilakukan di periode sebelumnya, yaitu periode c , maka $(m - c)$ menyatakan jumlah periode yang masih memiliki sejumlah komponen di tempat penyimpanan pamanufaktur yang belum di kirim ke pembeli. Total ongkos yang relevan terdiri atas ongkos transportasi, ongkos pesan, ongkos simpan pembeli dan ongkos simpan pamanufaktur

$$Z_{cme} = F_v + A + rC_p \left(I_{cme}^{pb} \right) + rC_v \left(I_{cme}^{pm} \right) \text{ dengan}$$

$$I_{cme}^{pm} = (m - c) \left(\sum_{j=m}^e \left(jQ_{cmj} - \frac{(Q_{cmj})^2}{2P} \right) \right) \text{ dan } Q_{cmj} = \sum_{k=m}^j d_k$$

sehingga total ongkos sistem dapat dituliskan dalam persamaan (7):

$$Z_{cme} (c \neq m) = F_v + A + rC_p \left[\sum_{y=m}^e \left(\sum_{x=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy} \right) \right] + \quad (7)$$

$$rC_v (m - c) \left[\sum_{j=m}^e \left(jQ_{cmj} - \frac{(Q_{cmj})^2}{2P} \right) \right]$$

dengan $1 \leq c \leq m \leq e \leq T$

2. Pencarian Solusi

Pencarian solusi permasalahan model integrasi pamanufaktur-pembeli mempergunakan pendekatan *forward dynamic programming*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Langkah 1 Tetapkan $g_0 = 0$ dan $f_{ce} = 0$, untuk $c > e$, sebagai kriteria batasan. Kondisi $c > e$ tidak mungkin terjadi, karena periode c merupakan periode dilakukannya proses *setup* oleh pamanufaktur untuk memproduksi permintaan pembeli sampai dengan periode e
- Langkah 2 Hitung semua nilai Z_{cme} yang layak (*feasible*) dengan persamaan (6) atau (7)
- Langkah 3 Evaluasi ongkos minimum yang mungkin pada periode e dengan *setup* dilakukan di periode c yaitu f_{ce} mempergunakan persamaan (5)
- Langkah 4 Evaluasi ongkos total minimum sistem pada periode e (g_e) dengan persamaan (4)
- Langkah 5 Evaluasi hasil yang diperoleh untuk menentukan ukuran lot produksi dan jadwal pengiriman komponen ke pembeli berdasarkan total ongkos minimum

Pada kenyataannya permasalahan yang dihadapi pamanufaktur dalam memenuhi permintaan pembeli adalah adanya keterbatasan kapasitas produksi. Oleh karena itu model program dinamis selanjutnya memperhatikan

keterbatasan kapasitas produksi pemanufaktur. Dalam hal ini diperlukan kriteria tambahan sebagai kondisi pembatas. Adapun kriteria pembatas yang dimaksud merupakan kondisi bahwa kapasitas produksi harus lebih besar atau sama dengan ukuran lot produksi pemanufaktur, yang dinyatakan sebagai berikut

Z_{cme} = tidak *feasible*, jika $p_m < Q_m$, dengan

$$Q_m = \sum_{k=m}^e d_k, \text{ untuk } 1 \leq m < e < T, \quad (8)$$

Hal di atas berlaku juga untuk f_{ce} , karena f_{ce} merupakan komponen dari Z_{cme} .

3.6 Analisa dan Pembahasan

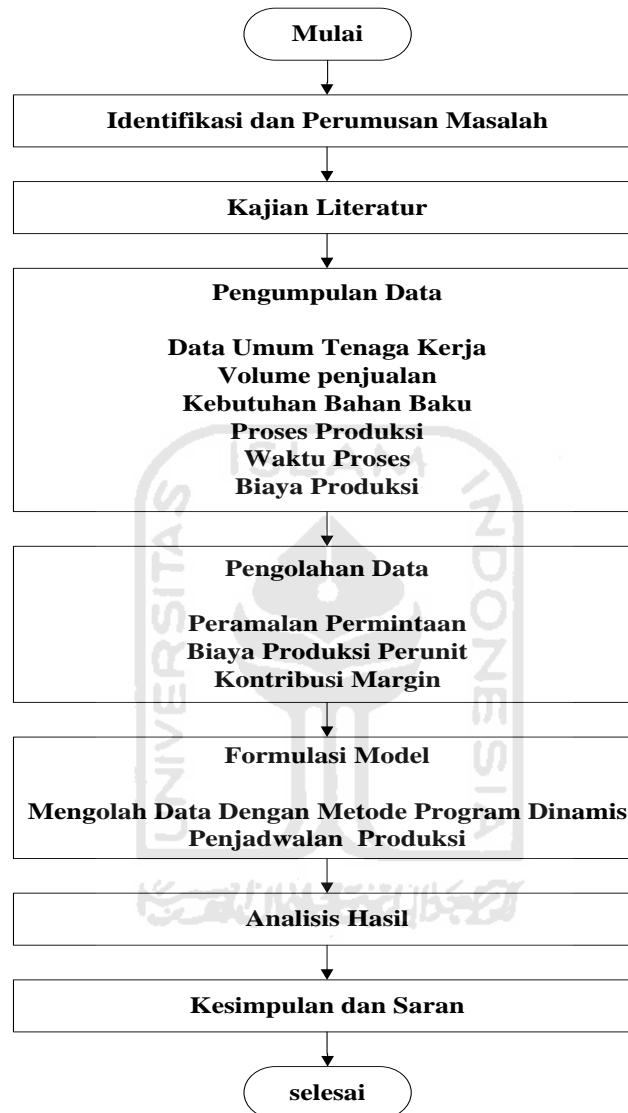
Setelah dilakukan pengolahan data, pembentukan model, serta simulasi terhadap model usulan yang dibangun, maka tahap selanjutnya adalah menganalisa model usulan mana dari kombinasi produk tersebut yang optimal dengan deviasi yang tidak diinginkan minimum dan mendapatkan pendapatan penjualan yang maksimum. Dengan demikian maka kebijakan dalam perencanaan produksi tercapai.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Memberikan kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan dan saran bagi perusahaan agar dapat mencapai keuntungan yang maksimal.

3.8 Diagram Alur Penelitian

Adapun tahapan penelitian tersebut dapat digambarkan dalam diagram alur



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

Phia sebenarnya adalah makanan yang berasal dari Cina. Seperti halnya dengan bakpia, phia terdiri dari kulit dan isi. Namun yang membedakan adalah isinya yang juga renyah. Phia Deva adalah salah satu yang memproduksi panganan phia. Berdiri pada bulan Mei tahun 2003 dirintis oleh Nyonya Anifah Mei Khati. Nama Deva sendiri diambil dari nama kedua anaknya yaitu Deni dan Eva. Phia Deva adalah bakpia buatan Nyonya Anifah Mei Khati yang mempunyai bentuk kotak tanpa bahan pengawet dan sudah di uji di laboratorium. Untuk kulitnya, ibu Mei menggunakan system pengolahan pastry dan pengeringan sehingga jauh lebih renyah. Isinya pun tidak kalah renyah karena Phia Deva memiliki isi yang kering. Jadi, memiliki kerenyahan luar dalam. Produksi Phia yang dilakukan oleh ibu Mei setiap harinya tidak tetap. Dalam menjalankan usahanya ibu Mei mempekerjakan karyawan sebanyak 44 orang. Phia deva terletak di Jl. Gabus No 18 Minomartani, Yogyakarta dan mempunyai empat toko cabang yang seluruhnya terletak di Yogyakarta. Selain menjual produknya melalui ke empat toko cabang tersebut, Phia Deva juga melakukan kemitraan dengan \pm 40 agen oleh-oleh yang tersebar di Yogyakarta. Untuk pemasarannya meliputi area Yogyakarta dan telah tersebar sampai sebagian wilayah Jawa Tengah.

4.1.2 Data Umum Tenaga Kerja

Jam kerja yang berlaku pada perusahaan makanan Phia Deva adalah 6 hari kerja senin sampai sabtu, dimana pada 1 hari kerja ada 6 jam kerja. Adapun jam kerja yang ditetapkan oleh perusahaan adalah sebagai berikut :

Masuk : pukul 07.30 wib - 15.30 wib

Istirahat : pukul 11.30 wib - 12.30 wib

Phia deva memiliki 44 orang tenaga kerja. Para pekerja umumnya wanita dan hanya beberapa pekerja pria, pekerja pria biasanya bekerja di gudang dan sebagai pengirim pesanan.

4.1.3 Data Hasil Produksi

Produk yang dihasilkan selain phia antara lain adalah kripik, biskuit, tart dan berbagai panganan oleh-oleh lainnya. Produk yang menjadi penelitian pada tugas akhir ini adalah phia, karena produk phia merupakan penjualan utama dimana proses produksinya hampir berlangsung setiap hari kerja. Berikut data volume penjualan produk untuk 12 periode yang disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Volume Penjualan

Bulan	Periode (2 minggu)	Volume Penjualan (Kotak)
Juli	I	4.896
	II	4.938
Agustus	I	4.974
	II	5.328
September	I	5.472
	II	8.640
Oktober	I	6.408
	II	4.500
November	I	4.560
	II	4.860
Desember	I	5.040
	II	5.100

Dari data volume penjualan selama 6 bulan tersebut, mulai dari bulan juli hingga desember didapat nilai rata – rata penjualan untuk setiap bulannya sebesar

$$= (9.834 + 10.302 + 14.112 + 10.908 + 9.420 + 10.140) : 6 = 10.786 \text{ kotak}$$

4.1.4. Bahan Baku

Pengadaan bahan baku merupakan suatu hal yang penting untuk diperhitungkan dalam suatu sistem produksi. Tanpa adanya pengadaan bahan baku, maka keseluruhan proses akan terganggu dan kegiatan produksi tidak akan berlangsung dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan bahan baku yang tepat agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik. Bahan baku utama yang digunakan adalah tepung terigu, gula pasir dan selai. Bahan baku pendukung, antara lain garam, margarin, minyak goreng, dan telur.

Tabel 4.2 Kebutuhan Bahan Baku dan Bahan Pendukung produksi phia (kotak)

No	Bahan Baku	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga Kebutuhan (Rp)
1	Tepung terigu	0,063	kg	6.500	406,25
2	Tepung terigu (isi)	0,031	kg	6.500	201,5
3	Gula pasir	0,031	kg	10.300	321,875
4	Selai strawbery	0,063	kg	36.000	2.250
5	Selai nanas	0,063	kg	34.000	2.125
6	Selai kacang	0,063	kg	54.000	3.375
7	Selai coklat	0,063	kg	42.000	2.625
8	Gula aren	0,063	kg	11.500	718,75
9	Keju	0,0313	kg	79.800	2.493,75
10	Telur	0,02	kg	12.000	240
11	Margarin	0,025	kg	9.000	225
12	Minyak goreng	0,005	lt	10.750	53,75
13	garam	0,00006	kg	1.400	0,084

4.1.5 Proses Produksi

Proses pengolahan dalam pembuatan phia ini ada beberapa tahapan. Tahap pertama adalah persiapan untuk bahan adonan kulit dan adonan isi, kemudian masing-masing bahan ditimbang dengan komposisi yang tepat. Pengolahan bahan adonan antara kulit dan isi harus dibedakan, pada pengolahan ini bahan dicampur merata dan dimixer selama ± 20 menit sehingga adonan benar - benar merata. Setiap proses ini akan menghasilkan 20 kotak berdasarkan kapasitas alatnya. Tahap selanjutnya penipisan adonan kulit dengan mesin doughsheeter. Hasil dari penipisan ini belum benar-benar tipis, selanjutnya bahan dipotong kotak-kotak untuk kemudian ditimbang seberat 7 gr. Bahan kulit ditipiskan kembali dengan menggunakan alat penggiling mie melalui dua kali proses penggilingan dengan ukuran 8 dan 9. Bahan kulit yang sudah tipis selanjutnya diletakan diatas kertas transparan dengan penataan kulit harus 5 barisan dengan jarak 0,5 cm. Setelah itu kulit diisi dengan adonan isi seberat 10 gr dan dibentuk kotak seperti bantal. Selanjutnya diolesi kuning telur untuk kemudian di oven selama 15 menit. Sesudah pengovenan phia yang masih panas diletakan di box penampungan untuk didinginkan/ diangin-anginkan, dengan maximal penampungan sebanyak 10 kotak. Tujuan didinginkan adalah untuk mencegah terjadinya penjamuran yang nantinya dapat membuat makanan menjadi tidak awet. Jadi sebelum pengemasan phia harus benar-benar dalam keadaan dingin tidak hangat. Selanjutnya phia di bungkus plastik kemudian dikemas ke dalam kotak dari karton, setiap kotaknya berisi 18 biji phia. Phia yang sudah dikemas disimpan di gudang jadi. Kotak-kotak phia ditumpuk di atas alas kayu, fungsinya untuk mencegah lembab sehingga terhindar dari kerusakan. Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam kegiatan produksi.

Tabel 4.3 Alat-Alat Yang Digunakan

No	Nama Alat	Fungsi	Jumlah
1	Timbangan digital	Untuk menimbang bahan adonan	4
2	Mixer	Untuk meratakan adonan	3
3	Mesin Doughsheeter	Untuk menipiskan adonan kulit dari adonan yang menggumpal	1
4	Penggiling mie	Untuk menipiskan adonan kulit hingga benar-benar tipis	6
5	Oven gas	Untuk memanggang phia	3
6	Alat press kemasan	Untuk menyegel kemasan plastik	5

4.1.6 Data Pengamatan Waktu Proses

Waktu proses adalah waktu yang digunakan untuk memproses satu kotak (18 potong) produk dari proses pembahanan sampai dengan proses *finishing*. Berikut ini merupakan data waktu proses produksi tiap stasiun kerja. kapasitas yang tersedia berdasarkan jumlah alat atau tenaga kerja yang tersedia dalam masing-masing stasiun kerja atau alat yang digunakan.

Tabel 4.4 Waktu Proses per Kotak

Proses	Jumlah (orang)	Waktu
Penimbangan	5	11 detik
Mixer	3	1 menit
Penipisan dengan doughsheeter	1	25 detik
Penipisan dengan penggiling mie	8	18 detik
Pengisian dan pelipatan	10	21 detik
Pengolesan	6	8 detik
Pengovenan	3	1,5 menit
Pengemasan	5	18 detik
Total waktu		4 menit 11 detik (4,183 menit)

4.1.7 Daftar Harga Jual Produk

Harga jual produk untuk semua rasa adalah Rp 10.750 kecuali untuk rasa kacang harga jualnya adalah Rp 13.250. Hal ini karena harga selai kacang yang lebih mahal jika dibandingkan harga selai yang lain. Sedangkan produksi untuk rasa keju memiliki porsi yang lebih besar dibanding produksi rasa lainnya, karena jumlah peminat yang lebih banyak dipasaran. Perbandingan produksi rasa keju dengan rasa lainnya adalah 2 : 3

4.1.8 Data Biaya

Klasifikasi biaya penyusun harga pokok produksi berdasarkan sifatnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Biaya Penyusun Harga Pokok Produksi

No	Biaya	Tetap	Variabel	Semivariabel
1	Bahan baku		✓	
2	Tenaga kerja : • Langsung		✓	
3	<i>Overhead</i> Pabrik : • Penyusutan • Pemeliharaan • Transportasi • Staff/Ahli • Listrik dan Telepon • Bahan penolong • Biaya Simpan	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓

4.1.8.1 Biaya Bahan Baku

Biaya bahan baku dan bahan pendukung setiap produk berdasarkan kebutuhannya adalah :

- Biaya bahan baku produk phia rasa strawberry
 - = \sum kebutuhan bahan baku (Tepung terigu + Gula pasir + Selai strawbery + Telur + Margarin + Minyak goreng + garam)
 - = Rp 406,25 + Rp 321,875 + Rp 2.250 + Rp 240 + Rp 225 + Rp 53,75 + Rp 0,084
 - = Rp 3.496,959

- Biaya bahan baku produk phia rasa nanas
 - = \sum kebutuhan bahan baku (Tepung terigu + Gula pasir + Selai nanas + Telur + Margarin + Minyak goreng + garam)
 - = Rp 406,25 + Rp 321,875 + Rp 2.125 + Rp 240 + Rp 225 + Rp 53,75 + Rp 0,084
 - = Rp 3.371,959

- Biaya bahan baku produk phia rasa kacang
 - = \sum kebutuhan bahan baku (Tepung terigu + Gula pasir + Selai kacang + Telur + Margarin + Minyak goreng + garam)
 - = Rp 406,25 + Rp 321,875 + Rp 3.375 + Rp 240 + Rp 225 + Rp 53,75 + Rp 0,084
 - = Rp 4.621,959

- Biaya bahan baku produk phia rasa coklat
 - = \sum kebutuhan bahan baku (Tepung terigu + Gula pasir + Selai coklat + Telur + Margarin + Minyak goreng + garam)
 - = Rp 406,25 + Rp 321,875 + Rp 2.625 + Rp 240 + Rp 225 + Rp 53,75 + Rp 0,084
 - = Rp 3.871,959

- Biaya bahan baku produk phia rasa gula aren per kotak
 - = \sum kebutuhan bahan baku (Tepung terigu + Gula pasir + gula aren + Telur + Margarin + Minyak goreng + garam)
 - = Rp 406,25 + Rp 321,875 + Rp 718,75 + Rp 240 + Rp 225 + Rp 53,75 + Rp 0,084
 - = Rp 1.965,709

- Biaya bahan baku produk phia rasa keju per kotak
 - = \sum kebutuhan bahan baku (Tepung terigu + Tepung terigu (isi) + Gula pasir + keju + Telur + Margarin + Minyak goreng + garam)
 - = Rp 406,25 + 201,15 + Rp 321,875 + Rp 2.493,75 + Rp 240 + Rp 225 + Rp 53,75 + Rp 0,084
 - = Rp 3.942,209

Tabel 4.6 Biaya Bahan Baku

No	Produk	Total Biaya Bahan-Baku per Kotak (Rp)
1	Phia strawberry	3.496,959
2	Phia nanas	3.371,959
3	Phia kacang	4.621,959
4	Phia coklat	3.871,959
5	Phia gula aren	1.965,709
6	Phia keju	3.942,209

4.1.8.2 Biaya Tenaga Kerja

Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya operasional adalah biaya tenaga kerja langsung dan biaya *overhead*. Phia deva saat ini memiliki 2 orang ahli/*staff* dan memiliki 36 tenaga kerja langsung. Yang termasuk tenaga kerja langsung disini adalah tenaga terampil yang langsung berhubungan dengan kegiatan produksi. Upah tenaga kerja langsung sebesar Rp. 15.000 per hari, sedangkan untuk ahli/*staff* rata-rata

memperoleh Rp. 25.000 per hari. Untuk biaya *Overtime* perusahaan menetapkan biaya tenaga kerja langsung mendapatkan dua kali dari upah per menit.

4.1.8.3 Biaya *Overhead* Pabrik

Biaya *overhead* pabrik adalah semua biaya produksi selain biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung. Biaya *overhead* pabrik dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut :

1. Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang jumlah totalnya tetap selama periode waktu tertentu meskipun terjadi perubahan besar dalam total kegiatan atau volume yang berkaitan dengan biaya tetap tersebut. Yang termasuk biaya tetap adalah biaya listrik, biaya telepon, biaya penyusutan, biaya perawatan mesin.

2. Biaya Variabel

Biaya variabel adalah biaya yang totalnya berubah secara proporsional dengan perubahan total kegiatan atau volume yang berkaitan dengan biaya variabel tersebut. Yang termasuk biaya variabel adalah biaya listrik dan biaya telepon, karena biaya ini berubah tiap bulannya yang dipengaruhi volume produksi.

3. Biaya Semivariabel

Biaya semivariabel adalah biaya yang di dalamnya terkandung biaya tetap dan biaya variabel yang dipisahkan dengan metode regresi linear.

Berikut ini adalah besarnya biaya *overhead* menurut sifatnya sebagai berikut :

1. Biaya Tetap

a. Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan peralatan dihitung menggunakan metode *straight line method*. Dengan metode ini beban penyusutan dihitung sama rata untuk seluruh umur daripada aset dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Depresiasi} = \frac{\text{nilai beli} - \text{nilai residu}}{\text{umur peralatan}}$$

Tabel 4.7 Biaya Penyusutan

No	Nama alat	Jumlah (Unit)	Harga (Rp)	Nilai Residu (Rp)	Umur Ekonomis (Tahun)	Penyusutan Per Bulan (Rp)
1	Timbangan digital	10	175.000	25.000	5	25.000
2	Mixer	3	4.500.000	1.000.000	7	12.5000
3	Mesin Doughsheeter	1	27.000.000	3.500.000	14	13.9881
4	Penggiling mie	8	275.000	35.000	8	20.000
5	Oven gas	3	4.000.000	800.000	8	100.000
6	Alat press kemasan	5	225.000	25.000	7	11.904,76
7	Peralatan pelengkap		3.000.000	750.000	8	23.437,5
Jumlah						445.223,2

Dengan rincian perhitungan biaya penyusutan sebagai berikut.

Biaya penyusutan timbangan digital

$$\text{Depresiasi bulanan} = \frac{\text{Rp } 175.000 - \text{Rp } 25.000}{5 \times 12} = \text{Rp } 2.500$$

Perhitungan biaya penyusutan untuk peralatan – peralatan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

b. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan sebesar Rp 475.000 per bulan. meliputi biaya :

pemeliharaan kendaraan	= Rp 75.000
pemeliharaan dan perbaikan peralatan	= Rp 250.000
pemeliharaan bangunan dan fasilitas	= Rp 125.000
pemeliharaan administrasi	= Rp 25.000

c. Gaji *Staff/Ahli*

Staff/ahli di Phia deva berjumlah 2 orang. Rata-rata mendapatkan gaji masing-masing Rp. 25.000 per hari, jadi total gaji *staff/ahli* per hari adalah Rp 50.000

2. Biaya Variabel

a. Biaya Transportasi

Kebutuhan biaya transportasi yang digunakan perusahaan per bulannya adalah Rp. 300.000. Biaya ini adalah biaya pengiriman barang ke para agen. Pengiriman dilakukan dengan menggunakan 1 mobil pick up dengan kapasitas 4000 kotak dan 2 kendaraan bermotor dengan kapasitas masing – masing 200 kotak. Pengiriman menggunakan mobil pick up dilakukan pada agen – agen yang memiliki jarak berdekatan (didalam kota), sedangkan pengiriman menggunakan kendaraan bermotor untuk pengiriman ke agen – agen yang cukup jauh lokasinya.

Biaya transportasi per kotak adalah

$$= \frac{\text{biaya transportasi per bulan}}{\text{rata-rata jumlah penjualan per bulan}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 300.000}{10.786} = \text{Rp } 27,814$$

b. Biaya Bahan Penolong

Pada penelitian ini bahan penolong yang digunakan adalah pembungkus plastik, kotak kemasan, berikut adalah masing-masing kebutuhan perkotaknya :

Tabel 4.8 Biaya Bahan Penolong

No	Nama bahan	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga Kebutuhan (Rp)
1	plastik	1	lembar	25	25
2	kotak kemasan	1	kotak	740	740
3	Bahan bakar gas	1 : 6000	tabung	72.000	12
	Total				777

3. Biaya Semivariabel

Pada penelitian ini yang termasuk biaya semivariabel adalah biaya listrik dan telepon, berikut tabel biaya listrik dan telepon pada bulan sebelumnya :

Tabel 4.9 Biaya Listrik dan Telepon (Rp)

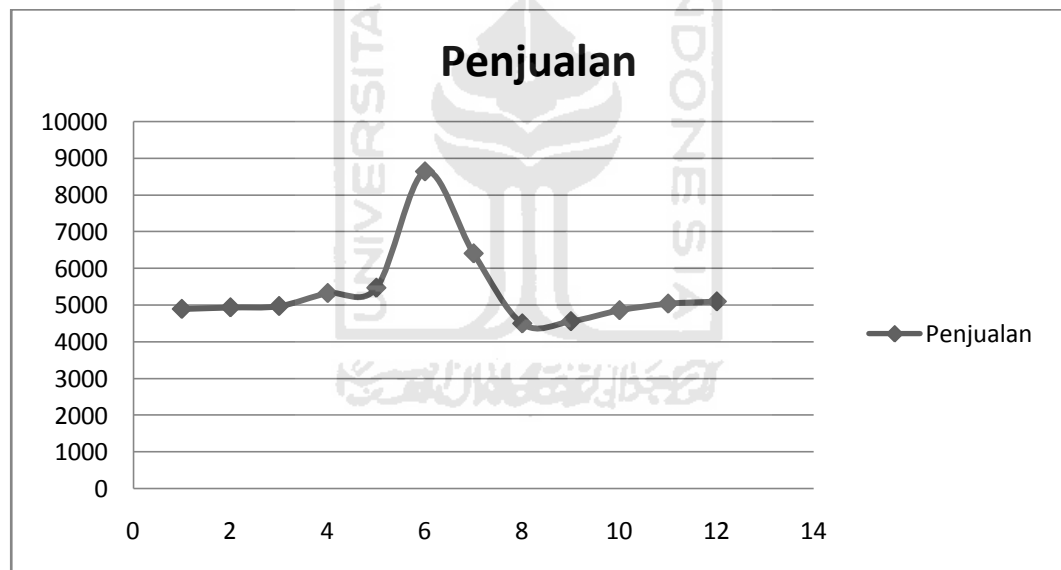
No	Bulan	Biaya Listrik (Rp)	Biaya Telepon (Rp)
1	Juli	1.585.000	342.500
2	Agustus	1.586.000	320.500
3	September	1.892.500	428.400
4	Oktober	1.591.500	330.800
5	November	1.581.000	298.700
6	Desember	1.575.800	329.600

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Peramalan

Proses peramalan dibutuhkan untuk mengetahui jumlah permintaan untuk periode selanjutnya, yang akan digunakan sebagai target pemenuhan produksi masing-masing produk di periode berikutnya. Dengan menggunakan data historis 12 periode yang lalu maka didapatkan hasil peramalan.

Langkah awal dalam peramalan adalah dengan melakukan *plotting* terhadap data historis. Hal ini untuk mengetahui pola data apa yang terbentuk sehingga dapat menentukan metode peramalan yang sesuai.



Gambar 4.10 Plot Data Penjualan

Hasil *plotting* menunjukkan penjualan produk membentuk pola data stasioner. Untuk itu digunakan metode Moving Average sebagai metode peramalannya, dengan persamaan sebagai berikut.

$$MA = \frac{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-(N-1)}}{N}$$

Dimana :

A = Permintaan aktual pada periode – t

N = jumlah data permintaan

Dari persamaan tersebut akan didapatkan hasil perhitungan peramalan sebagai berikut:

Tabel 4.10 Perhitungan Peramalan

Periode	Volume Penjualan (Kotak) A	Peramalan dengan MA 3-bulanan f_t	Peramalan dengan MA 4-bulanan f_t	Peramalan dengan MA 5-bulanan f_t	Peramalan dengan MA 6-bulanan f_t
1	4.896	-	-	-	-
2	4.938	-	-	-	-
3	4.974	-	-	-	-
4	5.328	4936	-	-	-
5	5.472	5080	5034	-	-
6	8.640	5258	5178	5121,6	-
7	6.408	6480	6103,5	5870,4	5708
8	4.500	6840	6462	6164,4	5960
9	4.560	6516	6255	6069,6	5887
10	4.860	5156	6027	5916	5818
11	5.040	4640	5082	5793,6	5740
12	5.100	4820	4740	5073,6	5668
13		5000	4890	4812	5078
14		5046,667	4972,5	4874,4	4856,333
15		5048,889	5000,625	4937,28	4915,722
16		5031,852	4990,781	4952,736	4975,009
17		5042,469	4963,477	4935,283	4994,177
18		5041,07	4981,846	4902,34	5081,207

Setelah melakukan peramalan dengan metode-metode di atas, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter akurasi untuk memilih peramalan terbaik yaitu dengan menggunakan kriteria Mean Absolut Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE), dan Tracking Signal (TS). Suatu metode dianggap lebih baik dari metode yang lain jika metode tersebut memiliki MSE dan MAD paling kecil, serta nilai TS-nya berada dalam range ± 4 .

Adapun perbandingan metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 Perbandingan MAD, MSE, TR setiap metode

Metode	MAD	MSE	TR	Metode terbaik
MA 3-bulanan	9441,945	63364975	1,194201	MA 6-bulanan
MA 4-bulanan	10883,38	7995974	0,828057	
MA 5-bulanan	11884,32	14331913	3,189418	
MA 6-bulanan	6034,75	2523988	-2,06809	

Hasil peramalan yang dilakukan tentu saja diharapkan mendekati permintaan aktual, namun tetap saja setiap peramalan yang dilakukan mengandung kesalahan(error). Adapun kesalahan peramalan dari metode DEST ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12 Kesalahan Peramalan

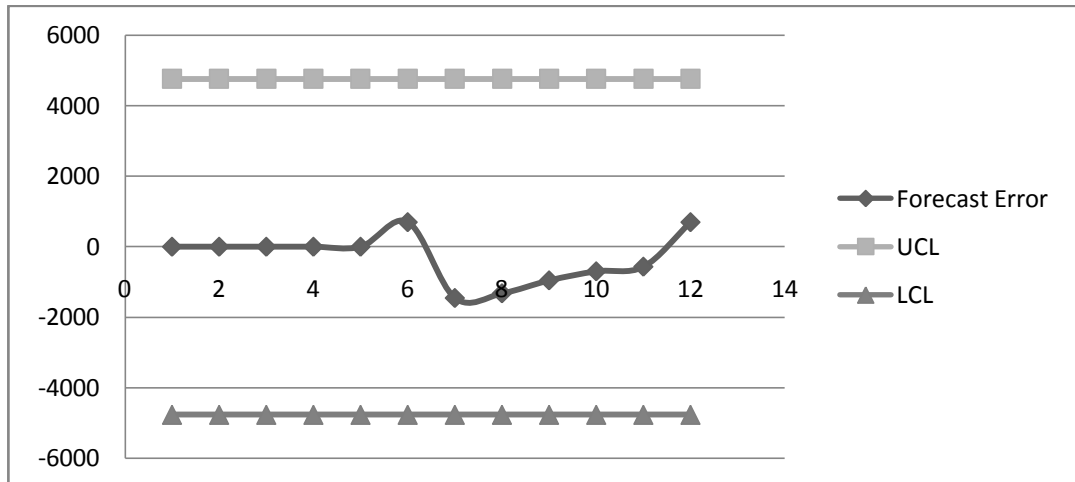
Periode	Kesalahan Peramalan
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	700
7	-1.460
8	-1.327
9	-958
10	-700
11	-568
12	700

Untuk mengetahui apakah peramalan masih dalam batas kontrol, dapat menggunakan peta kendali kontrol kesalahan peramalan. Pengendalian kesalahan menggunakan tingkat kepercayaan 99%.

$$s = \sqrt{\text{MSE}} = \sqrt{2523988} = 1.558,7$$

$$\text{UCL} = 0 + z_s = 0 + (3)(1.558,7) = 4766$$

$$\text{LCL} = 0 - z_s = 0 - (3)(1.558,7) = -4766$$



Gambar 4.2 Grafik Kontrol Kesalahan Peramalan

Adapun hasil peramalan untuk 6 periode kedepan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Hasil Peramalan (Unit)

Bulan	Periode	Penjualan (kotak)
Januari	I	5.078
	II	4.856
Februari	I	4.916
	II	4.975
Maret	I	4.994
	II	5.081

4.2.2 Perhitungan Biaya Produksi

4.2.2.1 Biaya Tenaga Kerja

$$\begin{aligned} \text{Biaya TK/menit} &= \frac{\text{upah per hari}}{\text{jam kerja per hari}} = \frac{\text{Rp } 15000}{7 \times 60 \text{ menit}} \\ &= \text{Rp } 36/ \text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan waktu kerja (menit / hari)} &= \text{Jumlah jam kerja} \times 60 \text{ menit} \\ &= (8-1) \times 60 \text{ menit} \\ &= 420 \text{ menit / hari} \end{aligned}$$

Besarnya waktu setiap hari (dalam menit) untuk masing - masing departemen adalah seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.14 Total Waktu Kerja Tenaga Kerja

Departemen	Jumlah (Orang)	Waktu (Menit/Hari)	Total Waktu (Menit/Hari)
Penimbangan	5	420	2.100
Mixer	3	420	1.260
Penipisan dengan doughsheeter	1	420	420
Penipisan dengan penggiling mie	8	420	3.360
Pengisian dan pelipatan	10	420	4.200
Pengolesan	6	420	2.520
Pengovenan	3	420	1.260
Pengemasan	5	420	2.100
Total			17.220

Perhitungan kapasitas produksi

$$\text{Kapasitas produksi} = \frac{\sum \text{tenaga kerja} \times \text{jam efektif}}{\sum \text{waktu proses per departemen}}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi departemen penimbangan} &= (2.100 \times 60 \text{ detik})/11 \\ &= 11.455 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama akan diketahui kapasitas masing-masing departemen. Berikut adalah tabel keseluruhan perhitungan untuk masing-masing departemen.

Tabel 4.15 Data Kapasitas Produksi

Departemen	Waktu Proses	Kapasitas Produksi/Hari
Penimbangan	11 detik	11.455
Mixer	1 menit	1.260
Penipisan dengan doughsheeter	25 detik	1.008
Penipisan dengan penggiling mie	18 detik	11.200
Pengisian dan pelipatan	21 detik	12.000
Pengolesan	8 detik	18.900
Pengovenan	1,5 menit	840
Pengemasan	18 detik	7000
Total	(4,183 menit)	

Dengan mengambil besar kapasitas produksi terendah, maka dapat dihitung besarnya waktu produktif pekerja, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Waktu produktif} &= \text{Waktu proses produk} \times \text{kapasitas produksi} \\ &= 4,183 \times 840 \\ &= 3.514 \text{ menit/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu non produktif} = 17.220 - 3.514 = 13.706 \text{ menit/hari}$$

$$\% \text{ waktu produktif} = \frac{3.514}{17.220} \times 100\% = 20,4 \%$$

$$\% \text{ waktu non produktif} = \frac{13.706}{17.220} \times 100\% = 79,6 \%$$

Perhitungan biaya tenaga kerja :

$$\begin{aligned} \text{Tenaga kerja produktif} &= \% \text{ Waktu produktif} \times \text{Biaya/menit} \times \text{Waktu proses} \\ &= 20,4 \% \times \text{Rp}36 \times 4,183 \\ &= \text{Rp} 30,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tenaga kerja non produktif} &= \% \text{ Waktu non produktif} \times \text{Biaya/menit} \times \text{Waktu proses} \\ &= 79,6 \% \times \text{Rp}36 \times 4,183 \\ &= \text{Rp} 119,87 \end{aligned}$$

Biaya tenaga kerja langsung per menit adalah

$$\begin{aligned} &= \text{biaya tenaga kerja produktif} + \text{biaya tenaga kerja non produktif} \\ &= \text{Rp} 30,73 + \text{Rp} 119,87 \\ &= \text{Rp} 150 / \text{menit} \end{aligned}$$

Total biaya tenaga kerja langsung per kotak adalah

$$\begin{aligned} &= \text{biaya tenaga kerja langsung} / \text{menit} \times \text{waktu proses produk} \\ &= \text{Rp} 150 \times 4,183 \\ &= \text{Rp} 627,45 \end{aligned}$$

4.2.2.2 Biaya *Overhead* Pabrik

4.2.2.2.1 Biaya *Overhead* Semivariabel

Yang termasuk biaya *overhead* semivariabel yaitu biaya listrik dan biaya telepon, dimana biaya yang dikeluarkan jumlah totalnya akan berubah sesuai dengan kapasitas produksinya yang di dalamnya terdapat biaya variabel dan biaya tetap.

Sehingga untuk mengetahuinya dilakukan pemisahan dengan menggunakan persamaan regresi linear :

$$Y = a + bx$$

Tabel 4.16 Perhitungan Biaya *Overhead* Semivariabel

No	Bulan	Volume Penjualan (Kotak) X	Total Biaya OH (Rp) Y	X ²	XY
1	Juli	9.834	1.927.500	96707556	18955035000
2	Agustus	10.302	1.906.500	106131204	19640763000
3	September	14.112	2.320.900	199148544	32752540800
4	Oktober	10.908	1.922.300	118984464	20968448400
5	November	9.420	1.879.700	88736400	17706774000
6	Desember	10.140	1.905.400	102819600	19320756000
	Jumlah	64.716	11.862.300	712.527.768	129.344.317.200

Dimana :

X = total volume penjualan seluruh produk tiap bulan.

Y = total biaya *overhead* tiap bulan

$$b = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{(6 \times 129.344.317.200) - (64.716 \times 11.862.300)}{(6 \times 712.527.768) - (64.716)^2}$$

$$= \text{Rp. } 96,376$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{N} = \frac{(11.862.300) - (96,376 \times 64.716)}{6}$$

$$= \text{Rp. } 937.537,129$$

Perhitungan biaya *overhead* tiap produk :

- $\text{BOH (bx)} = \text{b x rata-rata produksi total/bulan}$
 $= 96,376 \times 10.786$
 $= \text{Rp } 1.039.512,871$
- $\text{BOH/produk/periode} = (\text{waktu proses/total waktu proses}) \times \text{bx}$
- $\text{BOH /unit} = (\text{BOH/produk/periode})/\text{jumlah unit produk}$

Tabel 4.17 Perhitungan Biaya *Overhead* Variabel

Rata-rata produksi (Unit)	Waktu Proses (Menit)	Total Waktu Proses (Menit)	BOH/Produk/Periode (Rp)	BOH/Unit (Rp)
10.786	36,683	395.663	96,38	0,009

Dari perhitungan di atas maka didapat :

- Biaya *overhead* pabrik tetap (a)
 $= \text{Rp. } 937.537,129$ per bulan
- Biaya *overhead* pabrik variabel (BOH/unit)
 $= \text{Rp. } 0,009$ per kotak

4.2.2.2.2 Biaya Simpan

Adapun perhitungan biaya simpan yang ditetapkan perusahaan adalah :

- a. Biaya tenaga kerja
 $= \text{Rp. } 15.000$ per hari X 30
 $= \text{Rp } 450.000$ per bulan
- b. Biaya administrasi
 $= \text{Rp. } 25.000$ per bulan
- c. Biaya listrik gudang
 $= \text{Rp. } 55.000$ per bulan

Biaya tenaga kerja ,biaya listrik, biaya administrasi, dan biaya pemeliharaan yang digunakan sebesar Rp.530.000 per bulan. Sehingga biaya tenaga kerja, biaya listrik, biaya administrasi, dan biaya pemeliharaan untuk semua produk adalah total biaya dibagi rata-rata jumlah produksi semua produk per bulan.

Total rata-rata jumlah produksi semua produk per bulan adalah = 10.786 unit/bulan. Semua produk di tempatkan pada tempat penyimpanan yang sama, sehingga jumlah biaya tenaga kerja , biaya listrik, biaya administrasi, dan biaya pemeliharaan per unitnya adalah :

$$= \frac{\text{Rp. } 530.000}{10.786 \text{ unit/bulan}}$$

$$= \text{Rp. } 49,138 \text{ /unit/bulan}$$

d. Biaya kerusakan produk

Hasil produk jadi yang disimpan dalam gudang dapat mengalami kerusakan ataupun penyusutan. Oleh karena itu, pihak perusahaan menetapkan biaya kerusakan produk sebesar 5% dari harga jual produk :

$$= 5\% \times \text{Rp. } 10.750$$

$$= \text{Rp. } 537,5/\text{unit/bulan}$$

Kecuali untuk phia rasa kacang, maka harga simpannya menjadi

$$= 5\% \times \text{Rp. } 13.250$$

$$= \text{Rp } 662,5/\text{unit/bulan}$$

e. Biaya Modal

Penumpukan barang di gudang berarti penumpukan modal, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos yang dapat diukur dengan suku bunga bank.

Dalam hal ini suku bunga bank dianggap konstan per bulan 1% (Bank BRI).

Berikut contoh perhitungan suku bunga bank :

$$= \text{Rp. } 107,5/\text{kotak}/\text{bulan}$$

Kecuali untuk phia kacang, maka suku bunga bank nya menjadi

$$= 1\% \times \text{Rp. } 13.250$$

$$= \text{Rp. } 132,5/\text{kotak}/\text{bulan}$$

Total biaya simpan untuk per kotaknya adalah

$$= (\text{biaya tenaga kerja} + \text{biaya administrasi} + \text{biaya listrik}$$

$$+ \text{biaya pemeliharaan}) + \text{biaya kerusakan} + \text{suku bunga bank}$$

$$= \text{Rp. } 49,138 + \text{Rp } 537,5 + \text{Rp } 107,5$$

$$= \text{Rp } 694,138/\text{kotak}/\text{bulan}$$

Total biaya simpan untuk rasa kacang adalah

$$= \text{Rp } 49,138 + \text{Rp } 662,5 + \text{Rp } 132,5$$

$$= \text{Rp } 844,138/\text{kotak}/\text{bulan}$$

4.2.3 Kontribusi Margin

Dari perhitungan di atas dapat ditentukan harga pokok produksi. Harga pokok produksi adalah total dari biaya-biaya variable. Berikut adalah yang termasuk dalam biaya variable :

Tabel 4.18 Total Biaya Variabel (Rp)

No	Produk	BBB	BTK	BOH	Biaya Simpan	Biaya Transportasi	Bahan Penolong	Total
1	Phia strawberry	3.496,959	627,45	0,009	694,138	27,814	777	5.623,37
2	Phia nanas	3.371,959	627,45	0,009	694,138	27,814	777	5.498,37
3	Phia kacang	4.621,959	627,45	0,009	844,138	27,814	777	6.898,37
4	Phia coklat	3.871,959	627,45	0,009	694,138	27,814	777	5.998,37
5	Phia gula aren	1.965,709	627,45	0,009	694,138	27,814	777	4.092,12
6	Phia keju	3.942,209	627,45	0,009	694,138	27,814	777	6.068,62

Setelah mendapatkan biaya pokok produksi, maka dapat dihitung kontribusi margin dari harga jual produk, sebagai berikut :

Tabel 4.19 Kontribusi Margin (Rp)

No	Jenis Produk	Biaya Produksi (Rp)	Harga Jual ke Agen (Rp)	Kontribusi Margin (Rp)
1	Phia strawberry	5.623,37	10.750	5.126,63
2	Phia nanas	5.498,37	10.750	5.251,63
3	Phia kacang	6.898,37	13.250	6.351,63
4	Phia coklat	5.998,37	10.750	4.751,63
5	Phia gula aren	4.092,12	10.750	6.657,88
6	Phia keju	6.068,62	10.750	4.681,38

4.2.4 Pengolahan Data Sesuai Dengan Model

Data-Data Produksi

Data permintaan pembeli untuk 6 periode ke depan

Tabel 4.20 Data Permintaan

Bulan	Periode	Penjualan (kotak)
Januari	I	5.078
	II	4.856
Februari	I	4.916
	II	4.975
Maret	I	4.994
	II	5.081

Laju produksi (p) = 18.000 kotak/periode

Fraksi ongkos simpan (r)

$$r = \sum \text{biaya simpan} / \text{biaya produksi}$$

Tabel 4.21 Fraksi Ongkos Simpan

Jenis Produk	Biaya Simpan	Biaya Produksi (Rp)	Fraksi (r)
Phia strawberry	694,138	5.623,37	0,14
Phia nanas	694,138	5.498,37	0,14
Phia kacang	844,138	6.898,37	0,13
Phia coklat	694,138	5.998,37	0,13
Phia gula aren	694,138	4.092,12	0,19
Phia keju	694,138	6.068,62	0,13

Dihitung dengan asumsi persamaan biaya produksi karena setup yang sama berlaku untuk keseluruhan produksi. Perbandingan produksi produk adalah 3 : 2, untuk produk selain keju dan produk keju. Sehingga di dapat asumsi biaya produksi adalah :

$$r = (((0,14 + 0,14 + 0,13 + 0,13 + 0,19) / 5) \times 3/5) + (0,13 \times 2/5)$$

$$r = 0.14 \text{ atau } 14\%$$

Ongkos produksi (Cv) :

Dihitung dengan asumsi persamaan biaya produksi karena setup yang sama berlaku untuk keseluruhan produksi. Perbandingan produksi produk adalah 3 : 2, untuk produk selain keju dan produk keju. Sehingga di dapat asumsi biaya produksi adalah

$$Cv = (((5.623,37 + 5.498,37 + 6.898,37 + 5.998,37 + 4.092,12) : 5) \times 3/5) + (6.068,62 \times 2/5)$$

$$Cv = \text{Rp } 5.801$$

Ongkos per kotak yang dibayar agen pembeli (Cp) :

Dihitung dengan asumsi persamaan harga jual produksi karena setup yang sama berlaku untuk keseluruhan produksi. Harga untuk semua rasa kecuali rasa kacang adalah Rp 10.750 dan harga untuk rasa kacang adalah Rp 13.250. sedangkan perbandingan produksi produk adalah 3 : 2, untuk produk selain

keju dan produk keju. Sehingga di dapat asumsi harga yang dibayar agen adalah :

$$C_p = (((10.750 + 13.250 + 10.750 + 10.750 + 10.750) : 5) \times 3/5) + (10.750 \times 2/5)$$

$$C_p = \text{Rp } 11.050$$

Biaya set up (S)

$$S = \frac{\text{gaji karyawan / hari}}{8 \times 60 \text{ menit}} = \frac{\text{Rp } 25.000}{8 \times 60 \text{ menit}} = \text{Rp } 52,083/\text{menit}$$

Waktu set up yang dibutuhkan adalah 60 menit, sehingga biaya set up adalah

$$= \text{Rp } 52,083 \times 60$$

$$= \text{Rp } 3.125$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pesan pembeli (A)} &= 40 \text{ agen} \times \text{Rp } 5.000 \\ &= \text{Rp } 200.000 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya transportasi per trip (Fv)} = \text{Rp } 150.000$$

4.2.4.1 Perhitungan Total Ongkos Sistem Terintegrasi

Pada periode saat dilakukan setup (c) bersamaan dengan jadwal pengiriman produk ke pembeli (m), sehingga tidak terdapat ongkos simpan di pamanufaktur yang terjadi hanya ongkos simpan pembeli. Sehingga total ongkos yang relevan terdiri atas ongkos setup, ongkos transportasi, ongkos pesan dan ongkos simpan pembeli.

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p (I_{cme}^{pb}) \text{ untuk } I_{cme}^{pb} = \sum_{y=m}^e (\sum_{y=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy})$$

Sehingga dapat dituliskan sebagai

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p (\sum_{y=m}^e (\sum_{y=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy})) \text{ dengan } 1 \leq c \leq m \leq e \leq T$$

Sedangkan apabila periode saat dilakukan setup (c) tidak bersamaan dengan jadwal pengiriman produk ke pembeli(m), maka (m-c) menyatakan jumlah periode yang masih memiliki sejumlah produk di tempat penyimpanan pemanufaktur yang belum dikirim ke pembeli. Total ongkos yang relevan terdiri atas ongkos transportasi, ongkos pesan, ongkos simpan pembeli dan ongkos simpan pemanufaktur.

$$Z_{cme} = F_v + A + r C_p (I_{cme}^{pb}) + r C_v (I_{cme}^{pm}) \text{ dengan}$$

$$I_{cme}^{pm} = (m-c) \left(\sum_{j=m}^e \left(j Q_{cmj} - \frac{Q_{cmj}^2}{2P} \right) \right)$$

Sehingga dapat dituliskan sebagai

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p \left(\sum_{y=m}^e \left(\sum_{x=y}^e Q_{cmx} - Q_{cmx} \right) \right) + r C_v \left(\sum_{j=m}^e \left(j Q_{cmj} - \frac{Q_{cmj}^2}{2P} \right) \right)$$

Pada langkah pertama dilakukan perhitungan matrik total biaya produksi sistem terintegrasi. Sebagai contoh, diberikan perhitungan biaya produksi periode 1 dimana setup dilakukan pada periode 1 untuk pemenuhan periode 1 sendiri (Z_{111}), biaya produksi periode 1 untuk memenuhi periode 2 (Z_{112}). Z_{cme} = tidak feasible, jika $p_m < Q_m$

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p \left(\sum_{y=m}^e \left(\sum_{x=y}^e Q_{cmx} - Q_{cmx} \right) \right)$$

$$Z_{111} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,14 \times 11.050 (5.078 - 5.078)) = \text{Rp } 353.125$$

$$\begin{aligned} Z_{112} &= 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,14 \times 11.050 ((9.934 - 5.078) + (9.934 - \\ & 9.934))) \\ &= \text{Rp } 9.064.945 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama dapat dilakukan hingga biaya produksi periode 6 untuk memenuhi periode 6 sendiri (Z_{666}). Berikut keseluruhan perhitungan total biaya produksi.

Tabel 4.22 Matriks Total Ongkos Sistem

c	m	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6
1	1	353.125	9.064.945	26.622.843			
	2		8.829.284,6	42.611.854			
	3			26.832.295			
	4						
	5						
	6						
2	2		353.125	9.197.545	27.148.270		
	3			13.591.148	39.241.954		
	4				36.627.413		
	5						
	6						
3	3			353.125	9.328.488	27.544.413	
	4				18.488.706	72.186.343	
	5					46.705.065	
	6						
4	4				353.125	9.461.088	27.942.213
	5					23.527.532	87.601.445
	6						57.060.546
5	5					353.125	9.593.688
	6						28.705.273
6	6						353.125

4.2.4.2 Perhitungan Biaya Minimum Yang Mungkin Dari Periode C Sampai Dengan Periode E

Melakukan perbandingan biaya minimum tiap periode, untuk contoh diberikan diberikan perhitungan alternatif periode 1 dan 2

$$f_{ce} = \min (Z_{cme} + f_{c,m-1})$$

$$f_0 = 0$$

$$f_{11} = \min ((Z_{111} + f_{1,0}))$$

$$= \min (353.125 + 0)$$

$$= \text{Rp } 353.125$$

$$f_{12} = \min ((Z_{112} + f_{1,0}) ; (Z_{122} + f_{1,1}))$$

$$= \min ((9.064.945 + 0) ; (9.197.545 + 353.125))$$

$$= \text{Rp } 9.064.945$$

Dengan cara perhitungan yang sama perhitungan biaya minimum dapat dilakukan hingga periode 6 dan hasil selengkapnya dapat dilihat untuk memenuhi periode 6 sendiri (Z_{666}). Dari perhitungan biaya minimum dapat dilihat pada matriks alternatif biaya minimum produksi.

Tabel 4.23 Matriks Alternatif Biaya Minimum Produksi

f_{ce}	c	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6
	1	353.125	9.064.945	26.622.843	-	-	-
	2		353.125	9.197.545	27.148.270	-	-
	3			353.125	9.328.488	27.544.413	-
	4				353.125	9.461.088	27.942.213
	5					353.125	9.593.688
	6						353.125

4.2.4.3 Perhitungan Biaya Sistem Terintegrasi Yang Minimum Dari Periode 1 Sampai Dengan Periode E

Melakukan perbandingan biaya sistem integrasi minimum tiap periode, untuk contoh diberikan diberikan perhitungan alternatif periode 1 dan 2

$$g_e = \min (f_{ce} + g_{c-1})$$

$$g_0 = 0$$

$$g_1 = \min (f_{11} + g_0)$$

$$= \min (353.125 + 0)$$

$$= \text{Rp } 353.125$$

$$g_2 = \min ((f_{12} + g_0); (f_{22} + g_1))$$

$$= \min ((7.282.801 + 0) ; (353.125 + 353.125))$$

$$= \text{Rp } 706.250$$

Dengan cara perhitungan yang sama perhitungan biaya sistem integrasi minimum dapat dilakukan hingga periode 6. Berikut keseluruhan perhitungan total biaya sistem integrasi minimum.

Tabel 4.24 Biaya Sistem Integrasi Minimum

g_e	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6
	353.125	706.250	1.059.375	1.412.500	1.765.625	2.118.750

4.2.4.4 Analisa Ukuran Lot dan Jadwal Pengiriman

Dari perhitungan berdasarkan tabel g_e , menunjukkan bahwa periode 6 diperoleh solusi optimal (g_6), yang merupakan akumulasi dari semua periode g_1 hingga g_6 . Dalam hal ini g_6 merupakan kombinasi dari f_{66} dan g_5 , yang menunjukkan setup yang dilakukan pada periode 6 akan memenuhi permintaan di periode 6. Selanjutnya diketahui bahwa nilai f_{66} merupakan kontribusi dari Z_{666} dan f_{65} . Hal ini menunjukkan bahwa setup di periode 6 untuk memenuhi permintaan di periode 6 sejumlah 5.493 kotak dan dikirim pada periode 6 itu juga. Sedangkan ukuran lot produksi pada periode sebelumnya diproduksi sesuai permintaan produksi di periode tersebut dan dikirim di periode itu juga.

Tabel 4.25 Ukuran Lot Produksi Dan Jadwal Pengiriman Produk

	periode					
	1	2	3	4	5	6
Permintaan	5.078	4.856	4.916	4.975	4.994	5.081
Ukuran lot produksi	5.078	4.856	4.916	4.975	4.994	5.081
Jadwal pengiriman	5.078	4.856	4.916	4.975	4.994	5.081
Total biaya	353.125	706.250	1.059.375	1.412.500	1.765.625	2.118.750

Total ongkos pada periode 1 adalah $3.125 + 150.000 + 200.000 = 353.125$ yang terdiri dari biaya set up produksi, biaya pengiriman dan biaya pesan, dimana

tidak terjadi biaya simpan. Total ongkos periode berikutnya adalah sama dan merupakan kumulatif dari periode sebelumnya.

4.2.5 Total Biaya Produksi

Biaya secara keseluruhan selama periode perencanaan dapat dihitung dengan menjumlahkan biaya total produksi dari masing - masing periode perencanaan.

Total biaya produksi pada periode e

= Biaya sistem integrasi periode e + Biaya tetap + Cv (ongkos produksi) periode e

Biaya Tetap

= Biaya penyusutan + Biaya pemeliharaan + Biaya overhead tetap + gaji staff

= Rp 445.223,2 + Rp 475.000 + Rp. 937.537,129 + (2 × 12 × Rp 25.000)

= Rp 2.807.760,329

Total biaya produksi periode 1

= Biaya sistem integrasi periode 1 + biaya tetap + Cv periode 1

= Rp 353.125 + Rp 2.807.760,329 + (Rp 5.801 × 5.177)

= Rp 32.616.941,49

Total biaya produksi periode 2

= Biaya sistem integrasi periode 2 + biaya tetap + Cv periode 2

= Rp 353.125 + Rp 2.807.760,329 + (Rp 5.801 × 5.256)

= Rp 31.329.181,65

Total biaya produksi periode 3

= Biaya sistem integrasi periode 3 + biaya tetap + Cv periode 3

= Rp 353.125 + Rp 2.807.760,329 + (Rp 5.801 × 5.336)

= Rp 31.677.224,85

Total biaya produksi periode 4

= Biaya sistem integrasi periode 2 + biaya tetap + Cv periode 4

= Rp 353.125 + Rp 2.807.760,329 + (Rp 5.801 × 5.415)

= Rp 32.019.467,33

Total biaya produksi periode 5

= Biaya sistem integrasi periode 5 + biaya tetap + Cv periode 5

= Rp 353.125 + Rp 2.807.760,329 + (Rp 5.801 × 5.495)

= Rp 32.129.681,01

Total biaya produksi periode 6

= Biaya sistem integrasi periode 6 + biaya tetap + Cv periode 6

= Rp 353.125 + Rp 2.807.760,329 + (Rp 5.801 × 5.575)

= Rp 32.634.343,65

Sehingga total biaya produksi selama horison perencanaan adalah jumlah biaya produksi dari periode 1 hingga periode 6

= Rp 32.616.941,49 + Rp 31.329.181,65 + Rp 31.677.224,85 + Rp 32.019.467,33 +

Rp 32.129.681,01 + Rp 32.634.343,65

= Rp 192.406.840

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perhitungan Total Ongkos Sistem Terintegrasi

Pada periode saat dilakukan setup (c) bersamaan dengan jadwal pengiriman produk ke pembeli (m), sehingga tidak terdapat ongkos simpan di pamanufaktur yang terjadi hanya ongkos simpan pembeli. Sehingga total ongkos yang relevan terdiri atas ongkos setup S, ongkos transportasi F, ongkos pesan A dan ongkos simpan pembeli rC_p .

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p \left(\sum_{y=m}^e \left(\sum_{y=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy} \right) \right)$$

Sedangkan apabila periode saat dilakukan setup (c) tidak bersamaan dengan jadwal pengiriman produk ke pembeli(m), maka (m-c) menyatakan jumlah periode yang masih memiliki sejumlah produk di tempat penyimpanan pamanufaktur yang belum dikirim ke pembeli. Total ongkos yang relevan terdiri atas ongkos transportasi F, ongkos pesan A, ongkos simpan pembeli rC_p dan ongkos simpan pamanufaktur rC_v .

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p \left(\sum_{y=m}^e \left(\sum_{y=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy} \right) \right) + r C_v \left(\sum_{j=m}^e \left(j Q_{cmj} - \frac{Q_{cmj}^2}{2P} \right) \right)$$

Pada tabel 5.1 matriks total ongkos sistem Z_{cme} menunjukkan bahwa pemenuhan permintaan barang hanya sampai pada periode ke 3 di mulai dari periode saat dilakukan setup. Karena batasan $Z_{cme} =$ tidak feasible, jika $p_m < Q_m$.

Tabel 5.1 Matriks Total Ongkos Sistem

c	m	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6
1	1	353.125	9.064.945	26.622.843			
	2		8.829.284,6	42.611.854			
	3			26.832.295			
	4						
	5						
	6						
2	2		353.125	9.197.545	27.148.270		
	3			13.591.148	39.241.954		
	4				36.627.413		
	5						
	6						
3	3			353.125	9.328.488	27.544.413	
	4				18.488.706	72.186.343	
	5					46.705.065	
	6						
4	4				353.125	9.461.088	27.942.213
	5					23.527.532	87.601.445
	6						57.060.546
5	5					353.125	9.593.688
	6						28.705.273
6	6						353.125

5.2 Analisis Perhitungan Biaya Minimum Yang Mungkin Dari Periode C Sampai Dengan Periode E

Perbandingan biaya minimum tiap periode berdasarkan matriks total ongkos

Z_{cme}

$$f_{ce} = \min (Z_{cme} + f_{c,m-1}), \text{ dengan } f_{ce} = 0 \text{ apabila } c > e$$

Tabel 5.2 Matriks Alternatif Biaya Minimum Produksi

f_{ce}	c	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6
	1	353.125	9.064.945	26.622.843	-	-	-
	2		353.125	9.197.545	27.148.270	-	-
	3			353.125	9.328.488	27.544.413	-
	4				353.125	9.461.088	27.942.213
	5					353.125	9.593.688
	6						353.125

Dengan melihat tabel 5.2 matriks f_{ce} kemudian mengacu pada tabel 5.1 matriks Z_{cme} . Terlihat bahwa pengiriman yang dilakukan pada periode saat dilakukannya setup menjadi alternatif periode yang memiliki biaya minimum.

5.3 Analisis Perhitungan Biaya Sistem Terintegrasi Yang Minimum Dari Periode 1 Sampai Dengan Periode E

Melakukan perbandingan biaya sistem integrasi minimum tiap periode

$$g_e = \min (f_{ce} + g_{c-1}), \text{ dengan } g_e = 0$$

Tabel 5.3 Biaya Sistem Integrasi Minimum

g_e	e=1	e=2	e=3	e=4	e=5	e=6
	353.125	706.250	1.059.375	1.412.500	1.765.625	2.118.750

Hasil perhitungan memberikan solusi optimal pada g_6 adalah 2.118.750 yang merupakan akumulasi dari g_1 di periode 1 sampai g_6 di periode 6.

5.4 Analisa Ukuran Lot dan Jadwal Pengiriman

Dari perhitungan berdasarkan tabel 5.3, menunjukkan bahwa periode 6 diperoleh solusi optimal (g_6), yang merupakan akumulasi dari semua periode g_1 hingga g_6 . Dalam hal ini g_6 merupakan kombinasi dari f_{66} dan g_5 , yang menunjukkan setup yang dilakukan pada periode 6 akan memenuhi permintaan di periode 6. Selanjutnya diketahui bahwa nilai f_{66} merupakan kontribusi dari Z_{666} dan f_{65} . Hal ini menunjukkan bahwa setup di periode 6 untuk memenuhi permintaan di periode 6 sejumlah 5.493 kotak dan dikirim pada periode 6. Sedangkan ukuran lot produksi pada periode sebelumnya diproduksi sesuai permintaan produksi di periode tersebut dan dikirim di periode itu juga.

Tabel 5.4 Ukuran Lot Produksi Dan Jadwal Pengiriman Produk

	periode					
	1	2	3	4	5	6
Permintaan	5.078	4.856	4.916	4.975	4.994	5.081
Ukuran lot produksi	5.078	4.856	4.916	4.975	4.994	5.081
Jadwal pengiriman	5.078	4.856	4.916	4.975	4.994	5.081
Total biaya	353.125	706.250	1.059.375	1.412.500	1.765.625	2.118.750

Berdasarkan analisa pada tabel terlihat bahwa produksi pada periode tersebut hanya untuk memenuhi kebutuhan permintaan pada periode tersebut dan pengiriman dilakukan pada periode itu juga. Biaya yang berlaku adalah biaya pada periode saat dilakukan setup (c) bersamaan dengan jadwal pengiriman produk ke pembeli (m). Tidak terdapat ongkos simpan di pamanufaktur dan begitu juga ongkos simpan pembeli, mengingat produksi pada periode tersebut hanya untuk pemenuhan permintaan pada periode tersebut dan pengiriman pada periode itu juga. Sehingga biaya sistem integrasi hanya terdiri atas ongkos setup S, ongkos transportasi F, ongkos pesan A dan akumulasi biaya sistem integrasi sebelumnya

Total biaya sistem integrasi hingga periode e = $\sum_{e=1}^T e(S + F + A)_e$

5.5 Total Biaya Produksi

Biaya secara keseluruhan selama periode perencanaan dapat dihitung dengan menjumlahkan biaya total produksi dari masing - masing periode perencanaan. biaya total produksi terdiri dari biaya sistem integrasi periode e, biaya tetap, Cv (ongkos produksi) periode e. Sehingga total biaya produksi selama horison perencanaan adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 32.616.941,49 + \text{Rp } 31.329.181,65 + \text{Rp } 31.677.224,85 + \text{Rp } 32.019.467,33 + \\
 &\quad \text{Rp } 32.129.681,01 + \text{Rp } 32.634.343,65 \\
 &= \text{Rp } 192.406.840
 \end{aligned}$$

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah ukuran lot yang meminimasi biaya sistem integrasi pada permintaan yang berfluktuatif selama periode perencanaan adalah sebagai berikut. Periode 1 dengan jumlah ukuran lot 5.078 kotak dan minimasi total biaya integrasi Rp 353.125. Periode 2 dengan jumlah ukuran lot 4.856 kotak dan minimasi total biaya integrasi Rp 706.250. Periode 3 dengan jumlah ukuran lot 4.916 kotak dan minimasi total biaya integrasi Rp 1.059.375. Periode 4 dengan jumlah ukuran lot 4.975 kotak dan minimasi total biaya integrasi Rp 1.412.500. Periode 5 dengan jumlah ukuran lot 4.994 kotak dan minimasi total biaya integrasi Rp 1.765.625. Periode 6 dengan jumlah ukuran lot 5.081 kotak dan minimasi total biaya integrasi Rp 2.118.750
2. Jadwal produksi dan pengiriman produk untuk memenuhi permintaan selama periode perencanaan adalah sebagai berikut. Pada periode 1 memproduksi phia sejumlah 5.078 kotak untuk memenuhi permintaan pada periode 1 dan dikirim pada periode 1. Pada periode 2 memproduksi phia sejumlah 4.856 kotak untuk memenuhi permintaan pada periode 2 dan dikirim pada periode 2. Pada periode 3 memproduksi phia sejumlah 4.916 kotak untuk memenuhi permintaan pada periode 3 dan dikirim pada periode 3. Pada periode 4 memproduksi phia sejumlah 4.975 kotak untuk memenuhi permintaan pada

periode 4 dan dikirim pada periode 4. Pada periode 5 memproduksi phia sejumlah 4.994 kotak untuk memenuhi permintaan pada periode 5 dan dikirim pada periode 5. Pada periode 6 memproduksi phia sejumlah 5.081 kotak untuk memenuhi permintaan pada periode 6 dan dikirim pada periode 6.

3. Besarnya total biaya produksi selama horison perencanaan adalah Rp 192.406.840.

6.2 Saran

Model yang dikembangkan dapat diterapkan di dalam Perusahaan Makanan Phia Deva karena memiliki sistem yang terintegrasi dengan agen - agen. Metode ini dapat membantu perusahaan dalam menentukan jumlah ukuran lot yang optimal selama periode perencanaan yang akan berdampak pada optimasi biaya-biaya persediaan baik bagi perusahaan maupun para agen.

Sebagai pengembangan dari penelitian yang dilakukan, maka penelitian dapat diperluas dengan memperhitungkan pengaruh biaya setup yang jauh lebih tinggi daripada ongkos simpan dan mengabaikan kapasitas produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. (1992). *Manajemen Produksi, Perencanaan Sistem Produksi*. Yogyakarta : Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada.
- Assauri, S. (1993). *Manajemen produksi dan Operasi*. Edisi Keempat. Jakarta: Penerbit Lembaga Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Dimiyati, A. dan Tarliah, T. (1999). *operational research model – model pengambilan keputusan*. Bandung : Penerbit Sinar Baru Algesindo.
- Djoko, S. (2001). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Malang: penerbit UMM Press.
- Dreyfus, S. E. And Law, A. M. (1977). *The Art and Theory of Dynamic Programming*. London : Academic Press Inc.
- Mulyadi. (1993). *Sistem Akuntansi*. Edisi ke-3. Yogyakarta : Bagian Penerbitan Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi, YKPN.
- Nasution, A. H. (1999). *Perencanaan dan pengendalian produksi*, edisi keempat. Surabaya : Penerbit Guna Widya.
- Rangkuti, F. (2002). *Manajemen Persediaan: Aplikasi Dibidang Bisnis*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Saraswati, D. dkk. (2009). “Model Penentuan Ukuran Lot Produksi Dengan Pola Permintaan Berfluktuasi.” *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, No 2, pp. 122-123
- Siagian, S. P. (1987). *Penelitian Operasional, Teori dan Praktek*. Jakarta: penerbit Universitas indonesia
- Taha, A. H. (1996). *Riset operasi suatu pengantar*. Edisi 5 jilid 1 dan 2. Jakarta: Penerbit Bina Rupa Aksara.
- Tersine, R. (1994). *Principles of Inventory and Material management*, edisi 4. New Jersey : Prentice Hall.

Wardhani, K. (2006). *Penjadwalan Produksi dengan Pendekatan Metode Program Dinamis untuk Meminimasi Biaya Produksi* (Tesis). Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

Yamit, Z. (1999). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta : Bidang Penerbitan UII



LAMPIRAN

Data Pengamatan waktu proses untuk masing – masing stasiun

No	Penimbangan (detik)	Penipisan dengan penggiling mie (detik)	Pengisian dan pelipatan (detik)	Pengolesan (detik)	Pengemasan (detik)
1	11	19	21	10	21
2	12	21	23	8	20
3	11	18	20	9	18
4	13	19	19	10	23
5	10	18	22	7	19
6	9	21	20	9	17
7	10	18	19	5	16
8	11	17	19	14	18
9	11	18	21	10	19
10	11	19	20	7	18
11	12	16	22	8	17
12	13	19	23	9	16
13	10	17	22	10	19
14	11	18	20	10	17
15	11	18	21	6	21
16	12	17	20	8	18
17	9	18	22	8	17
18	14	16	20	8	18
19	10	18	24	9	18
20	11	19	25	8	18
21	13	19	20	10	18
22	11	17	19	5	19
23	12	18	20	6	17
24	10	18	21	7	17
25	12	16	19	9	15
26	10	18	23	7	17
27	9	19	22	7	18
28	11	18	22	8	18
29	10	16	20	8	16
30	10	17	21	10	17
Σ	330	540	630	390	540
\bar{x}	11	18	21	8	18

Biaya Penyusutan

- Σ Biaya penyusutan timbangan digital

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi bulanan} &= 10 \times \frac{\text{Rp } 175.000 - \text{Rp } 25.000}{5 \times 12} \\ &= \text{Rp } 25.000 \end{aligned}$$

- Σ Biaya penyusutan Mixer

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi bulanan} &= 3 \times \frac{\text{Rp } 4.500.000 - \text{Rp } 1.000.000}{7 \times 12} \\ &= \text{Rp } 125.000 \end{aligned}$$

- Σ Biaya penyusutan mesin doughsheeter

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi bulanan} &= \frac{\text{Rp } 27.000.000 - \text{Rp } 3.500.000}{14 \times 12} \\ &= \text{Rp } 2.500 \end{aligned}$$

- Σ Biaya penyusutan penggiling mie

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi bulanan} &= \frac{\text{Rp } 275.000 - \text{Rp } 35.000}{8 \times 12} \\ &= \text{Rp } 20.000 \end{aligned}$$

- Σ Biaya penyusutan oven gas

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi bulanan} &= \frac{\text{Rp } 4.000.000 - \text{Rp } 800.000}{8 \times 12} \\ &= \text{Rp } 100.000 \end{aligned}$$

- Σ Biaya penyusutan press kemasan

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi bulanan} &= \frac{\text{Rp } 225.000 - \text{Rp } 25.000}{7 \times 12} \\ &= \text{Rp } 11.904,76 \end{aligned}$$

- Σ Biaya penyusutan Peralatan pelengkap

$$\text{Depresiasi bulanan} = \frac{\text{Rp } 3000.000 - \text{Rp } 750.000}{8 \times 12}$$

$$= \text{Rp } 23.437,5$$



Perhitungan matrix Z :

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p \left(\sum_{y=m}^e \left(\sum_{y=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy} \right) \right) \text{ dan,}$$

$$Z_{cme} = S + F_v + A + r C_p \left(\sum_{y=m}^e \left(\sum_{y=m}^e Q_{cmx} - Q_{cmy} \right) \right) + \\ r C_v (m - c) \left(\sum_{j=m}^e \left(j Q_{cmj} - \frac{Q_{cmj}^2}{2P} \right) \right)$$

$$Z_{111} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.159 - 5.159)) = 353.125$$

$$Z_{112} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.385 - 5.159) + (10.385 - \\ 10.385))) \\ = 7.282.801$$

$$Z_{113} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((15.678 - 5.159) + (15.678 - \\ 10.385) + (15.678 - 15.678)) \\ = 21.319.837$$

$$Z_{122} = 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.226 - 5.226) + (0,12 \times 6.484 \times (2-1) \\ \times (2 \times 5.226 - \frac{5.226^2}{2} \times 18.000))) \\ = 7.892.208,8$$

$$Z_{123} = 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.519 - 5.226) + (10.519 - 10.519)) + \\ (0,12 \times 6.484 \times (2-1) \times ((2 \times 5.226 - \frac{5.226^2}{2} \times 18.000) + (3 \times 0.519 - \\ 10.519^2 / 2 \times 18.000))) \\ = 37.073.096$$

$$Z_{133} = 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.293 - 5.293) + (0,12 \times 6.484 \times (3- \\ 1) \times (3 \times 5.293 - \frac{5.293^2}{2} \times 18.000))) \\ = 23.849.233$$

$$Z_{222} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.5226 - 5.5226)) = 353.125$$

$$Z_{223} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.519 - 5.226) + (10.519 - \\ 10.519))) \\ = 7.371.643$$

$$Z_{224} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((15.879 - 5.226) + (15.879 - \\ 10.519) + (15.879 - 15.879)) \\ = 21.586.363$$

$$Z_{233} = 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.293 - 5.293) + (0,12 \times 6.484 \times (3-2) \\ \times (2 \times 5.293 - \frac{5.293^2}{2} \times 18.000))) \\ = 12.099.616$$

$$\begin{aligned} Z_{234} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.653 - 5.293) + (10.653 - 10.653)) \\ &\quad + (0,12 \times 6.484 \times (3 - 2) \times ((3 \times 5.293 - 5.293^2/2 \times 18.000) + (4 \times \\ &\quad 10.653 - 10.653^2/2 \times 18.000))) \\ &= 35.694.982 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{244} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.360 - 5.360)) + (0,12 \times 6.484 \times \\ &\quad (4 - 2) \times (4 \times 5.360 - 5.360^2/2 \times 18.000)) \end{aligned}$$

$$Z_{333} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.293 - 5.293)) = 353.125$$

$$\begin{aligned} Z_{334} &= 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.653 - 5.293) + (10.653 - \\ &\quad 10.653))) \\ &= 7.460.485 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{335} &= 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((16.080 - 5.293) + (16.080 - \\ &\quad 10.653) + (16.080 - 16.080))) \\ &= 21.852.889 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{344} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.360 - 5.360)) + (0,12 \times 6.484 \times (4 - \\ &\quad 3) \times (4 \times 5.360 - 5.360^2/2 \times 18.000)) \\ &= 16.411.093 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{345} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.787 - 5.360) + (10.787 - 10.787)) \\ &\quad + (0,12 \times 6.484 \times (4 - 3) \times ((4 \times 5.360 - 5.360^2/2 \times 18.000) + \\ &\quad (5 \times 10.787 - 10.787^2/2 \times 18.000))) \\ &= 63.058.126 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{355} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.427 - 5.427)) + (0,12 \times 6.484 \times \\ &\quad (5 - 3) \times (5 \times 5.427 - 5.427^2/2 \times 18.000)) \\ &= 41.303.276 \end{aligned}$$

$$Z_{444} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.360 - 5.360)) = 353.125$$

$$\begin{aligned} Z_{445} &= 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.787 - 5.360) + (10.787 - \\ &\quad 10.787))) \\ &= 7.549.327 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{446} &= 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((16.280 - 5.360) + (16.280 - \\ &\quad 10.787) + (16.280 - 16.280))) \\ &= 22.116.763 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{455} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.427 - 5.427)) + (0,12 \times 6.484 \times (5 - \\ &\quad 4) \times (5 \times 5.427 - 5.427^2/2 \times 18.000)) \end{aligned}$$

$$= 20.826.638$$

$$\begin{aligned} Z_{456} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.920 - 5.427) + (10.920 - 10.920))) \\ &+ (0,12 \times 6.484 \times (5 - 4) \times ((5 \times 5.427 - 5.427^2/2 \times 18.000) + \\ &(6 \times 10.920 - 10.920^2/2 \times 18.000))) \\ &= 76.512.845 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{466} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.493 - 5.493)) + (0,12 \times 6.484 \times \\ &(6 - 4) \times (6 \times 5.493 - 5.493^2/2 \times 18.000)) \\ &= 50.333.641 \end{aligned}$$

$$Z_{555} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.427 - 5.427)) = 353.125$$

$$\begin{aligned} Z_{556} &= 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 ((10.920 - 5.427) + (10.920 - \\ &10.920))) \\ &= 7.636.843 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{566} &= 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.493 - 5.493)) + (0,12 \times 6.484 \times \\ &(6 - 5) \times (6 \times 5.493 - 5.493^2/2 \times 18.000)) \\ &= 25.341.820 \end{aligned}$$

$$Z_{666} = 3.125 + 150.000 + 200.000 + (0,12 \times 11.050 (5.493 - 5.493)) = 353.125$$

Perhitungan f_{ce} , $f_{ce} = \min (Z_{cme} + f_{c,m-1})$, dengan $f_{ce} = 0$ apabila $c > e$

$$\begin{aligned} f_{11} &= \min (353.125 + 0) \\ &= 353.125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{12} &= \min ((7.282.801 + 0) ; (7.892.208,8 + 353.125)) \\ &= 7.282.801 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{13} &= \min (28.071.829 + 0) ; (37.073.096 + 353.125) ; (23.849.233 + 7.282.801) \\ &= 28.071.829 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{22} &= \min (353.125 + 0) \\ &= 353.125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{23} &= \min (7.371.643 + 0) ; (12.099.616 + 353.125) \\ &= 7371.643 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{24} &= \min (21.586.363 + 0) ; (35.694.982 + 353.125) ; (32.472.186 + 7.371.643) \\ &= 21.586.363 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{33} &= \min (353.125 + 0) \\ &= 353.125 \end{aligned}$$

$$f_{34} = \min (7.460.485 + 0) ; (16.411.093 + 353.125) \\ = 7.460.485$$

$$f_{35} = \min (21.852.889 + 0) ; (63.058.126 + 353.125) ; (41.303.276 + 7.460.485) \\ = 21.852.889$$

$$f_{44} = \min (353.125 + 0) \\ = 353.125$$

$$f_{45} = \min (7.549.327 + 0) ; (20.826.638 + 353.125) \\ = 7.549.327$$

$$f_{46} = \min (22.116.763 + 0) ; (76.512.845 + 353.125) ; (50.333.641 + 7.549.327) \\ = 22.116.763$$

$$f_{55} = \min (353.125 + 0) \\ = 353.125$$

$$f_{56} = \min (7.636.843 + 0) ; (25.341.820 + 353.125) \\ = 7.636.843$$

$$f_{66} = \min (353.125 + 0) \\ = 353.125$$

Perhitungan g_e , $g_e = \min (f_{ce} + g_{c-1})$, dengan $g_e = 0$

$$g_1 = \min (353.125 + 0) \\ = 353.125$$

$$g_2 = \min (7.282.801 + 0) ; (353.125 + 353.125) \\ = 706.250$$

$$g_3 = \min (28.071.829 + 0) ; (7.371.643 + 353.125) ; (353.125 + 706.250) \\ = 1.059.375$$

$$g_4 = \min (21.586.363 + 353.125) ; (7.460.485 + 706.250) ; (353.125 + 1.059.375) \\ = 1.412.500$$

$$g_5 = \min (21.852.889 + 706.250) ; (7.549.327 + 1.059.375) ; (353.125 + 1.412.500) \\ = 1.765.625$$

$$g_6 = \min (22.116.763 + 1.059.375) ; (7.636.843 + 1.412.500) ; (353.125 + 1.765.625) \\ = 2.118.750$$

