

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENENTUAN JUMLAH PERMINTAAN DAN *LEAD TIME* PERSEDIAAN BAHAN BAKU PROBABILISTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO

(Studi Kasus Pada Da'im Donuts Bakery)

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



Nama : Meigy Fitria Detu

No. Mahasiswa : 07 522 008

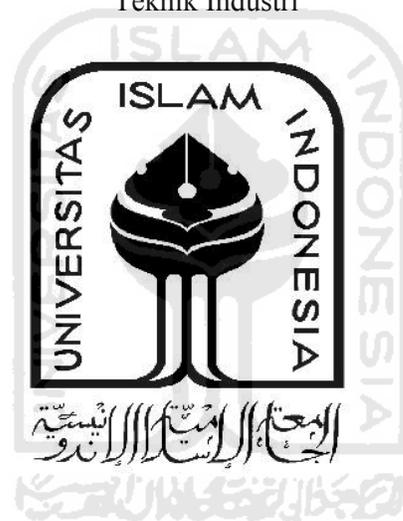
**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENENTUAN JUMLAH PERMINTAAN DAN *LEAD TIME* PERSEDIAAN BAHAN BAKU PROBABILISTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO

(Studi Kasus Pada Da'im Donuts Bakery)

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



Oleh

Nama : Meigy Fitria Detu

No. Mahasiswa : 07 522 008

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

EVALUASI PENENTUAN JUMLAH PERMINTAAN DAN *LEAD*
TIME PERSEDIAAN BAHAN BAKU PROBABILISTIK DENGAN
PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO
(Studi Kasus Pada Da'im Donuts Bakery)

TUGAS AKHIR



(Ir. Ali Parkhan ,M.T.)

EVALUASI PENENTUAN JUMLAH PERMINTAAN DAN *LEAD TIME* PERSEDIAAN BAHAN BAKU PROBABILISTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO
(Studi Kasus Pada Da'im Donuts Bakery)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Meigy Fitria Detu
No. Mahasiswa : 07 522 008

Telah Dipertahankan di depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Teknik Industri

Yogyakarta, 2 Januari 2012

Tim Penguji

Ir. Ali Parkhan, M.T.
Ketua

Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE
Anggota I

Drs. H.R. Abdul Jafal, M.M
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE

9
1 2012



SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Imam Munasir
Jabatan : Pemilik Da'im Donuts Bakery

Menerangkan bahwa :

Nama : Meigy Fitria Detu
No. Mahasiswa : 07 522 008
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah selesai melaksanakan penelitian yang berjudul :

***" PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU MODEL
PROBABILISTIK UNTUK MENEKAN BIAYA PRODUKSI "***

Di Da'im Donuts Bakery di Jl. Kaliurang Km 10, Godangan, Kecamatan Ngaglik,
Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

Waktu penelitian : 17 Juli – 26 Oktober 2011

Demikian surat ini diberikan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 16 November 2011

Mengetahui

Pemilik Da'im Donuts Bakery

(Imam Munasir)

HALAMAN PERSEMBAHAN



*Terima kasih kepada orang tua ku
Ayahanda Abidin Harimun Detu, Ibunda Nurnisa Darumeat dan Mama Adia
Atas kasih sayang dan pengorbanan yang tiada tara
agar ananda bisa sukses, selamat di dunia maupun di akhirat
Kepada kakak ku dan adik-adik ku
Yang selalu memotivasi, mendukung serta mendoakan kakaknya agar selalu sukses.*

MOTTO

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ﴿١٣﴾

“ Maka Nikmat Tuhan-mu manakah yang kamu dustakan “

(QS. Ar-Rahman(55):13)

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ﴿٨﴾

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya pada Tuhan-mulah engkau berharap.”

(QS : Al-Insyirah (94) : 6-8)

وَكَذَٰلِكَ جَعَلْنَا لِكُلِّ نَبِيٍّ عَدُوًّا مِّنَ الْمُجْرِمِينَ وَكَفَىٰ بِرَبِّكَ هَادِيًا وَنَصِيرًا

“Dan seperti itulah, telah Kami adakan bagi tiap-tiap nabi, musuh dari (kalangan) orang-orang yang berdosa. Dan, cukuplah Rabb-mu menjadi Pemberi Petunjuk dan Penolong “

(QS. Al-Furqan:31)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya. Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Evaluasi Penentuan Jumlah Permintaan dan Lead Time Persediaan Bahan Baku Probabilistik yang Optimal dengan Pendekatan Simulasi Monte Carlo.**

Banyak hal yang menjadi kendala dalam penyusunan Tugas Akhir ini, baik bersifat internal maupun eksternal. Tetapi berkat dukungan dan bantuan banyak pihak, akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ir. Gumbolo HS.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE selaku Ka. Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih untuk segala kesempatan yang telah diberikan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Ali Parkhan M.T. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, petunjuk, saran serta waktunya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Imam Munasir dan Ibu Dewi yang telah membantu, membimbing dan telah memberikan izin penelitian, waktu, dan data-data yang diperlukan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.

5. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, doa dan dukungan baik secara *financial* maupun tidak.
6. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekeliruan dan kekurangan. Untuk itu penulis menyampaikan permohonan maaf sebelumnya serta sangat diharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pembaca.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ وَالزَّكَاةُ وَالْحَقُّ وَالْإِيمَانُ بِرَبِّكَ

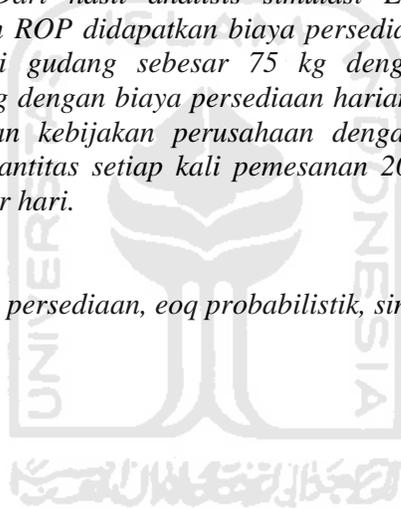
Yogyakarta, Januari 2012

Penulis

ABSTRAK

Da'im Donuts Bakery merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri makanan dengan produk donat dengan berbagai rasa. Permasalahan yang dihadapi adalah seringnya terjadi stock out akibat reorder point yang rendah disisi lain tingginya kuantitas pemesanan mengakibatkan tingginya biaya simpan yang dikeluarkan perusahaan. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu kajian ilmiah yang dapat merepresentasikan keadaan sesuai dengan sistem nyatanya. Solusi pemesanan masalahnya yaitu dengan menerapkan model Economic Order Quantity probabilistik dengan Simulasi Monte Carlo pada kondisi permintaan dan lead time yang probabilistic. Simulasi Monte Carlo adalah salah satu metode simulasi sederhana yang dapat dibangun secara cepat dengan hanya menggunakan spreadsheet (misalnya Ms. Excel). Dari hasil analisis simulasi EOQ probabilistik antara perpaduan nilai EOQ dan ROP didapatkan biaya persediaan minimum harian yaitu pada saat persediaan di gudang sebesar 75 kg dengan kuantitas setiap kali pemesanan sebesar 100 kg dengan biaya persediaan harian totalnya Rp 22.376,- per hari dibandingkan dengan kebijakan perusahaan dengan persediaan di gudang sebesar 50 kg dengan kuantitas setiap kali pemesanan 200 kg yang mengeluarkan biaya persediaan 28.847 per hari.

Kata kunci : pengendalian persediaan, eoq probabilistik, simulasi monte carlo.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN.....	ii
SURAT KETERANGAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Persediaan	5
2.1.1. Penelitian Tentang Persediaan	6

2.1.2.	Fungsi Persediaan	8
2.1.3.	Jenis Persediaan	9
2.1.4.	Biaya Persediaan	10
2.1.5.	Macam-macam Model Persediaan	13
2.1.6.	Model Persediaan <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i>	15
2.2.	Model Simulasi	19
2.2.1.	Langkah-langkah Simulasi	25
2.2.2.	Simulasi Monte Carlo	27
2.2.3.	Teknik Simulasi Monte Carlo	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1.	Objek Penelitian	30
3.2.	Sumber Data	30
3.3.	Metode Pengumpulan Data	31
3.4.	Pengolahan Data	32
3.5.	Analisis dan Pembahasan	33
3.6.	Kesimpulan dan Saran	34
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		36
4.1.	Pengumpulan Data	36
4.1.1.	Sejarah Singkat Perusahaan	36
4.1.2.	Proses Produksi	37
4.1.3.	Data Penjualan dan Biaya-biaya Persediaan	39
4.1.4.	Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu	39
4.1.5.	Data <i>Lead Time</i>	42
4.2.	Pengolahan Data	43
4.2.1.	Perhitungan <i>Inventory Cost</i>	43

4.2.2.	Pengelompokkan Data	44
4.2.3.	Menetapkan Distribusi Probabilitas	44
4.2.4.	Menetapkan <i>Interval</i> Angka Acak	45
4.2.5.	Membangkitkan Angka Acak	46
4.2.6.	Simulasi	46
4.2.7.	Validasi	50
4.2.8.	<i>Design of Eksperimen</i> (DOE).....	54
BAB V PEMBAHASAN		59
5.1.	Perhitungan Biaya <i>Inventory</i>	59
5.2.	Hasil Simulasi	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		71
6.1.	Kesimpulan	71
6.2.	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Matrik Kombinasi Kuantitas dan Waktu Pemesanan Kembali.....	20
2. Tabel 2.2 Matrik Kombinasi Siklus Pemesanan dan Maksimum Persediaan.	21
3. Tabel 2.3 Bagian-bagian Model Simulasi.....	23
4. Tabel 4.1 Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu	40
5. Tabel 4.2 Data Kedatangan Pemesanan.....	42
6. Tabel 4.3 Probabilitas Pemakaian Bahan Baku Tepung Terigu	45
7. Tabel 4.4 Probabilitas <i>Lead Time</i>	46
8. Tabel 4.5 Contoh Model Awal.....	49
9. Tabel 4.6 Perbandingan Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu.....	51
10. Tabel 4.7 Penggabungan Kelas.....	53
11. Tabel 4.8 <i>Design</i> Nilai EOQ dan ROP yang Akan Dilakukan	56
12. Tabel 4.9 Perbandingan Biaya	57
13. Tabel 5.1 <i>Design Of Eksperiment Optimal</i>	62

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Model Persediaan <i>Deterministik</i>	14
2. Gambar 2.2. Model Persediaan <i>Probabilistik</i>	15
3. Gambar 2.3. Kurva z dengan <i>lead time</i> mencapai <i>service level 95 %</i>	18
4. Gambar 2.4. Interaksi Antara Permintaan dan <i>lead time</i>	19
5. Gambar 3.1. Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	35



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Saat ini industri merupakan salah satu faktor penggerak roda perekonomian suatu negara, baik itu negara berkembang maupun negara maju. Ini dikarenakan industri mempunyai kontribusi yang sangat besar dalam perkembangan suatu negara. Negara dapat dikatakan berkembang dan maju apabila sektor industri mereka telah mengalami kemajuan yang baik. Dengan adanya persaingan pasar bebas sekarang, sektor industri dituntut untuk dapat meningkatkan efisiensi dalam menghasilkan produk-produk yang lebih baik dan berkualitas.

Analisa dan optimasi biaya produksi harus dilakukan oleh manajemen perusahaan. Keberhasilan optimasi biaya produksi akan memberikan penghematan yang bisa dialokasikan pada devisi lain. Demikian pula pada masalah pengendalian bahan baku, manajemen suatu perusahaan menentukan suatu kebijakan yang tepat sehingga keberadaan bahan baku dapat terkendali (Susanto dan Sarwadi, 2006).

Demikian halnya pada industri makanan Da'im Donuts, yaitu salah satu usaha bakery yang sedang berkembang dan ingin meluaskan jangkauan distribusinya ke seluruh tanah air ini memproduksi donat dengan bahan baku utama tepung terigu. Dalam pelaksanaannya, kebijakan pengendalian bahan baku pada Da'im Donuts menjadi tidak menentu akibat permintaan pasar yang cenderung tidak menentu pula. Oleh karena itu diperlukan usaha perencanaan dan pengendalian bahan baku yang

seimbang dalam arti tidak kekurangan dan tidak kelebihan sehingga dapat menunjang kelancaran produksi.

Dalam kondisi ini, pemecahan masalahnya yaitu dengan menerapkan simulasi metode Monte Carlo karena pola data *lead time* dan *demand* yang bersifat probabilistik (tidak dapat diketahui dengan pasti).

Dengan berbagai permasalahan tersebut, diharapkan penelitian ini dapat membantu pihak perusahaan dalam melakukan perencanaan dan pengendalian bahan baku utama sehingga dapat diperoleh persediaan yang optimal untuk memenuhi permintaan konsumen dan juga dapat meminimalkan total biaya persediaan.

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjelasan tentang latar belakang masalah dapat disimpulkan bahwa yang menjadi pokok permasalahan adalah berapa jumlah pemesanan ekonomis dan waktu pemesanan kembali dilakukan?

1.3 Batasan masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian yang akan dilakukan. Sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan cepat dan baik. Adapun pembatasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengadaan bahan baku selalu tersedia karena adanya kerja sama yang baik dengan beberapa supplier bahan baku.
2. Pembahasan dilakukan hanya pada penggunaan bahan baku utama dalam hal ini adalah tepung terigu.

3. Data-data yang dibutuhkan seperti biaya-biaya, data jumlah permintaan bahan baku, data pemesanan bahan baku, lead time dan data lainnya diperoleh dari perusahaan.
4. Analisa yang dilakukan sebatas perhitungan total biaya persediaan serta variabel-variabel yang mempengaruhinya sesuai dengan model yang digunakan yaitu EOQ (*Economic Order Quantity*).
5. Bidang yang tidak ada hubungannya dengan obyek penelitian dianggap berada diluar bidang penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan jumlah dan waktu pemesanan bahan baku supaya diperoleh total biaya persediaan bahan baku yang minimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat dijadikan informasi untuk bahan pertimbangan dalam penentuan kebijaksanaan pengadaan bahan baku agar dapat meningkatkan efisiensi dari kegiatan produksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penelitian ini mudah dimengerti dan memenuhi persyaratan, maka penulisannya dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan tersebut adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi pengantar permasalahan yang akan dibahas seperti latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan serta manfaat penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tinjauan hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan permasalahannya, landasan teori yang langsung mendukung pelaksanaan penelitian dan juga menjadi landasan / pedoman dalam pembahasan pemecahan masalah yang berhubungan dengan analisis yang dilakukan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mengandung uraian tentang variabel dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan bagian alir penelitian.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi uraian tentang gambaran umum perusahaan, data – data yang diperlukan dalam pemecahan masalah dan pengolahan data dari hasil penelitian.

BAB V

PEMBAHASAN

Berisi pembahasan dari hasil perhitungan yang dilakukan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran – saran bagi perusahaan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Persediaan

Persediaan dapat diartikan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang (Ristono, 2009). Persediaan terdiri dari persediaan bahan baku, persediaan bahan setengah jadi dan persediaan barang jadi. Persediaan bahan baku dan bahan setengah jadi disimpan sebelum digunakan atau dimasukkan dalam proses produksi, sedangkan persediaan barang jadi atau barang dagangan disimpan sebelum dijual atau dipasarkan. Dengan demikian setiap perusahaan yang melakukan kegiatan usaha umumnya memiliki persediaan.

Persediaan merupakan suatu model yang umum digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan usaha pengendalian bahan baku maupun barang jadi dalam suatu aktifitas perusahaan. Ciri khas dari model persediaan adalah solusi optimalnya difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya.

Inventory atau persediaan adalah suatu teknik untuk manajemen material yang berkaitan dengan persediaan. Manajemen material dalam *inventory* dilakukan dengan beberapa input yang digunakan yaitu: permintaan yang terjadi (*demand*) dan biaya-biaya yang terkait dengan penyimpanan, serta biaya apabila terjadi kekurangan persediaan (*shortage*).

Pengendalian pengadaan persediaan perlu diperhatikan karena berkaitan langsung dengan biaya yang harus ditanggung perusahaan sebagai akibat adanya persediaan. Oleh sebab itu, persediaan yang ada harus seimbang dengan kebutuhan, karena persediaan yang terlalu banyak akan mengakibatkan perusahaan menanggung resiko kerusakan dan biaya penyimpanan yang tinggi disamping biaya investasi yang besar. Tetapi jika terjadi kekurangan persediaan akan berakibat terganggunya kelancaran dalam proses produksinya. Oleh karenanya diharapkan terjadi keseimbangan dalam pengadaan persediaan sehingga biaya dapat ditekan seminimal mungkin dan dapat memperlancar jalannya proses produksi.

2.1.1 Penelitian Tentang Persediaan

Susanto dan Sarwadi (2006) optimasi biaya produksi dan pengendalian bahan baku. Pada penelitiannya menggunakan model *Economic Order Quantity (EOQ)* yang akan disesuaikan dengan kondisi di perusahaan. Hasil optimasi menunjukkan kebijakan yang lebih baik dibandingkan dengan kebijakan yang digunakan perusahaan selama ini. Hal ini dapat dilihat dengan adanya penghematan total annual cost. Dimana jumlah biaya proses produksi maupun biaya pengadaan bahan baku non furniture hasil optimasi lebih rendah dibandingkan dengan jumlah biaya yang dikeluarkan perusahaan selama ini.

De and Goswani (2009) dalam penelitiannya menggunakan model persediaan probabilistik yang dikembangkan untuk item yang memburuk dengan laju yang konstan dan permintaan merupakan variabel acak. Hal ini juga diasumsikan bahwa pemasok akan menawarkan masa penundaan kepada pengecer untuk pembayaran dan pengecer juga memperpanjang kebijakan kredit perdagangan untuk pelanggannya. Berdasarkan asumsi ini, telah dibangun dua model terpisah: satu untuk

siklus waktu diskrit dan satu lagi untuk waktu siklus yang berkelanjutan. Untuk menentukan kebijakan global pemesanan yang optimal untuk kedua model, telah dikembangkan dan dibuktikan tiga teorema terpisah. Beberapa hasil yang sudah diterbitkan (untuk model persediaan probabilistik) adalah kasus khusus dari artikel ini.

Rong (2011) menggunakan dua model baru Kwantitas Pesanan Ekonomi (EOQ) untuk persediaan berdasarkan teori pasti. Dalam model, biaya memegang, biaya *stock out* dan memesan per unit diasumsikan variabel pasti. Mengambil keuntungan dari beberapa sifat teori ketidakpastian, model dapat ditransformasikan ke dalam bentuk deterministik dan diselesaikan oleh 99 metode. Pada akhirnya, dua contoh numerik diberikan untuk menggambarkan efektivitas model.

Min wu (2005) dalam penelitiannya menggunakan just-in-time (JIT). Kebijakan pembelian dibanyak industri telah mendorong banyak perusahaan yang masih menggunakan kuantitas pesanan ekonomi (EOQ) kebijakan pembelian untuk merenungkan apakah mereka harus beralih ke kebijakan pembelian JIT. Hal ini, bagaimanapun, keputusan yang sulit, terutama ketika harga diskon harus dipertimbangkan dan meskipun studi yang ada yang secara langsung membandingkan biaya antara EOQ dan sistem pembelian JIT. Pembelian JIT mungkin tidak selalu berhasil meskipun tanaman yang mengadopsi JIT telah mengalami operasi atau dapat mengambil keuntungan dari pengurangan ruang fisik. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperluas pada dua konsep baru yang berfokus pada, yaitu, kapasitas tahunan penyelenggaraan fasilitas persediaan, dan titik impas antara kapasitas memegang tahunan fasilitas persediaan dan biaya EOQ-JIT ketidakpedulian titik. Tujuan diuji dan dicapai melalui studi kasus yang dilakukan survei dan dalam industri siap-campuran beton di Singapura.

Perbedaan antara penelitian-penelitian sebelumnya dengan penelitian ini yaitu menentukan nilai EOQ dan ROP dengan menggunakan simulasi EOQ probabilistik.

2.1.2 Fungsi Persediaan

Persediaan timbul disebabkan oleh tidak sinkronnya permintaan dengan penyediaan dan waktu yang digunakan untuk memproses bahan baku. Untuk menjaga keseimbangan permintaan dengan penyediaan bahan baku dan waktu proses diperlukan persediaan. Oleh karena itu, terdapat empat faktor yang dijadikan sebagai fungsi perlunya persediaan (Yamit, 1999), yaitu faktor waktu, faktor ketidakpastian waktu datang, faktor ketidakpastian penggunaan dalam pabrik, dan faktor ekonomis.

Faktor waktu menyangkut lamanya proses produksi dan distribusi sebelum barang jadi sampai kepada konsumen. Waktu diperlukan untuk membuat skedul produksi, memotong bahan baku, pengiriman bahan baku, pengawasan bahan baku, produksi, dan pengiriman barang jadi ke pedagang besar atau konsumen. Persediaan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan selama waktu tunggu (*lead time*).

Faktor ketidakpastian waktu datang dari supplier menyebabkan perusahaan memerlukan persediaan, agar tidak menghambat proses produksi maupun keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Persediaan bahan baku terikat pada supplier, persediaan barang dalam proses terikat pada departemen produksi, dan persediaan barang jadi terikat pada konsumen. Ketidakpastian waktu datang mengharuskan perusahaan membuat waktu skedul operasi lebih teliti pada setiap level.

Faktor ketidakpastian penggunaan dari dalam perusahaan disebabkan oleh kesalahan dalam peramalan permintaan, kerusakan mesin, keterlambatan operasi,

bahan cacat, dan bebragai kondisi lainnya. Persediaan dilakukan untuk mengantisipasi ketidak tepatan peramalan maupun akibat lainnya tersebut.

Faktor ekonomis adalah adanya keinginan perusahaan untuk mendapatkan alternatif biaya rendah dalam memproduksi atau membeli item dengan menentukan jumlah yang paling ekonomis. Pembelian dalam jumlah besar memungkinkan perusahaan mendapatkan potongan harga yang dapat menurunkan biaya. Selain itu pemesanan dalam jumlah besar dapat pula menurunkan biaya karena biaya transportasi per unit jadi lebih rendah. Persediaan diperlukan untuk menjaga stabilitas produksi dan fluktuasi bisnis.

2.1.3 Jenis Persediaan

Pembagian jenis persediaan dapat berdasarkan proses manufaktur yang dijalani dan berdasarkan tujuan. Berdasarkan proses manufaktur, maka persediaan dibagi dalam tiga kategori (Ristono, 2009) yaitu:

- (1) Persediaan bahan baku dan penolong.
- (2) Persediaan bahan setengah jadi.
- (3) Persediaan barang jadi.

Adapun pembagian jenis persediaan berdasarkan tujuannya, terdiri dari:

1. Persediaan pengamanan (*safety stock*)

Persediaan pengaman atau sering juga disebut sebagai *safety stock* adalah persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi unsure ketidakpastian permintaan dan penyediaan. Apabila persediaan pengaman tidak mampu mengantisipasi ketidakpastian tersebut, akan terjadi kekurangan persediaan (*stockout*).

Faktor-faktor yang menentukan besarnya *Safety Stock*

- a. Penggunaan bahan baku rata-rata.
 - b. Faktor waktu atau *lead time*.
2. Persediaan antisipasi
Persediaan antisipasi disebut sebagai *stabilization stock* merupakan persediaan yang dilakukan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya.
 3. Persediaan dalam pengiriman (*transit stock*)
Persediaan dalam pengiriman disebut *work-in process stock* adalah persediaan yang masih dalam pengiriman, yaitu:
 - a. *eksternal transit stock* adalah persediaan yang masih berada dalam transportasi.
 - b. *internal transit stock* adalah persediaan yang masih menunggu untuk diproses atau menunggu sebelum dipindahkan.

2.1.4 Biaya Persediaan

Bagi perusahaan yang melakukan kegiatan produksi, persediaan (bahan baku dan penolong) merupakan faktor yang paling utama karena tanpa persediaan yang cukup produksi akan terhambat. Besar kecilnya persediaan yang dimiliki sangat tergantung pada kebijaksanaan perusahaan, dan hal ini ditentukan dengan pertimbangan tertentu, salah satunya adalah faktor biaya. Biaya yang dikeluarkan bukan hanya biaya penyimpanan persediaan digudang, melainkan harus diperhitungkan pula biaya yang dikeluarkan mulai dari pemesanan sampai barang tersebut masuk kedalam proses produksi dan kembali ke gudang sebagai barang jadi. Oleh sebab itu, biaya persediaan dapat dibedakan (Ristono, 2009) atas :

1. Ongkos Pembelian (*Purchase Cost*)

Ongkos pembelian adalah harga per unit apabila *item* dibeli dari pihak luar, atau biaya produksi per unit apabila diproduksi dalam perusahaan atau dapat dikatakan pula bahwa biaya pembelian adalah semua biaya yang digunakan untuk membeli suku cadang. Penetapan dari biaya pembelian ini tergantung dari pihak penjualan barang atau vahan sehingga pihak pembeli hanya bisa mengikuti fluktuasi harga barang yang ditetapkan oleh pihak penjual.

2. Ongkos Pemesanan atau Biaya Persiapan (*Order Cost/Set Up Cost*)

Orderin Cost adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan pemesanan barang ke *supplier*. Besar kecilnya biaya pemesanan sangat tergantung pada frekuensi pesanan, semakin sering memesan barang maka biaya yang dikeluarkan akan semakin besar dan sebaliknya. Pemesanan adalah biaya yang berasal dari pembelian pesanan (*set up cost*) untuk suatu produk yang diproduksi di dalam perusahaan atau dapat pula diartikan bahwa biaya pemesanan yaitu biaya yang diperlukan pada saat mendatangkan barang atau biaya yang diperlukan untuk memesan barang setiap kali akan mendatangkan barang, semua biaya yang timbul akan ditanggung oleh perusahaan pemesanan biaya, pemesanan secara terperinci meliputi:

- a. Biaya persiapan pesanan, antara lain:
 - Biaya telepon atau ongkos menghubungi *supplier*
 - Pengeluaran surat menyurat
- b. Biaya penerimaan barang, seperti:
 - Biaya pembongkaran dan pemasukan ke gudang
 - Biaya laporan penerimaan barang

- Biaya pemeriksaan barang atau biaya pengecekan
- c. Biaya pengiriman pesanan ke gudang (pengangkutan sampai tujuan)
- d. Biaya-biaya proses pembayaran, seperti biaya pembuatan cek, pengiriman cek atau biaya transfer ke bank *supplier*, dan sebagainya.

Biaya pemesanan tidak naik bila kuantitas pesanan sekali pesan bertambah besar, sehingga semakin banyak *item* komponen (semakin besar jumlah yang dipesan) dalam sekali pesan maka biaya pesan per unit akan turun. Semakin sedikit *item* barang dan sedikit jumlah dalam sekali pesan maka akan semakin besar biaya pesan per unit.

3. Ongkos Simpan (*Carrying cost/Holding cost/Storage cost*)

Ongkos simpan adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan maupun investasi sarana fisik untuk menyimpan persediaan, atau dapat pula dikatakan bahwa biaya simpan adalah semua biaya yang timbul akibat penyimpanan barang maupun bahan (diantaranya: biaya modal, biaya penggudangan, biaya kadaluarsa, biaya kehilangan, biaya asuransi, biaya administrasi dan pemindahan, fasilitas penyimpanan, sewa gudang, keusangan dan lain-lain) atau *storage cost* adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan penyimpanan barang di gudang. Besar kecilnya biaya simpan sangat tergantung pada jumlah rata-rata barang yang disimpan di gudang. Semakin banyak rata-rata persediaan, maka biaya simpan juga akan besar dan sebaliknya.

Termasuk dalam biaya simpan antara lain adalah:

- a. Biaya modal
- b. Biaya sewa atau penggunaan gudang.
- c. Biaya pemeliharaan barang.

- d. Biaya pemanasan atau pendingin, bila untuk menjaga ketahanan barang dibutuhkan faktor pemanas atau pendingin.
 - e. Biaya menghitung dan menimbang barang, dan sebagainya.
4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Stockout cost*)

Biaya kekurangan persediaan adalah konsekuensi ekonomi atas kekurangan dari luar maupun dari dalam perusahaan. Kekurangan dari luar terjadi apabila pesanan konsumen tidak dapat dipenuhi. Sedangkan kekurangan dari dalam terjadi apabila departemen tidak memenuhi kebutuhan departemen yang lain. Biaya ini dapat pula dikatakan sebagai biaya yang ditimbulkan akibat terjadinya persediaan yang lebih kecil dari jumlah yang diperlukan atau biaya yang timbul apabila persediaan digudang tidak dapat mencukupi permintaan bahan. Biaya yang timbul dari biaya kekurangan persediaan ini adalah sebagai berikut:

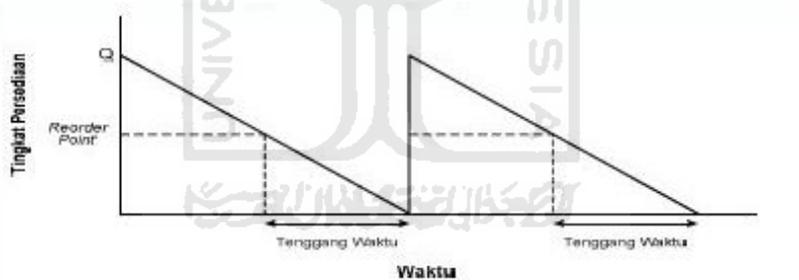
- a. Kehilangan pendapatan.
- b. Selisih harga komponen.
- c. Terganggunya operasi.

2.1.5 Macam-macam Model Persediaan

Secara umum model persediaan dapat dikelompokkan menjadi dua model (Ristono, 2009) yaitu:

1. Model Deterministik, yakni model yang menganggap semua variabel telah diketahui dengan pasti. Untuk menentukan kebijaksanaan persediaan yang optimum, dibutuhkan informasi mengenai parameter-parameter berikut: Perkiraan kebutuhan, biaya-biaya persediaan, lead time.

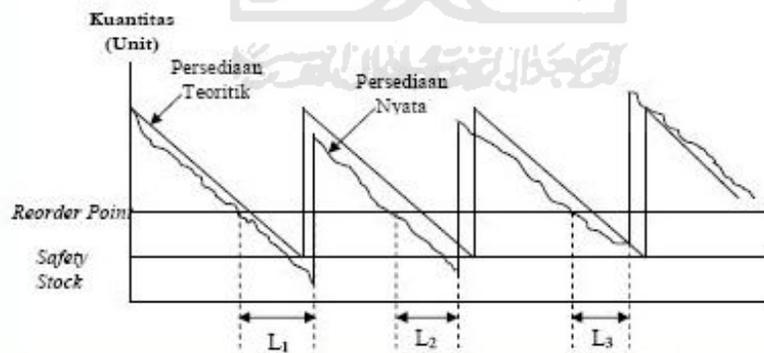
Dalam model persediaan deterministik parameter-parameter yang berpengaruh terhadap sistem persediaan dapat diketahui dengan pasti. Rata-rata kebutuhan dan biaya-biaya persediaan diasumsi diketahui dengan pasti. Lamanya lead time juga diasumsikan selalu tetap. Karena semua parameter bersifat deterministik maka tidak dimungkinkan adanya kekurangan persediaan. Dalam dunia nyata, akan sangat jarang ditemukan situasi dimana seluruh parameter dapat diketahui dengan pasti. Karena itu, akan lebih masuk akal jika digunakan model-model probabilistik yang mempertimbangkan ketidakpastian pada parameter-parameternya. Namun, model deterministik terkadang merupakan pendekatan yang sangat baik, atau paling tidak merupakan langkah awal yang baik untuk menggambarkan fenomena persediaan.



Gambar 2.1 Model Persediaan *Deterministik*

2. Model Probabilistik, yakni model yang menganggap semua variabel mempunyai nilai-nilai yang tidak pasti dan satu atau lebih variabel tersebut merupakan variabel-variabel acak. Pada model-model persediaan deterministik, diasumsikan bahwasanya semua parameter persediaan selalu konstan dan diketahui secara pasti. Pada kenyataan, sering terjadi parameter-parameter yang ada merupakan nilai-nilai yang

tidak pasti, dan sifatnya hanya estimasi atau perkiraan saja. Parameter-parameter seperti permintaan, lead time, biaya penyimpanan, biaya pemesanan, biaya kekurangan persediaan dan harga, kenyataannya sering bervariasi. Model-model deterministik tidak peka terhadap perubahan-perubahan parameter tersebut. Untuk menghadapi variasi yang ada, terutama variasi permintaan dan lead time, model probabilistik biasanya dicirikan dengan adanya persediaan pengaman (safety stock). Variasi permintaan dan lead time dalam sistem persediaan dapat dilihat pada Gambar 11.6. Pada Gambar 11.6, dapat dilihat grafik tingkat persediaan teoritik dan persediaan nyata dari waktu ke waktu. Adanya perbedaan lead time dan permintaan dari waktu ke waktu menyebabkan berbedanya tingkat persediaan teoritik dan tingkat persediaan nyata. Sehingga, bila tidak ada persediaan pengaman maka perusahaan akan mengalami kekurangan persediaan.



Gambar 2.2 Model Persediaan *Probabilistik*

2.1.6 Model Persediaan *Economic Order Quantity (EOQ)*

Konsep EOQ digunakan untuk menjawab pertanyaan “*berapa jumlah yang harus dipesan*”. Pada bagian terdahulu, telah diidentifikasi bahwa ada lima

kategori biaya yang dikaitkan dengan keputusan persediaan. Dari lima kategori biaya tersebut hanya dua, yaitu biaya pesan dan biaya simpan yang relevan untuk dipertimbangkan dalam model EOQ. Kategori biaya lain, tidak relevan untuk dipertimbangkan, karena *stockout cost* dan biaya perubahan kapasitas tidak akan terjadi apabila permintaan konstan (salah satu asumsi dalam model EOQ). Dan harga item diasumsikan tidak mengalami perubahan. Oleh karena itu, ketiga kategori biaya tersebut tidak akan mempengaruhi keputusan berapa jumlah yang harus dipesan maupun kapan harus melakukan pemesanan kembali (Pujawan, 2005).

Model EOQ sangat mudah untuk diterapkan apabila asumsi dasar dalam model EOQ dipenuhi, yaitu:

3. Permintaan dapat ditentukan secara pasti dan konstan.
4. Item yang dipesan independen dengan item yang lain.
5. Pesanan diterima dengan segera dan pasti.
6. Tidak terjadi *stockout*.
7. Harga item konstan.

Rumus penghitungan jumlah pemesanan optimal untuk EOQ ini adalah :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2SD}{h}}$$

Dimana:

EOQ = jumlah pembelian optimal yang ekonomis

S = biaya pemesanan (persiapan pesanan) per pesanan

D = penggunaan/permintaan yang diperkirakan per periode waktu

h = biaya penyimpanan

1. *Reorder Point System (ROP)*

Reorder point dapat diketahui dengan menetapkan penggunaan selama *lead time* dan ditambah dengan penggunaan selama periode tertentu sebagai *safety stock*, dengan menggunakan rumus:

$$R = L \times D + SS$$

Dimana:

R = *reorder point*

L = *lead time*

D = permintaan yang diperkirakan per periode waktu

SS = *safety stock*

2. *Safety Stock*

Persediaan pengaman atau *safety stock* berfungsi untuk melindungi kesalahan dalam memprediksi permintaan selama *lead time*. Pada situasi normal, ketidakpastian permintaan diwakilkan dengan standar deviasi besarnya permintaan per periode. Untuk menghitung *safety stock* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

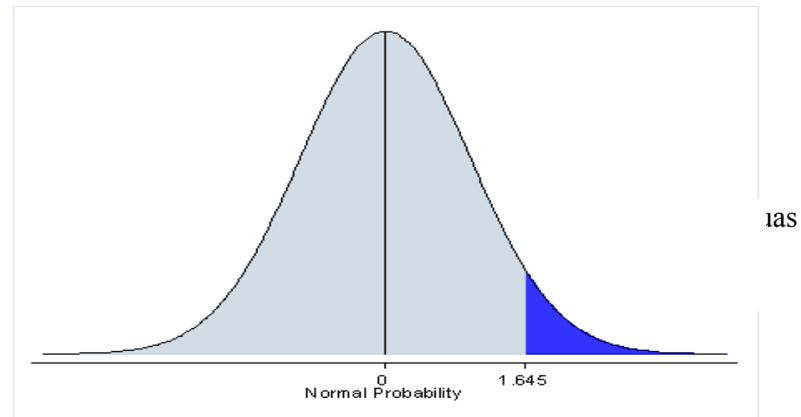
$$SS = Z \times S_{dt}$$

Dimana

SS = *safety stock*

Z = nilai keputusan manajemen dari tabel z

S_{dl} = standar deviasi permintaan selama *lead time*



Gambar 2.3 kurva z dengan *lead time* mencapai *service level* 95%

dengan

$$S_{dl} = \sqrt{(d^2 \times S_l^2 + l \times S_d^2)}$$

Dimana

S_l = standar deviasi *lead time*

S_d = standar deviasi permintaan per periode

Dengan menggunakan patokan rumus tersebut maka kita bias melihat empat kondisi seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.4

variabel	$S_{dl} = S_d \times \sqrt{l}$ Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian permintaan	$S_{dl} = \sqrt{(d^2 \times S_l^2 + l \times S_d^2)}$ Safety stock ditentukan oleh interaksi dua ketidakpastian
permintaan	$S_{dl} = 0$ Tidak diperlukan safety stock	$S_{dl} = d \times S_l$ Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian lead time
konstan	konstan	variabel

Gambar 2.4 interaksi antara permintaan dan lead time pada penentuan safety stock

a. Model Simulasi

Simulasi merupakan sebuah usaha untuk menyalin fitur, tampilan dan karakteristik sebuah sistem nyata. Simulasi merupakan teknik kuantitatif yang dikembangkan guna mempelajari rentetan tindakan alternatif melalui pembuatan sebuah model sistem dan kemudian menghubungkan sederetan eksperimen yang berulang kali untuk meramalkan sifat-sifat sistem selama periode waktu tertentu. Untuk mempelajari bagaimana sistem riil yang akan bereaksi dengan perubahan-perubahan tertentu, kita dapat menghasilkan perubahan-perubahan ini dalam suatu model serta mensimulasikan reaksi dari sistem sebenarnya (Heizer, 2005).

Simulasi merupakan teknik kuantitatif yang dikembangkan guna mempelajari rentetan tindakan alternatif melalui pembuatan sebuah model sistem dan kemudian menghubungkan sederetan eksperimen yang berulang kali untuk meramalkan sifat-sifat sistem selama periode waktu tertentu. Untuk mempelajari bagaimana sistem riil

yang akan bereaksi dengan perubahan-perubahan tertentu, kita dapat menghasilkan perubahan-perubahan ini dalam suatu model serta mensimulasikan reaksi dari sistem sebenarnya.

Dalam keadaan dimana kemudahan matematik tidaklah fisibel, simulasi merupakan suatu substitusi yang pantas untuk pengevaluasian matematis dari sebuah model. Metode simulasi Monte Carlo merupakan teknik simulasi yang memakai bilangan acak untuk menyelesaikan masalah-masalah yang mencakup keadaan ketidakpastian dimana evaluasi matematis tidak mungkin.

- a. Sistem pemesanan jumlah tetap. Persoalan ini dapat diselesaikan dengan bantuan matrik kombinasi kuantitas pemesanan dan waktu melakukan pemesanan kembali.

Tabel 2.1 Matrik Kombinasi Kuantitas Pemesanan dan Waktu Pemesanan kembali

Pemesanan kembali	Kuantitas Pemesanan					
	1	2	3	4	...	n
1	a11	a12	a13	a14	a1.	a1n
2	a21	a22	a23	a24	a2.	a2n
3	a31	a32	a33	a34	a3.	a3n
4	a41	a42	a43	a44	a4.	a4n
...	a.1	a.2	a.3	a.4	a..	a.n
m	am1	am2	am3	am4	am.	amn

- b. Sistem pemesanan interval tetap. Persoalan ini dapat diselesaikan dengan bantuan matrik kombinasi siklus pemesanan dan maksimum persediaan.

Tabel 2.2 Matrik Kombinasi Siklus Pemesanan dan Maksimum Persediaan

Siklus Pemesanan	Maksimum Persediaan (unit)					
	1	2	3	4	.	n
1	a11	a12	a13	a14	a1.	a1n
2	a21	a22	a23	a24	a2.	a2n
3	a31	a32	a33	a34	a3.	a3n
4	a41	a42	a43	a44	a4.	a4n
.	a.1	a.2	a.3	a.4	a..	a.n
m	am1	am2	am3	am4	am.	amn

Simulasi adalah suatu solusi analitis dari sistem yang digunakan untuk memecahkan berbagai masalah dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian. Digunakan ketika solusi matematis tidak memadai atau mahal. Simulasi dengan menggunakan model atau metode tertentu untuk melihat sejauh mana input mempengaruhi pengukuran *output* atas performansi sistem dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya (Simatupang, 1996). Menurut Banks (1999), simulasi adalah imitasi dari proses operasi di dunia nyata. Simulasi juga di definisikan sebagai sebuah imitasi sederhana dari sistem nyata yang bertujuan untuk mengevaluasi sistem tersebut (Goldsmann, 2007).

Keunggulan simulasi adalah dapat menangkap perubahan dinamis dari proses yang terjadi sehingga dapat mewakili kondisi sebenarnya dari sebuah sistem. Dengan simulasi maka dimungkinkan untuk dapat mengamati bagaimana sistem yang direpresentasikan dapat berperilaku, sehingga model simulasi yang baik adalah model yang mampu menyelesaikan karakteristik dan perubahan sistem dari waktu ke waktu. Semakin mampu model simulasi menirukan proses dari sistem, maka semakin baik model tersebut.

Dengan menggunakan simulasi, pemodel memiliki beberapa keuntungan seperti:

1. Fleksibel
2. Menghemat waktu (*compress time*).
3. Dapat melebar-luaskan waktu (*expand time*).

Terutama dalam dunia statistik dimana hasilnya diinginkan tersaji dengan cepat. Simulasi dapat digunakan untuk menunjukkan perubahan struktur dari suatu sistem nyata (*Real System*) yang sebenarnya tidak dapat diteliti pada waktu yang seharusnya (*Real Time*).

4. Dapat mengawasi sumber-sumber yang bervariasi

Kemampuan pengawasan dalam simulasi ini tampak terutama apabila analisis statistik digunakan untuk meninjau hubungan antara variabel bebas (*independent*) dengan variabel terkait (*dependent*) yang merupakan faktor-faktor yang akan dibentuk dalam percobaan.

5. Mengkoreksi kesalahan-kesalahan penghitungan

Dengan menggunakan simulasi komputer jarang ditemukan kesalahan perhitungan terutama bila angka-angka diambil dari komputer secara teratur dan bebas. Komputer mempunyai kemampuan untuk melakukan penghitungan dengan akurat.

6. Dapat dihentikan dan dijalankan kembali (*stop simulation and restart*).
Simulasi komputer dapat dihentikan untuk kepentingan peninjauan ataupun pencatatan tanpa memiliki *side effect*.
7. Mudah diperbanyak (*easy to replicate*)
Dengan simulasi komputer percobaan dapat dilakukan setiap saat dan dapat diulang-ulang.
8. Tidak bertentangan dengan sistem nyata.
9. Dapat solusi analitis yang menjawab pertanyaan *what-if*.

Namun, simulasi juga memiliki 3 kelemahan yaitu:

1. Membutuhkan masukan managerial yang baik.
2. Tidak menghasilkan solusi yang optimal secara langsung.
3. Tidak *immune* terhadap GIGO (*Garbage In Garbage Out*). Artinya apabila kita memasukkan data yang salah, maka hasil output dari simulasi juga akan salah.

Simulasi memiliki istilah-istilah asing (bagian-bagian model simulasi) yang perlu dipahami oleh pemodel karena bagian-bagian ini sangat penting dalam menyusun suatu model simulasi, yaitu pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Bagian-bagian Model Simulasi

No	Istilah	Pengertian
1	Entitas (<i>entity</i>)	Bagian dari simulasi yang bergerak, merubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi oleh entitas yang lain serta mempengaruhi hasil pengukuran kinerja sistem. Entitas merupakan obyek yang dinamis dalam simulasi

Lanjutan Tabel 2.1 Bagian-Bagian Model Simulasi

2	Atribut	Setiap entitas memiliki ciri-ciri tertentu yang membedakan antara satu dengan yang lainnya. Karakteristik yang dimiliki oleh setiap entitas disebut dengan atribut. Nilai dari atribut mengikat entitas tertentu
3	Variabel	Variabel merupakan potongan informasi yang mencerminkan karakteristik suatu sistem. Variabel berbeda dengan atribut karena dia tidak mengikat suatu entitas melainkan sistem secara keseluruhan sehingga semua entitas dapat mengandung variabel yang sama
4	Sumber daya (<i>resource</i>)	Entitas-entitas seringkali saling bersaing untuk mendapat pelayanan dari resource yang ditunjukkan oleh operator, peralatan, atau ruangan penyimpanan yang terbatas. Suatu resource dapat berupa grup atau pelayanan individu
5	Antrian (<i>queue</i>)	Ketika entitas tidak bergerak (diam) hal ini dimungkinkan karena resource menahan (<i>seize</i>) suatu entitas sehingga membuat entitas yang lain untuk menunggu
6	Kejadian (<i>event</i>)	Kejadian adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut atau variabel. Ada tiga kejadian umum dalam simulasi, yaitu <i>arrival</i> (kedatangan), <i>departure</i> (entitas meninggalkan sistem) dan <i>The End</i> (simulasi berhenti)
7	<i>Simulation Clock</i>	Nilai sekarang dari waktu dalam simulasi yang dipengaruhi oleh variabel disebut sebagai <i>Simulation Clock</i>

Lanjutan Tabel 2.1 Bagian-Bagian Model Simulasi

8	Replikasi	Replikasi mempunyai pengertian bahwa setiap menjalankan dan menghentikan simulasi dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang sama pula
---	-----------	--

2.2.1 Langkah-langkah Simulasi

Dalam melakukan suatu penelitian atau kajian tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Artinya diperlukan suatu langkah-langkah atau metodologi yang terstruktur dan terkendali sehingga kesimpulan yang didapat dapat dipertanggungjawabkan (Law dan Kelton, 1991) Begitu pula dalam melakukan studi simulasi terdapat metodologi umum yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Formulasi masalah

Setiap studi selalu dimulai dengan suatu pernyataan yang jelas tentang tujuan yang hendak dicapai. Secara keseluruhan harus direncanakan pula variabel-variabel yang terdapat dalam sistem obyek.

2. Pengumpulan data

Informasi dan data sebaiknya dikumpulkan secara terpusat dan digunakan untuk melakukan spesifikasi prosedur operasi dan distribusi probabilitas untuk variabel random yang terdapat dalam model.

3. Pembuatan program komputer dan verifikasi

Pemodel harus menentukan program apakah yang akan digunakan untuk menguji dan menjalankan model. Selama melakukan translasi model ke dalam program yang dipilih, dilakukan verifikasi model terhadap sistem nyata apakah bentuk fisik model sudah seperti sistem nyatanya.

4. Jalankan program

Dengan bantuan software simulasi model yang telah dibuat dijalankan (*run*) untuk melihat hasilnya.

5. Validasi

Program yang dijalankan dapat digunakan untuk menguji sensitivitas hasil dari model terhadap perubahan kecil pada parameter masukan. Jika hasilnya berubah secara ekstrim maka suatu estimasi yang baik harus diambil. Jika sistem nampak sama dengan yang ada saat ini, data hasil dari program simulasi dapat dibandingkan dengan sistem nyatanya. Jika hasilnya baik maka program simulasi dinyatakan valid dan model dianggap representasi dari sistem nyata.

6. Mendesain model eksperimen

Jika program simulasi sudah dinyatakan valid maka pemodel dapat melakukan berbagai eksperimen terhadap program/model tersebut sesuai dengan penelitiannya.

7. Menjalankan model eksperimen

Model skenario yang telah dibuat dijalankan untuk dilihat performa sistem yang dihasilkan.

8. Analisa data output

Teknik-teknik statistik digunakan untuk melakukan analisa data yang dihasilkan. Dengan mengukur selang kepercayaan dan performansi yang berbeda-beda untuk setiap desain, maka dapat diketahui mana model simulasi terbaik sesuai tujuan yang hendak dicapai.

9. Implementasi

2.2.2 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah salah satu metode simulasi sederhana yang dapat dibangun secara cepat dengan hanya menggunakan spreadsheet (misalnya Microsoft Excell). Pembangunan model simulasi Monte Carlo didasarkan pada probabilitas yang diperoleh data historis sebuah kejadian dan frekuensinya, dimana (Cahyo, Winda Nur, 2008) :

$$P_i = f_i/n$$

dengan:

P_i : Probabilitas kejadian i

f_i : frekuensi kejadian i

n : jumlah frekuensi semua kejadian.

Tetapi dalam simulasi Monte Carlo, probabilitas juga dapat ditentukan dengan mengukur probabilitas sebuah kejadian terhadap suatu distribusi tertentu. Distribusi ini tentu saja telah menjalani serangkaian uji distribusi seperti misalnya uji Chi-square, Heuristic, atau Kolmogorov-Smirnov dan sebagainya.

Dasar simulasi monte carlo adalah percobaan pada unsur peluang (atau bersifat *probabilistik*) dengan menggunakan pengambilan sampel secara acak (Heizer, 2005).

2.2.3 Teknik simulasi Monte Carlo

Teknik simulasi Monte Carlo terbagi atas lima langkah sederhana:

1. Menetapkan sebuah distribusi probabilitas bagi variabel penting.
2. Membuat distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variabel.
3. Menetapkan sebuah interval angka acak bagi setiap variabel.
4. Membangkitkan angka acak
5. Mensimulasikan serangkaian percobaan.

Langkah-langkah ini diuji sebagai berikut.

Langkah 1. Menetapkan distribusi probabilitas. Ide dasar simulasi monte carlo adalah untuk membangkitkan nilai untuk variabel pada model yang sedang diuji. Dalam system dunia nyata, sebagian besar variabel memiliki probabilitas alami. Diantaranya adalah : permintaan persediaan, waktu tenggang pesanan untuk tiba, waktu diantara mesin rusak, waktu diantara kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, waktu pelayanan, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan aktivitas proyek dan jumlah karyawan yang tidak hadir setiap hari.

Sebuah cara untuk menetapkan *distribusi probabilitas* bagi variabel tertentu adalah dengan menguji hasil historis. Distribusi probabilitas dapat ditemukan, atau frekuensi relatif, untuk setiap output variabel yang mungkin dengan cara membagi jumlah pengamatan dengan jumlah pengamatan total.

Langkah 2. Membuat distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variabel.

Langkah 3. Menetapkan interval angka acak. Setelah distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variabel yang digunakan dalam simulasi sudah diterapkan, maka diberikan serangkaian angka acak yang mewakili setiap nilai atau output yang mungkin. Angka ini disebut sebagai interval angka acak (*random-number intervals*). Merupakan serangkaian digit (misalkan, dua digit mulai dari 01, 02, ... , 98, 99, 00) yang terpilih oleh sebuah proses yang teracak secara sempurna, yakni sebuah proses dimana setiap angka acak memiliki peluang yang sama untuk bias terpilih.

Langkah 4. Membangkitkan angka acak. Angka acak dapat dihasilkan dengan dua cara. Jika persoalan yang dihadapi besar dan proses yang sedang diteliti melibatkan banyak percobaan simulasi, maka digunakan program computer untuk membangkitkan angka acak. Jika simulasi dilakukan dengan perhitungan tangan, angka acak dapat diambil dari sebuah tabel angka acak.

Langkah 5. Mensimulasikan percobaan. Hasil dari eksperimen dapat disimulasikan secara sederhana dengan memilih angka acak.

Metode simulasi Monte Carlo merupakan teknik simulasi yang memakai bilangan acak untuk menyelesaikan masalah-masalah yang mencakup keadaan ketidakpastian dimana evaluasi matematis tidak mungkin.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada industri makanan Da'im Donuts yang berada di Jl. Kaliurang Km 10, Gondangan, Ngaglik, Yogyakarta. Da'im Donuts merupakan perusahaan yang bergerak dalam industry makanan dengan produk donat dalam berbagai rasa. Obyek penelitiannya adalah pengendalian persediaan bahan baku tepung terigu yang menjadi bahan baku utama dalam memproduksi donat.

3.2 Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data internal dan data eksternal perusahaan. Data ini terbagi menjadi dua yaitu:

1. Data Primer.

Adapun yang dimaksud dengan data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari perusahaan, diantaranya yaitu:

- a. Volume permintaan
- b. Persediaan awal di gudang
- c. Jenis produk
- d. Struktur produk
- e. Biaya-biaya yang berhubungan dengan pemesanan.
- f. Biaya penyimpanan

- g. Biaya persediaan
 - h. Biaya persediaan pengaman
 - i. Data pemakaian bahan baku
 - j. Lead time
 - k. Dan data-data penunjang lainnya
2. Data Sekunder.

Data sekunder diperoleh dari literatur-literatur, majalah ilmiah, maupun dokumen lainnya yang berhubungan dengan obyek yang diteliti.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data meliputi:

1. Studi Lapangan

Studi ini dilakukan langsung ke perusahaan untuk mengadakan pengamatan dan pengambilan data terhadap obyek penelitian. Studi lapangan ini dapat dilakukan dengan cara:

a. Wawancara.

Yaitu metode pengumpulan data dengan cara bertanya langsung kepada subyek penelitian dalam lingkup perusahaan untuk memperoleh data-data yang diperlukan.

b. Observasi.

Merupakan cara pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara cermat dan sistematis mengenai pelaksanaan operasional perusahaan untuk mendapatkan gambaran yang jelas akan masalah yang sedang diteliti.

c. Dokumenter

Memperoleh data-data dari dokumen atau arsip yang ada pada perusahaan, khususnya data-data yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

2. Studi Pustaka

Studi ini terutama diarahkan untuk memperoleh landasan teori dengan maksud untuk digunakan dalam analisa kasus. Dasar-dasar teoritis ini diperoleh dari literature-literatur, majalah ilmiah, maupun tulisan lainnya yang berhubungan langsung dengan masalah yang diteliti.

3.4 Pengolahan Data

Setelah selesai mengumpulkan data, data-data tersebut selanjutnya akan diolah sesuai dengan langkah-langkah berikut:

1. Menghitung *inventory cost*, yaitu biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan.
2. Mengelompokkan data yang didapat dari perusahaan kedalam beberapa kelas interval agar dapat memudahkan dalam menentukan distribusi probabilitasnya.
3. Menetapkan distribusi probabilitas yang akan digunakan untuk menentukan interval bilangan randomnya.
4. Membuat distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variabel.
5. Menetapkan interval angka acak dan membangkitkan angka acak. Angka acak dibangkitkan dengan menggunakan *Microsoft Excel 2007*.
6. Simulasi, simulasi yang pertama kali dilakukan yaitu membuat model awal yang nilai EOQ dan ROP nya sesuai dengan EOQ dan ROP yang diterapkan di perusahaan.

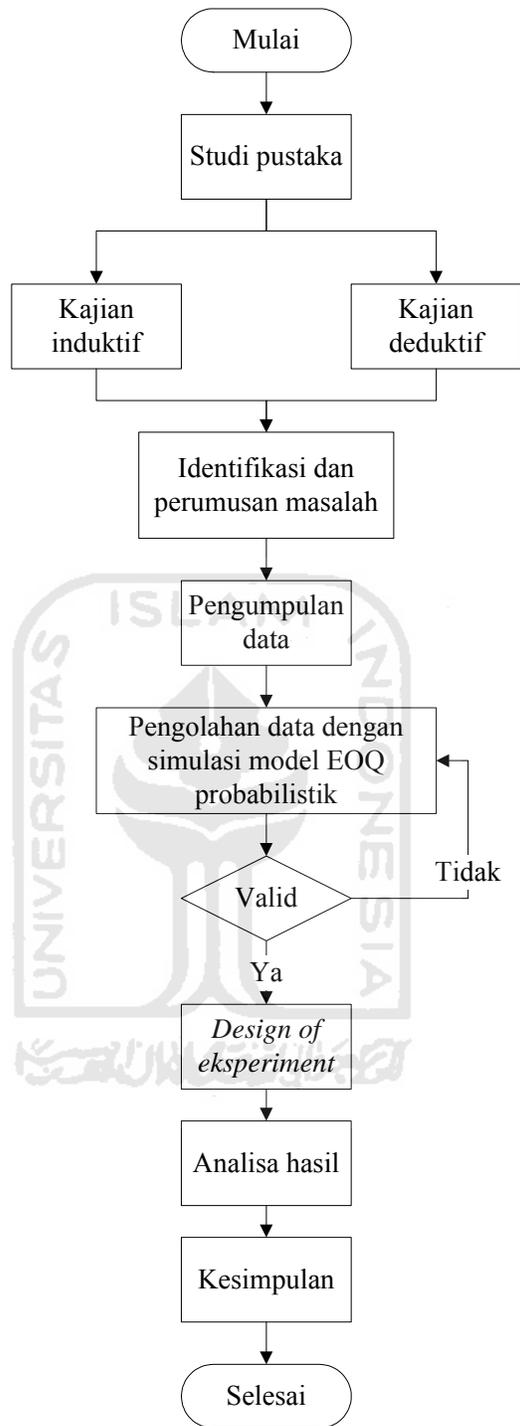
7. Validasi. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara hasil simulasi model awal dengan data historis.
8. Melakukan *design of eksperiment*. Setelah model dianggap valid dan sesuai dengan sistem nyatanya, maka dari model yang telah dibuat dapat dilakukan berbagai percobaan dan penghitungan nilai EOQ dan ROP, yang nantinya akan disimulasikan dengan dasar simulasi monte carlo dan mencari perpaduan dari nilai EOQ serta ROP yang paling baik.

3.5 Analisis dan Pembahasan

Analisa yang dilakukan pada penggunaan model EOQ adalah mencari nilai kuantitas dalam sekali pemesanan sedangkan untuk ROP adalah mencari nilai dari titik persediaan minimum untuk melakukan pemesanan kembali. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan nilai yang terbaik dari perpaduan nilai EOQ dan ROP, sehingga diketahui berapa kuantitas yang diperlukan dalam sekali pemesanan serta titik minimum persediaan untuk melakukan pemesanan kembali. Agar didapatkan biaya persediaan total yang minimum.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan, maka pada tahap ini dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan pemberian saran untuk mengembangkan hasil penelitian ini pada penelitian selanjutnya.



Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Da'im donut bakery adalah perusahaan perseorangan yang memproduksi donat berbagai rasa. Dirintis pertama kali oleh bapak Imam Munasir pada bulan Maret 1996. Usaha dirintis mulai dari usaha kecil-kecilan di Yogyakarta tepatnya di daerah Jl. *Palagan* Tentara Pelajar Km 8,5 Sariharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta dengan modal Rp 30.000,- dengan produksi 50 biji donat. Penjualan pertama dilakukan disetiap kos-kosan. Dalam satu minggu penjualan sudah balik modal dan usaha masih tetap berjalan.

Pada bulan Mei 1996 usaha dihentikan karena mendapatkan tawaran kerja. Setelah 6 bulan bekerja, pemilik perusahaan resign dari pekerjaannya dan melanjutkan usaha donat tersebut. Usaha dimulai lagi pada awal tahun 1997 yaitu pada bulan Januari dan pada tahun 1998 mulai mencari tenaga kerja untuk proses pembuatan donat.

Pada tahun 1999 pemilik perusahaan sudah bisa menyewa mesin mixer sendiri dan permintaan donat pada waktu itu semakin banyak, oleh karena permintaan donat yang semakin banyak maka diambil kebijakan untuk menambah tenaga kerja. Awal tahun 2003 perusahaan sudah bisa membeli mixer dan alat-alat perlengkapan lainnya, pada tahun 2003 jumlah tenaga kerja terus bertambah karena permintaan yang

semakin banyak. Selain itu, Pemilik perusahaan mulai mengikuti kursus membuat donat dan perusahaan sudah mulai memproduksi donat dalam berbagai macam rasa dan bentuk.

Ditahun 2007 Pak Imam mulai membuka counter di Jl. Kaliurang Km 10, Gondangan, Ngaglik, Yogyakarta dan permintaan sudah semakin meningkat yaitu berkisar 1000-1500 donat per hari dengan 26-30 tenaga kerja.

4.1.2 Proses Produksi

Tahap-tahap proses produksi donat berbagai rasa di Da'im donuts bakery adalah sebagai berikut:

1. Penimbangan bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu sebelum memulai pembuatan. Ada pun berat masing-masing bahan yaitu:

- Tepung 2 kg
- Mentega (Priem 150 gr, butter 50 gr, bos 20 gr)
- 8 kuning telur
- Susu bubuk 80 gr
- Garam halus 15 gr
- Gula pasir 400 gr
- Pengempuk 5-10 gr
- Ragi 40-45 gr
- Air dingin 900 ml

2. Pencampuran

Setelah ditimbang, tepung, susu, pengempuk, garam, ragi dan gula dicampur sampai rata. Setelah rata ditambah telur dan $\frac{1}{4}$ air dingin di mixer

sampai halus, lalu ditambahkan mentega dan semua air yang tersisa dicampur sampai rata dan membentuk adonan.

3. Pengembangan

Adonan yang telah jadi didiamkan 10-15 menit agar adonan bias mengembang.

4. Penimbangan adonan

Setelah didiamkan, adonan ditimbang per 55 gr.

5. Rounding

Setiap adonan dirounding dan dimasukkan kedalam Loyang lalu didiamkan $\frac{1}{2}$ jam.

6. Pencetakan

Setelah didiamkan, adonan dicetak satu persatu, lalu didiamkan kembali selama 1 jam.

7. Pemanggangan

Setelah didiamkan, adonan yang telah dicetak dipanggang di oven hingga matang dengan suhu 180°C.

8. Penghiasan donat

Setelah matang, donat dihias dalam berbagai rasa.

Dalam 1 kali proses pembuatan yaitu mulai dari 2 kg akan menghasilkan 70 biji produk donat.

Pada penelitian ini, penulis telah menentukan bahan baku yang menjadi objek penelitiannya yaitu bahan baku tepung terigu, karena tepung terigu merupakan bahan baku utama yang digunakan untuk membuat adonan donat.

4.1.3 Data Penjualan dan Biaya-biaya Persediaan

Biaya-biaya yang dikeluarkan untuk persediaan bahan baku utama yaitu tepung terigu pada Da'im donuts bakery adalah:

1. Biaya pemesanan
Biaya administrasi dan telepon : Rp 12.000,-/pemesanan
2. Harga beli bahan baku utama (tepung terigu)
@ 25 kg : Rp 153.100,-
3. *Lead time*
Lead time berkisar dari 1-3 hari, dimana apabila *lead time* 1 maka jika pemesanan dilakukan pada hari senin maka pada hari rabu bahan baku sudah dapat digunakan pada minggu yang sama.
4. Harga jual produk : Rp 1500/donat
5. Persediaan awal di gudang : 200 Kg
6. Biaya penyimpanan
 - a. Biaya listrik : Rp 68.000,-/bulan
 - b. Biaya pemeliharaan : Rp 50.000,-/bulan
 - c. Bunga Bank sebagai modal kerja/tahun : 10%

4.1.4 Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu

Data kebutuhan bahan baku utama (tepung terigu) yang didapatkan merupakan data yang telah disesuaikan dengan permintaan produk jadi.

Tabel 4.1 Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu

No.	Tanggal	Jumlah (Kg)	No.	Tanggal	Jumlah (Kg)
1	16/4/2011	50	29	14/5/2011	22
2	17/4/2011	50	30	15/5/2011	2
3	18/4/2011	0	31	16/5/2011	38
4	19/4/2011	50	32	17/5/2011	24
5	20/4/2011	2	33	18/5/2011	14
6	21/4/2011	8	34	19/5/2011	30
7	22/4/2011	40	35	20/5/2011	7
8	23/4/2011	3	36	21/5/2011	43
9	24/4/2011	25	37	22/5/2011	0
10	25/4/2011	24	38	23/5/2011	16
11	26/4/2011	22	39	24/5/2011	2
12	27/4/2011	9	40	25/5/2011	45
13	28/4/2011	40	41	26/5/2011	11
14	29/4/2011	3	42	27/5/2011	7
15	30/4/2011	32	43	28/5/2011	43
16	1/5/2011	20	44	29/5/2011	19
17	2/5/2011	9	45	30/5/2011	8
18	3/5/2011	28	46	31/5/2011	14
19	4/5/2011	5	47	1/6/2011	5
20	5/5/2011	40	48	2/6/2011	35
21	6/5/2011	30	49	3/6/2011	9
22	7/5/2011	2	50	4/6/2011	22
23	8/5/2011	38	51	5/6/2011	3
24	9/5/2011	35	52	6/6/2011	48
25	10/5/2011	37	53	7/6/2011	20
26	11/5/2011	0	54	8/6/2011	2
27	12/5/2011	34	55	9/6/2011	28
28	13/5/2011	13	56	10/6/2011	16

Lanjutan Tabel 4.1 Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu

No.	Tanggal	Jumlah (Kg)	No.	Tanggal	Jumlah (Kg)
57	11/6/2011	37	89	13/7/2011	19
58	12/6/2011	38	90	14/7/2011	22
59	13/6/2011	0	91	15/7/2011	25
60	14/6/2011	11	92	16/7/2011	3
61	15/6/2011	2	93	17/7/2011	16
62	16/6/2011	22	94	18/7/2011	24
63	17/6/2011	34	95	19/7/2011	32
64	18/6/2011	3	96	20/7/2011	5
65	19/6/2011	25	97	21/7/2011	0
66	20/6/2011	5	98	22/7/2011	37
67	21/6/2011	48	99	23/7/2011	11
68	22/6/2011	3	100	24/7/2011	19
69	23/6/2011	19	101	25/7/2011	20
70	24/6/2011	9	102	26/7/2011	8
71	25/6/2011	32	103	27/7/2011	40
72	26/6/2011	8	104	28/7/2011	13
73	27/6/2011	16	105	29/7/2011	25
74	28/6/2011	28	106	30/7/2011	9
75	29/6/2011	7	107	31/7/2011	11
76	30/6/2011	30	108	1/8/2011	32
77	1/7/2011	28	109	2/8/2011	30
78	2/7/2011	9	110	3/8/2011	19
79	3/7/2011	16	111	4/8/2011	37
80	4/7/2011	0	112	5/8/2011	7
81	5/7/2011	32	113	6/8/2011	28
82	6/7/2011	8	114	7/8/2011	30
83	7/7/2011	24	115	8/8/2011	22
84	8/7/2011	38	116	9/8/2011	16
85	9/7/2011	20	117	10/8/2011	48
86	10/7/2011	2	118	11/8/2011	24
87	11/7/2011	45	119	12/8/2011	19
88	12/7/2011	7	120	13/8/2011	3

Lanjutan Tabel 4.1 Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu

No.	Tanggal	Jumlah (Kg)	No.	Tanggal	Jumlah (Kg)
121	14/8/2011	14	141	3/9/2011	25
122	15/8/2011	28	142	4/9/2011	16
123	16/8/2011	11	143	5/9/2011	11
124	17/8/2011	25	144	6/9/2011	32
125	18/8/2011	37	145	7/9/2011	28
126	19/8/2011	5	146	8/9/2011	8
127	20/8/2011	22	147	9/9/2011	19
128	21/8/2011	19	148	10/9/2011	24
129	22/8/2011	32	149	11/9/2011	14
130	23/8/2011	14	150	12/9/2011	25
131	24/8/2011	28	151	13/9/2011	32
132	25/8/2011	43	152	14/9/2011	28
133	26/8/2011	24	153	15/9/2011	9
134	27/8/2011	9			
135	28/8/2011	20			
136	29/8/2011	13			
137	30/8/2011	0			
138	31/8/2011	0			
139	1/9/2011	0			
140	2/9/2011	0			

4.1.5 Data Lead Time

Tabel 4.2 Data Kedatangan Pemesanan

No.	Pemesanan	Kedatangan
1	16/4/2011	18/4/2011
2	25/4/2011	28/4/2011
3	5/5/2011	8/5/2011
4	12/5/2011	14/5/2011
5	21/5/2011	23/5/2011
6	3/6/2011	6/6/2011
7	11/6/2011	13/6/2011

Lanjutan Tabel 4.2 Tabel Kedatangan Pemesanan

No.	Pemesanan	Kedatangan
8	23/6/2011	26/6/2011
9	6/7/2011	9/7/2011
10	17/7/2011	19/7/2011
11	27/7/2011	31/7/2011
12	5/8/2011	8/8/2011
13	14/8/2011	17/8/2011
14	23/8/2011	25/8/2011
15	6/9/2011	10/9/2011
16	15/9/2011	17/9/2011

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan *Inventory Cost*

Biaya-biaya pendukung ini didapat dari perhitungan biaya-biaya yang ada pada Da'im donuts bakery, yaitu meliputi:

1. Biaya Pesan

Biaya pemesanan adalah biaya yang dikaitkan dengan usaha untuk mendapatkan bahan atau barang dari luar. Biaya pemesanan dapat berupa biaya penulisan pesanan, biaya proses pemesanan, biaya transportasi.

Biaya administrasi dan telepon : Rp 12.000,-/pemesanan

Jadi, total biaya pemesanan bahan baku utama adalah Rp 12.000,-/pemesanan, karena biaya bongkar dan perjalanan ditanggung oleh *supplier*.

2. Biaya Simpan

Komponen utama dari biaya simpan terdiri dari biaya modal, biaya simpan yang meliputi biaya sewa gudang, perawatan dan perbaikan bangunan, listrik dan gaji personel keamanan dan biaya risiko.

a. Biaya listrik : Rp 68.000,-/bulan

b. Biaya pemeliharaan : Rp 50.000,-/bulan

c. Bunga Bank sebagai modal kerja/tahun : 10%

Rata-rata unit per bulan = 24 unit

$$= \frac{10\%}{12} \times \text{Rp } 153.100,-/\text{unit} = \text{Rp } 1.275,-/\text{unit/bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya simpan adalah} &= \frac{\text{Rp } 118.000,-/\text{bulan}}{24} + \text{Rp } 1.275,-/\text{unit/bulan} \\ &= \text{Rp } 6.191 / \text{unit/bulan} \end{aligned}$$

Maka biaya simpan per harinya apabila dalam 1 unit adalah

$$= \frac{\text{Rp } 6.191/\text{unit/bulan}}{30} = \text{Rp } 206,3 / \text{unit/hari}$$

3. Biaya Kekurangan Persediaan

Biaya kekurangan persediaan terjadi apabila persediaan tidak tersedia di gudang ketika dibutuhkan untuk produksi atau ketika pelanggan memintanya.

Perusahaan menetapkan biaya yang harus ditanggung adalah sebesar 5% dari harga pembelian bahan baku per unit.

4.2.2 Pengelompokan Data

Data yang didapat dari perusahaan dikelompokkan kedalam beberapa kelas interval agar dapat memudahkan dalam menentukan distribusi probabilitasnya.

4.2.3 Menetapkan Distribusi Probabilitas

Dengan data yang telah dikelompokkan selanjutnya akan ditetapkan distribusi probabilitasnya yang akan digunakan untuk menentukan interval bilangan randomnya.

4.2.4 Menetapkan *interval* angka acak

Setelah diketahui besarnya probabilitas pada tiap kelas interval, maka *interval* angka acak sudah bisa ditentukan pada masing-masing kelas interval sesuai dengan besar probabilitasnya.

1. Kebututah Bahan Baku Tepung Terigu

Tabel 4.3 Probabilitas Pemakaian Bahan Baku Tepung Terigu

Pemakaian Bahan Baku	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Peluang Kejadian	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak
0	10	10	6	6	$1 < x \leq 6$
2	7	17	4	11	$6 < x \leq 11$
3	7	24	4	15	$11 < x \leq 15$
5	5	29	3	18	$15 < x \leq 18$
7	5	34	3	22	$18 < x \leq 22$
8	6	40	3	26	$22 < x \leq 26$
9	8	48	5	31	$26 < x \leq 31$
11	6	54	3	35	$31 < x \leq 35$
13	3	57	1	37	$35 < x \leq 37$
14	5	62	3	40	$37 < x \leq 40$
16	7	69	4	45	$40 < x \leq 45$
19	8	77	5	50	$45 < x \leq 50$
20	5	82	3	53	$50 < x \leq 53$
22	7	89	4	58	$53 < x \leq 58$
24	7	96	4	62	$58 < x \leq 62$
25	7	103	4	67	$62 < x \leq 67$
28	9	112	5	73	$67 < x \leq 73$
30	5	117	3	76	$73 < x \leq 76$
32	8	125	5	81	$76 < x \leq 81$
34	2	127	1	83	$81 < x \leq 83$
35	2	129	1	84	$83 < x \leq 84$
37	5	134	3	87	$84 < x \leq 87$
38	4	138	2	90	$87 < x \leq 90$
40	4	142	2	92	$90 < x \leq 92$
43	3	145	1	94	$92 < x \leq 94$
45	2	147	1	96	$94 < x \leq 96$
48	3	150	1	98	$96 < x \leq 98$
50	3	153	1	100	$98 < x \leq 100$
Total	153		100		

2. Lead Time

Tabel 4.4 Probabilitas *Lead Time*

Masa Tenggang	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Peluang Kejadian	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak
1	7	7	43.75	43	$1 < x \leq 43$
2	7	14	43.75	87	$43 < x \leq 87$
3	2	16	12.5	100	$87 < x \leq 100$
	16	0	100		

4.2.5 Membangkitkan angka acak

Angka acak dapat dihasilkan dengan dua cara. Jika persoalan yang dihadapi besar dan proses yang sedang diteliti melibatkan banyak percobaan simulasi, maka digunakan program computer untuk membangkitkan angka acak. Jika simulasi dilakukan dengan perhitungan tangan, angka acak dapat diambil dari sebuah tabel angka acak. Pembangkitan angka acak pada kasus ini menggunakan *software Microsoft Excel 2007*.

4.2.6 Simulasi

Model yang akan disimulasikan yaitu model kebutuhan bahan baku dan *lead time* yang didapatkan dari pembangkitan bilangan random. Simulasi dilakukan sebanyak 153 periode menyesuaikan data historis yang ada.

Simulasi yang dilakukan yaitu untuk menentukan atau untuk memprediksi besar jumlah persediaan per hari yang nantinya untuk mendapatkan nilai dari biaya persediaan dalam sehari. Pada simulasi ini digunakan nilai EOQ 200 kg dan ROP 50 kg sesuai dengan keadaan di perusahaan. Setelah dilakukan simulasi maka hasil yang didapat bisa dilihat pada tabel 4.5.

Contoh perhitungan dari template *excel* dilakukan seperti pada hari 1 sebagai berikut:

1. Unit yang diterima kosong karena tidak ada kedatangan bahan baku.
2. Persediaan awal pada hari 1 didapat dari persediaan awal di gudang. Untuk hari-hari yang lain persediaan awal didapatkan dari nilai persediaan akhir pada hari sebelumnya. Contoh pada hari ke 2 persediaan awal didapatkan dari persediaan akhir hari 1.
3. Pembangkitan angka acak muncul dari fungsi pada *ms. Excel*.
4. Kebutuhan bahan baku didapatkan dari nilai interval angka acak untuk kebutuhan bahan baku.
5. Persediaan akhir didapat dari pengurangan nilai persediaan awal dengan banyaknya kebutuhan bahan baku. jika kebutuhan bahan baku lebih besar dibandingkan persediaan awal, maka nilai persediaan akhir adalah 0 (nol).
6. Penjualan yang hilang akan muncul jika nilai persediaan awal lebih kecil dibandingkan dengan kebutuhan bahan baku.
7. Pemesanan kembali akan berisi “TIDAK” jika nilai persediaan akhir lebih besar dari titik pemesanan kembali (ROP) yang ditentukan. Contoh, nilai ROP sebesar 50, dengan persediaan akhirnya 195 maka tidak dilakukan pemesanan kembali. Pada hari ke-8 persediaan akhirnya adalah 35, sedangkan ROP 50 maka fungsi yang berlaku adalah “YA” yang artinya harus dilakukan pemesanan kembali.
8. Angka acak yang berikutnya akan muncul apabila pada kolom pesan lagi berisikan fungsi “YA”. Pembangkitan bilangan random dilakukan dengan fungsi pada *ms. Excel*.

9. Nilai pada masa tenggang didapatkan dari nilai interval angka acak untuk masa tenggang (*lead time*).
10. Apabila pada masa tenggang berisikan nilai “1” maka pada unit yang diterima akan muncul nilai kuantitas pemesanan (EOQ) yang telah ditentukan pada 2 hari berikutnya setelah nilai masa tenggang muncul. Contoh pada hari ke-8 kolom masa tenggang muncul angka 1, maka pada hari ke-10 untuk kolom unit yang diterima akan muncul nilai EOQ yang sudah ditentukan, yaitu 200.
11. Begitu seterusnya sampai periode 153.



Tabel 4.5 Contoh model awal

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
1		200	18	5	195		Tidak		
2		195	91	40	155		Tidak		
3		155	30	9	146		Tidak		
4		146	5	0	146		Tidak		
5		146	39	14	132		Tidak		
6		132	92	40	92		Tidak		
7		92	79	32	60		Tidak		
8		60	66	25	35		Ya	45	2
9		35	66	25	10		Tidak		
10		10	32	11	0		Tidak		
11	200	200	92	40	160		Tidak		
12		160	17	5	155		Tidak		
13		155	20	7	148		Tidak		
14		148	58	22	126		Tidak		
15		126	36	13	113		Tidak		
16		113	10	2	111		Tidak		
17		111	58	22	89		Tidak		
18		89	44	16	73		Tidak		
19		73	89	38	35		Ya	31	1
20		35	86	37	0	2	Tidak		

4.2.7 Validasi

Untuk mengetahui bahwa model yang dikembangkan sesuai dengan sistem nyata, maka dilakukan pengujian model. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara hasil simulasi dengan data historis. Apabila dari perbandingan tersebut ternyata tidak ditemukan perbedaan antara model yang dikembangkan dengan sistem nyata maka dapat dinyatakan valid. Model yang valid merupakan model yang dapat dijadikan sebagai alat pengembangan untuk menganalisa kebijakan-kebijakan yang dapat diterapkan.

Seluruh variabel ketidakpastian yang sebelumnya dibangkitkan dengan bilangan random berdasarkan distribusi probabilitas di uji dengan uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi dan uji *chi square*. Uji dilakukan tiap periodenya yaitu selama 153 periode sesuai dengan data yang ada (April 2011- September 2011).

1. Uji kesamaan dua rata-rata

Pada uji ini, variabel-variabel ketidakpastian akan diuji, apakah kedua data memiliki perbedaan atau tidak. Berikut perhitungan dilakukan pada data kebutuhan bahan baku.

Tabel 4.6 Perbandingan Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu (kg)

Pemakaian Bahan Baku (hari)	Data Riil	Data Simulasi
1	50	5
2	50	40
3	0	9
4	50	0
5	2	14
6	8	40
7	40	32
8	3	25
9	25	25
10	24	11
11	22	40
12	9	5

Lanjutan Tabel 4.6 Perbandingan Data Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu (kg)

Pemakaian Bahan Baku (hari)	Data Riil	Data Simulasi
13	40	7
14	3	22
15	32	13
16	20	2
17	9	22
18	28	16
19	5	38
20	40	37
21	30	24
22	2	20
23	38	14
24	35	38
25	37	16
26	0	7
27	34	28
28	13	5
29	22	48
30	2	32

a. Hipotesis:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Rata - rata kedua populasi adalah sama

$H_i : \mu_1 \neq \mu_2$: Rata - rata kedua populasi adalah tidak sama

H_0 tidak ditolak apabila $-T_{\alpha/2} < t < T_{\alpha/2}$.

$\alpha = 0,05$; $\alpha/2 = 0,025$

b. Daerah Penerimaan

H_0 tidak ditolak jika $-T_{0.025} < T \text{ hitung} < T_{0.025}$

c. T Hitung

$$Sp^2 = \frac{(n_1-1)V_1^2 + (n_2-1)V_2^2}{n_1+n_2-2}$$

$$Sp^2 = 478,718$$

$$T \text{ hitung} = \frac{\text{Mean 1} - \text{Mean 2}}{\sqrt{Sp^2 * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$T \text{ hitung} = -0,224$$

d. Kesimpulan

$$\text{Karena } -T_{0,025} < T \text{ hitung} < T_{0,025}$$

Yaitu

$$-2,045 < -0,224 < 2,045$$

Maka H_0 tidak ditolak, berarti tidak cukup bukti untuk menyimpulkan bahwa rata-rata pada sistem nyata berbeda dengan rata-rata hasil simulasi.

2. Uji dua variansi

Dengan menggunakan data yang sama, dilakukan pengujian apakah kedua data tersebut memiliki variansi yang sama. Perhitungannya sebagai berikut:

Menentukan hipotesis

a. Hipotesis

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 : \text{Variansi kedua populasi adalah sama}$$

$$H_1 = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 : \text{Variansi kedua populasi adalah tidak sama}$$

$$H_0 \text{ tidak ditolak apabila } F_{(1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1)} < F_{\text{hitung}} < F_{(\alpha/2, n_1-1, n_2-1)}$$

b. Daerah penerimaan

$$H_0 \text{ tidak ditolak jika } F_{\text{tabel } 0,975} < F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel } 0,025}$$

c. Menentukan F hitung

$$F_{\text{hitung}} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$F_{\text{hitung}} = 0,665$$

d. Kesimpulan

$$\text{Karena } F_{\text{tab } 0,975} < F_{\text{hitung}} < F_{\text{tab } 0,025}$$

Yaitu

$$0,476 < 0,665 < 2,101$$

Maka H_0 tidak ditolak, berarti tidak cukup bukti untuk menyimpulkan bahwa variansi pada system nyata berbeda dengan variansi hasil simulasi.

3. Uji *chi square*

Dengan data yang sama dilakukan pengujian apakah hasil simulasi cocok dengan data riil yang ada. Berikut perhitungannya:

Hipotesis

H_0 = Pola distribusi data kedua populasi adalah sama

H_i = Pola distribusi data kedua populasi adalah tidak sama

H_0 tidak ditolak apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} < \chi^2_{tabel} < \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

Tabel 4.7 Penggabungan Kelas

Pemakaian Bahan Baku	Relative Frequency	
	Historis	Simulasi
0	10	5
2	7	6
3	7	7
5-9	24	24
11	6	3
13-25	49	49
28-30	14	12
32	8	8
34-50	28	36

Dengan menggunakan *Ms. Excel* diperoleh:

Probabilitas : 0,5677

X² Hitung : 6,71

X² Tabel : 15,50

Kesimpulan

Karena X² Hitung < X² Tabel yaitu 6,71 < 15,50 maka H₀ tidak ditolak.

Artinya bahwa data hasil simulasi sesuai dengan sistem nyatanya.

4.2.8 Design of Eksperiment (DOE)

Setelah model dianggap valid dan sesuai dengan sistem nyatanya, maka dari model yang telah dibuat dapat dilakukan berbagai percobaan sesuai dengan keinginan pemodel. Dalam kasus ini, *design of eksperiment* dilakukan sesuai dengan nilai EOQ kelipatan 25 kg karena setiap unit bernilai 25 kg (1 sak) hingga 350 kg karena perusahaan mempunyai gudang dengan kapasitas gudang yang diperkirakan 350 kg dan dengan nilai ROP kelipatan 25 kg hingga 200 kg karena *lead time* paling lama yaitu 3 hari dikali pemakaian bahan baku maksimal sebanyak 50 kg ditambah dengan nilai *safety stock* yaitu 42,17 kg.

d = rata-rata pemakaian bahan baku per periode

l = rata-rata periode *lead time*

Sl = standart deviasi *lead time*

Sd = standart deviasi pemakaian bahan baku per periode

SS = *Safety Stock*

ROP = *Reorder Point*

$$Sdl = \sqrt{(d^2 \times Sl^2) + (l \times Sd^2)}$$

$d = 21,503$

$$l = 1,875$$

$$Sl = 0,806$$

$$Sd = 13,802$$

$$Sdl = \sqrt{(462,37 \times 0,649) + (1,875 \times 190,49)}$$

$$= \sqrt{300,083 + 357,16}$$

$$= \sqrt{657,25}$$

$$= 25,636$$

$$SS = 1,645 \times 25,636$$

$$= 42,17 \text{ kg}$$

$$ROP = (21,503 \times 1,875) + 42,17$$

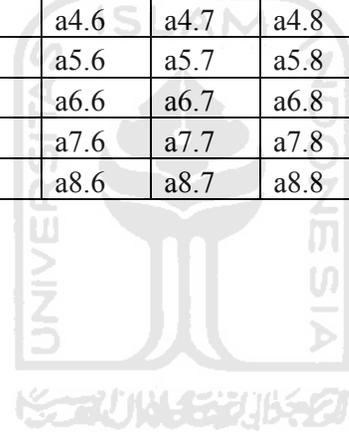
$$= 82 \text{ kg}$$



Adapun alternative model antara lain sebagai berikut:

Tabel 4.7 *Design* nilai EOQ dan ROP yang akan dilakukan

Pemesanan Kembali	Kuantitas Pemesanan													
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
25	a1.1	a1.2	a1.3	a1.4	a1.5	a1.6	a1.7	a1.8	a1.9	a1.10	a1.11	a1.12	a1.13	a1.14
50	a2.1	a2.2	a2.3	a2.4	a2.5	a2.6	a2.7	a2.8	a2.9	a2.10	a2.11	a2.12	a2.13	a2.14
75	a3.1	a3.2	a3.3	a3.4	a3.5	a3.6	a3.7	a3.8	a3.9	a3.10	a3.11	a3.12	a3.13	a3.14
100	a4.1	a4.2	a4.3	a4.4	a4.5	a4.6	a4.7	a4.8	a4.9	a4.10	a4.11	a4.12	a4.13	a4.14
125	a5.1	a5.2	a5.3	a5.4	a5.5	a5.6	a5.7	a5.8	a5.9	a5.10	a5.11	a5.12	a5.13	a5.14
150	a6.1	a6.2	a6.3	a6.3	a6.5	a6.6	a6.7	a6.8	a6.9	a6.10	a6.11	a6.12	a6.13	a6.14
175	a7.1	a7.2	a7.3	a7.4	a7.5	a7.6	a7.7	a7.8	a7.9	a7.10	a7.11	a7.12	a7.13	
200	a8.1	a8.2	a8.3	a8.4	a8.5	a8.6	a8.7	a8.8	a8.9	a8.10	a8.11	a8.12		



Alternatif perbandingan biaya setelah melakukan *design of eksperiment*

Tabel 4.8 Perbandingan Biaya

kembali	Kuantitas Pemesanan													
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
25	99.780	63.519	48.240	44.900	48.825	39.902	37.568	39.485	37.766	35.777	40.267	39.398	46.755	46.072
50	98.690	36.369	30.414	23.618	31.694	33.098	32.778	28.847	30.103	32.663	29.409	40.438	39.200	43.607
75	99.856	34.017	23.097	22.376	25.564	23.827	27.182	27.876	29.202	32.939	34.379	35.653	40.345	40.271
100	101.004	33.974	22.858	26.254	26.025	27.368	29.327	29.951	34.306	35.133	37.720	41.442	44.280	45.350
125	98.571	35.934	23.017	26.726	29.357	30.178	33.010	36.393	38.090	40.394	43.204	44.678	47.912	50.541
150	99.731	33.867	26.768	31.176	34.514	34.291	35.606	39.551	42.560	44.493	46.990	46.979	49.665	53.373
175	101.273	33.857	34.679	36.974	37.110	40.437	40.797	46.371	49.922	49.833	52.181	54.665	57.631	
200	98.555	33.788	35.319	38.077	42.672	43.879	42.874	43.987	46.298	48.290	54.823	58.287		

Dari hasil *design of eksperiment* yang telah dilakukan maka didapat biaya minimum pada nilai EOQ 100 kg dan ROP 75 kg yaitu sebesar Rp 22.376,- sedangkan keadaan nyata pada perusahaan dimana nilai EOQ 200 kg dan ROP 50 kg memiliki biaya yang lebih tinggi yaitu Rp 28.847,-.

BAB V

PEMBAHASAN

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya dapat dianalisa dimana pada Da'im Donuts yang bergerak dibidang bakery ini memiliki permintaan bahan baku yang berubah-ubah mengikuti dengan permintaan produk jadi. Hal ini dikarenakan konsumen yang membeli produk Da'im Donuts terdiri dari berbagai golongan dan dari distributor besar maupun penjual eceran. Selain itu *lead time* kedatangan bahan baku yang berubah-ubah juga membuat persediaan pada gudang cukup besar. yaitu sering terjadinya kehabisan persediaan bahan baku utama karena pemesanan dilakukan pada saat persediaan di gudang sebesar 50 kg Apabila tidak ada persediaan bahan baku maka perusahaan tidak dapat memproduksi produk donat.

5.1 Perhitungan Biaya *Inventory*

Biaya yang didapat dari perhitungan biaya-biaya yang timbul dari bahan baku yang ada, antara lain:

1. Biaya Pesan

Biaya pesan yaitu biaya yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk melakukan pemesanan bahan baku. Biaya pemesanan yang di keluarkan perusahaan yaitu biaya administrasi dan telepon. Adapun frekuensi pemesanan yang dilakukan perusahaan yaitu 16 kali pemesanan, biaya pesan yang

dikeluarkan perusahaan selama 153 hari yaitu Rp 192.000,-. Sedangkan hasil simulasi didapatkan frekuensi pemesanan 32 kali pemesanan, biaya pesan yang dikeluarkan selama 153 hari yaitu sebesar Rp 384.000,-.

2. Biaya Simpan

Biaya simpan adalah biaya yang ditanggung perusahaan untuk menyimpan bahan baku. Biaya simpan terdiri dari biaya listrik, biaya pemeliharaan dan biaya modal. Persediaan akhir dengan kebijakan perusahaan selama 153 hari yaitu sebanyak 14.919 kg maka, biaya yang dikeluarkan perusahaan yaitu sebesar Rp 3.077.789,- sedangkan dari hasil simulasi didapatkan persediaan akhir selama 153 hari sebanyak 10.504 kg maka, biaya simpan menurut hasil simulasi yaitu sebesar Rp 2.166.975,-.

3. Biaya Kekurangan Persediaan

Untuk biaya kekurangan persediaan, perusahaan telah menetapkan biaya tetap sebesar 5% dari harga bahan baku. Dengan kebijakan perusahaan banyaknya *stock out* selama 153 hari yaitu sebanyak 150 kg, biaya *stock out* yang ditanggung perusahaan sebesar Rp 1.148.250,-. Sedangkan, menurut hasil simulasi terjadinya *stock out* sebanyak 114 kg selama 153 hari maka, biaya *stock out* sebesar Rp 872.670,-.

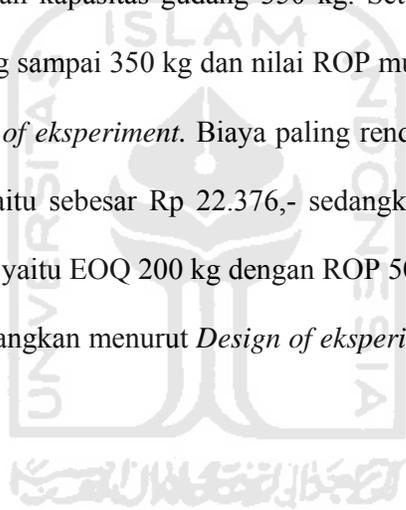
5.2 Hasil Simulasi

Dalam penelitian ini simulasi monte carlo digunakan untuk mensimulasikan kebutuhan bahan baku dan *lead time* yang nilainya sering berubah-ubah. Dari hasil simulasi dengan mempertimbangkan jumlah bahan baku digudang akan memberikan efek yang sangat berpengaruh terhadap pengendalian persediaan. Dengan melakukan pemesanan saat persediaan di gudang cukup tinggi dengan kuantitas kedatangan

pesanan yang relatif rendah, maka akan mencegah terjadinya *stock out* karena *lead time* yang tidak menentu.

Simulasi dilakukan selama 153 hari sesuai dengan data yang didapatkan dari perusahaan. Model awal menggunakan nilai EOQ 200 Kg dengan nilai ROP 50 Kg sesuai dengan keadaan di perusahaan, dimana perusahaan dapat memesan dengan kelipatan 25 Kg (bahan baku tepung memiliki berat 25 Kg dalam 1 karung). Setelah itu, dilakukan percobaan dengan nilai EOQ dan ROP yang sesuai dengan kondisi perusahaan dan sesuai dengan ketentuan *supplier*, yaitu pemesanan dilakukan kelipatan 25 kg dan dengan kapasitas gudang 350 kg. Setelah dilakukan kombinasi nilai EOQ mulai dari 25 kg sampai 350 kg dan nilai ROP mulai dari 25 kg sampai 200 kg didapatkan 112 *design of eksperiment*. Biaya paling rendah berada pada EOQ 100 kg dengan ROP 75 kg yaitu sebesar Rp 22.376,- sedangkan biaya persediaan pada keadaan riil di perusahaan yaitu EOQ 200 kg dengan ROP 50 kg sebesar Rp 28.847,-.

Model yang dikembangkan menurut *Design of eksperiment* optimal dapat dilihat pada tabel 5.1.



Tabel 5.1 *Design Of Eksperiment Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
1		100	18	5	95		Tidak		
2		95	91	40	55		Ya	41	1
3		55	30	9	46		Tidak		
4	100	146	5	0	146		Tidak		
5		146	39	14	132		Tidak		
6		132	92	40	92		Tidak		
7		92	79	32	60		Ya	64	2
8		60	66	25	35		Tidak		
9		35	66	25	10		Tidak		
10	100	110	32	11	99		Tidak		
11		99	92	40	59		Ya	60	2
12		59	17	5	54		Tidak		
13		54	20	7	47		Tidak		
14	100	147	58	22	125		Tidak		
15		125	36	13	112		Tidak		
16		112	10	2	110		Tidak		
17		110	58	22	88		Tidak		
18		88	44	16	72		Ya	87	2
19		72	89	38	34		Tidak		
20		34	86	37	0	3	Tidak		

Lanjutan tabel 5.1 *Design Of Eksperimen Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
21	100	100	61	24	76		Tidak		
22		76	52	20	56		Ya	65	2
23		56	38	14	42		Tidak		
24		42	88	38	4		Tidak		
25	100	104	42	16	88		Tidak		
26		88	22	7	81		Tidak		
27		81	70	28	53		Ya	9	1
28		53	18	5	48		Tidak		
29	100	148	97	48	100		Tidak		
30		100	81	32	68		Ya	86	2
31		68	43	16	52		Tidak		
32		52	60	24	28		Tidak		
33	100	128	50	19	109		Tidak		
34		109	9	2	107		Tidak		
35		107	79	32	75		Ya	24	1
36		75	43	16	59		Tidak		
37	100	159	85	37	122		Tidak		
38		122	92	43	79		Tidak		
39		79	50	19	60		Ya	9	1
40		60	37	13	47				

Lanjutan tabel 5.1 *Design Of Eksperimen Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
41	100	147	25	8	139		Tidak		
42		139	71	28	111		Tidak		
43		111	79	32	79		Tidak		
44		79	52	20	59		Ya	27	1
45		59	37	13	46		Tidak		
46	100	146	93	43	103		Tidak		
47		103	6	0	103		Tidak		
48		103	15	3	100		Tidak		
49		100	23	8	92		Tidak		
50		92	43	16	76		Tidak		
51		76	85	37	39		Ya	95	3
52		39	84	35	4		Tidak		
53		4	71	28	0	24	Tidak		
54		0	58	22	0	22	Tidak		
55	100	100	12	3	97		Tidak		
56		97	29	9	88		Tidak		
57		88	85	37	51		Ya	56	2
58		51	52	20	31		Tidak		
59		31	89	38	0	7	Tidak		
60	100	100	74	30	70		Ya	32	1

Lanjutan tabel 5.1 *Design Of Eksperimen Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
61		70	19	7	63		Tidak		
62	100	163	18	5	158		Tidak		
63		158	96	45	113		Tidak		
64		113	95	45	68		Ya	96	3
65		68	89	38	30		Tidak		
66		30	51	20	10		Tidak		
67		10	92	40	0	30	Tidak		
68	100	100	86	37	63		Ya	58	2
69		63	20	7	56		Tidak		
70		56	21	7	49		Tidak		
71	100	149	94	43	106		Tidak		
72		106	13	3	103		Tidak		
73		103	63	25	78		Tidak		
74		78	99	50	28		Ya	47	2
75		28	43	16	12		Tidak		
76		12	6	0	12		Tidak		
77	100	112	83	34	78		Tidak		
78		78	74	30	48		Ya	71	2
79		48	49	19	29		Tidak		
80		29	21	7	22		Tidak		

Lanjutan tabel 5.1 *Design Of Eksperimen Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
81	100	122	12	3	119		Tidak		
82		119	49	19	100		Tidak		
83		100	51	20	80		Tidak		
84		80	99	50	30		Ya	20	1
85		30	57	22	8		Tidak		
86	100	108	89	38	70		Ya	37	1
87		70	22	7	63		Tidak		
88	100	163	56	22	141		Tidak		
89		141	98	48	93		Tidak		
90		93	85	37	56		Ya	70	2
91		56	95	45	11		Tidak		
92		11	79	32	0	21	Tidak		
93	100	100	57	22	78		Tidak		
94		78	91	40	38		Ya	91	3
95		38	47	19	19		Tidak		
96		19	46	19	0		Tidak		
97		0	19	7	0	7	Tidak		
98	100	100	74	30	70		Ya	33	1
99		70	14	3	67		Tidak		
100	100	167	85	37	130		Tidak		

Lanjutan tabel 5.1 *Design Of Eksperimen Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
101		130	11	2	128		Tidak		
102		128	50	19	109		Tidak		
103		109	76	30	79		Tidak		
104		79	44	16	63		Ya	17	1
105		63	25	8	55		Tidak		
106	100	155	81	32	123		Tidak		
107		123	19	7	116		Tidak		
108		116	63	25	91		Tidak		
109		91	36	13	78		Tidak		
110		78	39	14	64		Ya	68	2
111		64	72	28	36		Tidak		
112		36	74	30	6		Tidak		
113	100	106	64	25	81		Tidak		
114		81	16	5	76		Tidak		
115		76	50	19	57		Ya	74	2
116		57	34	11	46		Tidak		
117		46	2	0	46		Tidak		
118	100	146	58	22	124		Tidak		
119		124	53	20	104		Tidak		
120		104	9	2	102		Tidak		

Lanjutan tabel 5.1 *Design Of Eksperimen Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
121		102	78	32	70		Ya	80	2
122		70	78	32	38		Tidak		
123		38	31	9	29		Tidak		
124	100	129	92	40	89		Tidak		
125		89	21	7	82		Tidak		
126		82	75	30	52		Ya	67	2
127		52	45	16	36		Tidak		
128		36	11	2	34		Tidak		
129	100	134	29	9	125		Tidak		
130		125	61	24	101		Tidak		
131		101	50	19	82		Tidak		
132		82	40	14	68		Ya	20	1
133		68	6	0	68		Tidak		
134	100	168	50	19	149		Tidak		
135		149	87	37	112		Tidak		
136		112	96	45	67		Ya	21	1
137		67	15	3	64		Tidak		
138	100	164	92	40	124		Tidak		
139		124	86	37	87		Tidak		
140		87	24	8	79		Tidak		

Lanjutan tabel 5.1 *Design Of Eksperiment Optimal*

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
141		79	40	14	65		Ya	35	1
142		65	17	5	60		Tidak		
143	100	160	86	37	123		Tidak		
144		123	7	2	121		Tidak		
145		121	15	3	118		Tidak		
146		118	70	28	90		Tidak		
147		90	41	16	74		Ya	72	2
148		74	63	25	49		Tidak		
149		49	51	20	29		Tidak		
150	100	129	99	50	79		Tidak		
151		79	34	11	68		Ya	87	2
152		68	44	16	52		Tidak		
153		52	71	28	24		Tidak		

Biaya simpan harian	Rp 14.163,-
Biaya pesan harian	Rp 2.509,-
Biaya <i>stock out</i> harian	Rp 5.703,-
biaya persediaan total	Rp 22.376,-

Design of eksperimen dengan EOQ 100 kg dan ROP 75 kg didapat jumlah persediaan selama 153 hari adalah 10.504 kg dengan rata-rata persediaan per hari sebesar 68,6 kg. Untuk jumlah pemesanan selama 153 hari yaitu sebanyak 32 kali pemesanan dengan rata-rata pemesanan per hari adalah sebanyak 0,209 kali pemesanan sedangkan jumlah *stock out* selama 153 hari sebesar 114 kg dengan rata-rata kehilangan per hari adalah 0,74 kg. Adanya *stock out* disebabkan oleh jumlah persediaan yang lebih kecil dibandingkan kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan perusahaan. Biaya pesan yang rendah akan membuat biaya simpan tinggi, biaya pesan yang tinggi akan meminimasi frekuensi pemesanan sehingga total biaya persediaan menjadi lebih kecil.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.3 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa dengan simulasi antara perpaduan nilai EOQ dan ROP akan didapatkan biaya persediaan minimum harian. Dari hasil 112 *design of eksperiment* yang telah dilakukan, didapat biaya persediaan terendah yaitu pada saat persediaan di gudang sebesar 75 kg dengan kuantitas setiap kali pemesanan sebesar 100 kg dengan biaya persediaan harian totalnya Rp 22.376,- selama 153 hari dibandingkan dengan kebijakan perusahaan yaitu pemesanan dilakukan pada saat persediaan di gudang sebesar 50 kg dengan kuantitas pemesanan 200 kg dengan biaya persediaan totalnya Rp 28.847,-.

5.4 Saran

Adapun saran-saran yang bisa diberikan sehubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat dilaksanakan penelitian-penelitian serupa dengan variabel-variabel yang lebih lengkap dan melakukan perbandingan apabila dilakukan perhitungan dengan metode pemesanan interval tetap.
2. Penggunaan gudang secara optimal akan membuat fungsi gudang menjadi lebih baik dan nantinya akan meminimalkan biaya persediaan pada gudang.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyo, Winda Nur. (2008). Pendekatan simulasi monte carlo untuk pemilihan alternatif dengan decision tree pada nilai outcome yang probabilistik. *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia*, vol. 13, no. 2, 11-17.
- De, L.N. and Goswami, (2009). probabilistic eq model for deteriorating items under trade credit financing. *International Journal of Systems Science*.
- Goldman. (2007). *Introduction to simulation*, Winter Simulation Conference 2007 26-30.
- Heizer, J. dan Render, B. (2006). *Operation Management*. Jakarta : Salemba Empat.
- Jerry, Banks., John S. Carson., Barry L. Nelson. (1996). *Discrete-Event System Simulation*, Prentice Hall.
- Kusuma, Hendra. (2004). *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Andi.
- Law and Kelton, David. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill.

Min, Wu. (2005). eoq with a price discount versus jit purchasing: an alternative analysis in the ready-mixed concrete industry. *Journal of construction research*, vol.6 (1). 47-69.

Ristono, Agus. (2009). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Rong, L. (2011). two new uncertainty programming models of inventory with uncertain costs. *Journal of Information & Computational Science*, 8:2. 280-288.

Simatupang. (1996). *Pemodelan Sistem*. Klaten: Nindita

Susanto,T. dan Sarwadi. (2006). optimasi produksi dan pengendalian bahan baku. *Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro*.

Yamit, Zulian. (1996). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta : Ekosinia.

Yamit, Zulian. (1999). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta : Ekosinia.

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
21	200	200	61	24	176		Tidak		
22		176	52	20	156		Tidak		
23		156	38	14	142		Tidak		
24		142	88	38	104		Tidak		
25		104	42	16	88		Tidak		
26		88	22	7	81		Tidak		
27		81	70	28	53		Tidak		
28		53	18	5	48		Ya	52	2
29		48	97	48	0		Tidak		
30		0	81	32	0	32	Tidak		
31	200	200	43	16	184		Tidak		
32		184	60	24	160		Tidak		
33		160	50	19	141		Tidak		
34		141	9	2	139		Tidak		
35		139	79	32	107		Tidak		
36		107	43	16	91		Tidak		
37		91	85	37	54		Tidak		
38		54	92	43	11		Ya	14	1
39		11	50	19	0	8	Tidak		
40	200	200	37	13	187		Tidak		

Hari	Unit yang	Persediaan	Angka	Pemakaian	Persediaan	Penjualan	Pesan	Angka	Masa
------	-----------	------------	-------	-----------	------------	-----------	-------	-------	------

	Diterima	Awal	Acak	Bahan Baku	Akhir	yang Hilang	Lagi	Acak	Tenggang
41		187	25	8	179		Tidak		
42		179	71	28	151		Tidak		
43		151	79	32	119		Tidak		
44		119	52	20	99		Tidak		
45		99	37	13	86		Tidak		
46		86	93	43	43		Ya	92	3
47		43	6	0	43		Tidak		
48		43	15	3	40		Tidak		
49		40	23	8	32		Tidak		
50	200	232	43	16	216		Tidak		
51		216	85	37	179		Tidak		
52		179	84	35	144		Tidak		
53		144	71	28	116		Tidak		
54		116	58	22	94		Tidak		
55		94	12	3	91		Tidak		
56		91	29	9	82		Tidak		
57		82	85	37	45		Ya	82	2
58		45	52	20	25		Tidak		
59		25	89	38	0	13	Tidak		
60	200	200	74	30	170		Tidak		

Hari	Unit yang	Persediaan	Angka	Pemakaian	Persediaan	Penjualan yang	Pesan	Angka	Masa
------	-----------	------------	-------	-----------	------------	----------------	-------	-------	------

	Diterima	Awal	Acak	Bahan Baku	Akhir	Hilang	Lagi	Acak	Tenggang
61		170	19	7	163		Tidak		
62		163	18	5	158		Tidak		
63		158	96	45	113		Tidak		
64		113	95	45	68		Tidak		
65		68	89	38	30		Ya	91	3
66		30	51	20	10		Tidak		
67		10	92	40	0	30	Tidak		
68		0	86	37	0	37	Tidak		
69	200	200	20	7	193		Tidak		
70		193	21	7	186		Tidak		
71		186	94	43	143		Tidak		
72		143	13	3	140		Tidak		
73		140	63	25	115		Tidak		
74		115	99	50	65		Tidak		
75		65	43	16	49		Ya	97	3
76		49	6	0	49		Tidak		
77		49	83	34	15		Tidak		
78		15	74	30	0	15	Tidak		
79	200	200	49	19	181		Tidak		
80		181	21	7	174		Tidak		

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
------	--------------------	-----------------	------------	----------------------	------------------	-----------------------	------------	------------	---------------

81		174	12	3	171		Tidak		
82		171	49	19	152		Tidak		
83		152	51	20	132		Tidak		
84		132	99	50	82		Tidak		
85		82	57	22	60		Tidak		
86		60	89	38	22		Ya	31	1
87		22	22	7	15		Tidak		
88	200	215	56	22	193		Tidak		
89		193	98	48	145		Tidak		
90		145	85	37	108		Tidak		
91		108	95	45	63		Tidak		
92		63	79	32	31		Ya	8	1
93		31	57	22	9		Tidak		
94	200	209	91	40	169		Tidak		
95		169	47	19	150		Tidak		
96		150	46	19	131		Tidak		
97		131	19	7	124		Tidak		
98		124	74	30	94		Tidak		
99		94	14	3	91		Tidak		
100		91	85	37	54		Tidak		

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
101		54	11	2	52		Tidak		

102		52	50	19	33		Ya	57	2
103		33	76	30	3		Tidak		
104		3	44	16	0	13	Tidak		
105	200	200	25	8	192		Tidak		
106		192	81	32	160		Tidak		
107		160	19	7	153		Tidak		
108		153	63	25	128		Tidak		
109		128	36	13	115		Tidak		
110		115	39	14	101		Tidak		
111		101	72	28	73		Tidak		
112		73	74	30	43		Ya	55	2
113		43	64	25	18		Tidak		
114		18	16	5	13		Tidak		
115	200	213	50	19	194		Tidak		
116		194	34	11	183		Tidak		
117		183	2	0	183		Tidak		
118		183	58	22	161		Tidak		
119		161	53	20	141		Tidak		
120		141	9	2	139		Tidak		

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
121		139	78	32	107		Tidak		
122		107	78	32	75		Tidak		

123		75	31	9	66		Tidak		
124		66	92	40	26		Ya	12	1
125		26	21	7	19		Tidak		
126	200	219	75	30	189		Tidak		
127		189	45	16	173		Tidak		
128		173	11	2	171		Tidak		
129		171	29	9	162		Tidak		
130		162	61	24	138		Tidak		
131		138	50	19	119		Tidak		
132		119	40	14	105		Tidak		
133		105	6	0	105		Tidak		
134		105	50	19	86		Tidak		
135		86	87	37	49		Ya	71	2
136		49	96	45	4		Tidak		
137		4	15	3	1		Tidak		
138	200	201	92	40	161		Tidak		
139		161	86	37	124		Tidak		
140		124	24	8	116		Tidak		

Hari	Unit yang Diterima	Persediaan Awal	Angka Acak	Pemakaian Bahan Baku	Persediaan Akhir	Penjualan yang Hilang	Pesan Lagi	Angka Acak	Masa Tenggang
141		116	40	14	102		Tidak		
142		102	17	5	97		Tidak		
143		97	86	37	60		Tidak		

144		60	7	2	58		Tidak		
145		58	15	3	55		Tidak		
146		55	70	28	27		Ya	42	1
147		27	41	16	11		Tidak		
148	200	211	63	25	186		Tidak		
149		186	51	20	166		Tidak		
150		166	99	50	116		Tidak		
151		116	34	11	105		Tidak		
152		105	44	16	89		Tidak		
153		89	71	28	61		Tidak		

