



**OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI DAN
PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU
MENGUNAKAN RANTAI MARKOV (STUDI KASUS
KINKEN CAKE & BAKERY KUTOARJO)**

SKRIPSI

**disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

Program Studi Matematika

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

oleh

Oktaviyani

4111412050

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2017



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, April 2017



Oktaviyani

4111412050

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Optimasi Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku
Menggunakan Rantai Markov (Studi Kasus Kinken Cake & Bakery
Kutoarjo)

disusun oleh

Oktaviyani

4111412050

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal 10 April 2017.



Prof. Dr. Saenuri, SE., M.Si., Akt
NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Drs. Arief Agoestanto, M.Si
NIP. 196807221993031005

Ketua Penguji

Drs. Mashuri, M.Si
NIP. 196708161992031003

Anggota Penguji Pembimbing 1

Dr. Dwijanto, M.S.
NIP. 195804301984031006

Anggota Penguji Pembimbing 2

Drs. Supriyono, M. Si
NIP. 195210291980031002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat (Winston Churchill)

Semua yang riil bersifat rasional dan semua yang rasional bersifat riil (Hegel)

Keberhasilan ditentukan oleh 99% perbuatan dan hanya 1% pemikiran (Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayah Alwis, Mama Umi Farida, Adikku tersayang dan Keluarga tercinta, terimakasih atas kasih sayang, dukungan, semangat, dan doa selama ini.
2. Teman-teman satu atap lintang kos tercinta.
3. Teman-teman Matematika Angkatan 2012.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi'l'amin*. Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia yang telah diberikan selama menjalani proses pembuatan skripsi yang berjudul “Optimasi Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku Menggunakan Rantai Markov (Studi Kasus Kinken *Bakery & Cake*)”.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Mashuri, M.Si., Penguji Utama yang telah memberikan saran dan berbagi ilmu sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
5. Dr. Dwijanto, M.S., Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.

6. Drs. Supriyono, M.Si., Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Kepala dan seluruh karyawan Kinken *Bakery & Cake* atas izin penelitian yang telah diberikan.
9. Bapak, ibu, dan keluarga yang selalu memberi doa restu, kasih sayang, perhatian, dan semangat selama ini.
10. Sahabat dan teman-temanku: Hetty, Rouuf, Radit, Beny, Lusy, Alief, dan Didin atas semangat kebersamaan dalam pertemanan.
11. Teman-teman Lintang kos: Sepy, Uun, Asa, Dita, Anggun, Kasih, Tri, Ipeh, dan Galuh atas dukungannya.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, semoga karya ini bermanfaat.

Semarang, April 2017

Penulis

ABSTRAK

Oktaviyani. 2017. *Optimasi Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku Menggunakan Rantai Markov (Studi Kasus Kinken Cake & Bakery Kutoarjo)*. Skripsi, Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Dwijanto, M.S. dan Pembimbing Pendamping Drs. Supriyono, M.Si.

Kata kunci: penjadwalan, produksi, persediaan bahan baku, rantai Markov.

Persaingan di sektor industri mempengaruhi perusahaan untuk melakukan peningkatan produktivitas dalam kegiatan produksinya, seperti penjadwalan produksi. Penjadwalan produksi terdiri atas berbagai aspek, yakni banyak produksi, biaya produksi, dan ketersediaan bahan baku produksi. Cakupan riset operasi digunakan dalam penelitian ini, rantai Markov. Proses keputusan ini digunakan menentukan banyaknya permintaan produksi, perencanaan persediaan bahan baku produk Kinken Cake & Bakery Kutoarjo.

Permasalahannya bagaimana penggunaan rantai Markov dalam penjadwalan produksi dan perencanaan bahan baku roti, bagaimana kebijakan yang optimal dalam perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan penjadwalan produksinya. Tujuan penelitian mengetahui langkah-langkah rantai Markov untuk memperkirakan banyaknya permintaan produk untuk periode waktu mendatang sehingga diperoleh penjadwalan produksi dan perencanaan bahan baku roti, menentukan kebijakan yang optimal dalam perencanaan persediaan bahan baku.

Hasil penelitian diperoleh market share jumlah permintaan produk setiap periode dua mingguan mendatang, kondisi ekuilibrium *market share* pada periode minggu ke-97 didapatkan persentase permintaan produksi roti brownies 0,7%, roti gulung nastro 12,5%, roti gulung spc 62,2%, roti gulung bansos 2,5%, dan roti bolu setengah lingkaran 22.2%, dan kebijakan yang optimal dalam perencanaan persediaan bahan baku dilihat dari persentase permintaan produksi jenis roti tersebut. Persediaan bahan baku tepung terigu 1089,9 kg, gula pasir 1089,9 kg, dan telur 4360 butir disimpan untuk kebutuhan produksi roti gulung spc, kedua bahan baku tepung terigu 233,4 kg, gula pasir 233,4 kg, dan telur 1556 butir disimpan untuk roti bolu setengah lingkaran, ketiga bahan baku tepung terigu 219,0 kg, gula pasir 219,0 kg, dan telur 876 butir disimpan untuk roti gulung nastro, keempat bahan baku tepung terigu 43,8 kg, gula pasir 43,8 kg, dan telur 175 butir disimpan untuk roti gulung bansos, dan kelima bahan baku tepung terigu 9,8 kg, gula pasir 9,8 kg, dan telur 98 butir disimpan untuk roti brownies.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sejarah Umum	7

2.2	Penelitian Terdahulu	8
2.3	Landasan Teori	13
2.3.1	Riset Operasi	13
2.3.2	Permasalahan Optimasi	15
2.3.3	Penjadwalan	16
2.3.3.1	Pengertian Penjadwalan	16
2.3.3.2	Tujuan Penjadwalan	17
2.3.3.3	Model Penjadwalan	18
2.3.3.4	Ukuran Penjadwalan	20
2.3.4	Teori Persediaan	23
2.3.5	Rantai Markov	23
2.3.5.1	Asumsi-asumsi Keberlakuan Rantai Markov	25
2.3.5.2	Proses Rantai Markov	25
2.3.5.3	Proses Keputusan Rantai Markov	32

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Studi Literatur dan Studi Kasus.....	38
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.3	Langkah Penelitian	39
3.2.1	Bagan Alur Pelaksanaan Penelitian.....	39
3.2.2	Pengolahan Data	40
3.4	Tahap Persiapan Penelitian	41
3.5	Tahap Penelitian	41
3.6	Tahap Pengolahan Data dan Analisis Data.....	42

3.7 Tahap Penarikan Kesimpulan.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Produk	44
4.2 Hasil	48
4.2.1 Pengolahan Data Menggunakan Rantai Markov	48
4.3 Pembahasan	51
4.3.1 Analisis n Waktu yang Akan Datang.....	51
4.3.2 Menentukan Kondisi Ekuilibrium (<i>Steady State</i>)	73
4.3.3 Menentukan Penjadwalan Produksi untuk n Waktu yang Mendatang	74
4.3.4 Menentukan Perencanaan Persediaan Bahan Baku Produksi	78
BAB V PENUTUP	
5.1 Simpulan	90
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	95



DAFTAR TABEL

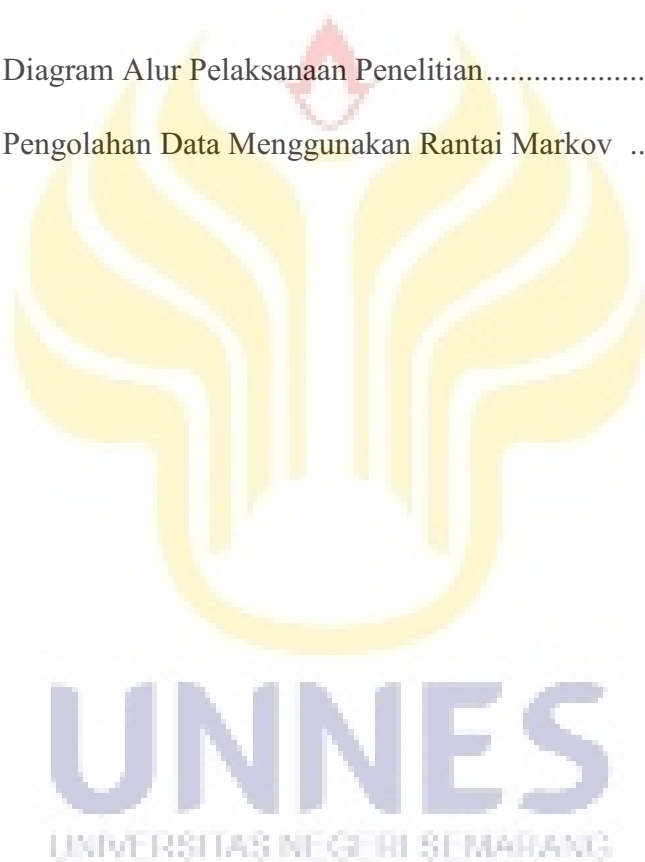
Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Contoh Perubahan Pelanggan	30
Tabel 2.2 Contoh Perhitungan Matriks Probabilitas Transisi	31
Tabel 4.1 Permintaan Produk pada Minggu-I	45
Tabel 4.2 Permintaan Produk pada Minggu-II	45
Tabel 4.3 Permintaan Produk pada Minggu-III	46
Tabel 4.4 Permintaan Produk pada Minggu-IV	46
Tabel 4.5 Kebutuhan Bahan Baku Roti per-pcs	47
Tabel 4.6 Harga Produk per-pcs	47
Tabel 4.7 Perubahan Permintaan Produk Bulan September 2016	48
Tabel 4.8 Perhitungan Tahap Awal Matriks Probabilitas Transisi	49
Tabel 4.9 Perhitungan Tahap Kedua Matriks Probabilitas Transisi	50
Tabel 4.10 Perhitungan Tahap Akhir Matriks Probabilitas Transisi	50
Tabel 4.11 Probabilitas Market Share Permintaan Produksi Roti pada Periode ke-n	66
Tabel 4.12 Permintaan Produksi Roti pada Periode ke-n	76
Tabel 4.13 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu (kg) pada Periode ke-n Minggu Mendatang	84

Tabel 4.14 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Gula Pasir (kg) pada Periode ke-n	
Minggu Mendatang	86
Tabel 4.15 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Telur(butir) pada Periode ke-n	
Minggu Mendatang	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian.....	39
Gambar 3.2 Pengolahan Data Menggunakan Rantai Markov	40



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Permintaan Produk pada Bulan September 2016	96
Lampiran 2 Permintaan Produk pada Minggu-I dan Minggu-II	101
Lampiran 3 Permintaan Produk pada Minggu-III dan Minggu-IV	102
Lampiran 4 Kebutuhan Bahan Baku Roti dan Harga Produk per-pcs	103
Lampiran 5 Dokumentasi Produk Jenis Roti	104
Lampiran 6 <i>Market Share</i> Permintaan Produksi Roti pada Period ke-n Minggu	106
Lampiran 7 Jumlah Permintaan Produksi Roti pada Period ke-n Minggu Mendatang.....	109
Lampiran 8 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Tepung Terigu (kg) pada Periode ke-n Minggu Mendatang	111
Lampiran 9 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Gula Pasir (kg) pada Periode ke- n Minggu Mendatang	113
Lampiran 10 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Telur(butir) pada Periode ke-n Minggu Mendatang	115
Lampiran 11 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	117
Lampiran 12 SK Pembimbing	118

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi saat ini menyebabkan persaingan pasar yang semakin ketat, ditambah lagi dengan sistem pasar bebas aktif tahun 2020 mendatang. Setiap pelaku bisnis berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas terbaiknya, khususnya pada sektor industri. Persaingan di sektor industri sekarang ini mempengaruhi perusahaan-perusahaan untuk melakukan peningkatan produktivitas dalam kegiatan produksinya, seperti peningkatan kualitas produk dengan mendapatkan suatu hasil yang optimal. Agar mendapatkan suatu hasil yang optimal, maka seluruh aktivitas-aktivitas produksi terlebih dahulu direncanakan dengan baik, efektif, dan efisien. Perencanaan aktivitas-aktivitas ini disebut juga dengan penjadwalan.

Suatu penjadwalan produksi terdiri atas berbagai aspek, yakni banyak produksi, waktu produksi, biaya produksi, banyak mesin produksi, dan ketersediaan bahan baku produksi. Pada aspek waktu produksi, suatu penjadwalan dikatakan maksimal dengan mengefektifkan waktu produksi dan keterbatasan jumlah mesin dengan mendapatkan jumlah produksi seoptimal mungkin, sedangkan dari aspek ketersediaan bahan baku produksi dikatakan optimal dengan

meminimalkan biaya produksi. Semua aspek produksi saling mempengaruhi, sehingga perencanaan penjadwalan dibuat semakin kompleks.

Selain produksi, hal lain yang perlu diperhatikan oleh perusahaan antara lain kebutuhan bahan baku, karena untuk dapat memproduksi suatu produk, maka bahan baku yang dibutuhkan harus sudah tersedia sebelum proses produksi dimulai. Oleh karena itu, jumlah persediaan bahan baku juga harus diperhitungkan.

Penjadwalan produksi dan persediaan bahan baku merupakan hal penting yang saling berkaitan dalam suatu proses produksi untuk mengetahui jumlah produksi dan jenis produk yang akan diproduksi serta waktu pemesanan, dan jumlah pemesanan bahan baku (Nadia, *et al* 2010:179). Beberapa penelitian tentang penjadwalan telah banyak dilakukan dengan berbagai macam pendekatan.

Masruroh (2006) juga melakukan penelitian tentang masalah penjadwalan produksi yakni analisa penjadwalan produksi dengan menggunakan metode Campbell Dudeck Smith, Palmer, dan Dannenbring di PT Loka Refraktor Surabaya, tujuan penelitian ini untuk menganalisa keefektifan dan optimalisasi dari ketiga metode tersebut.

Nadia, *et al* (2010) juga melakukan penelitian masalah penjadwalan produksi dan perencanaan persediaan bahan baku dengan menggunakan metode CDS, Johnson, dan EOI di PT Wahana Lentera Raya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari metode penjadwalan produksi yang optimal dengan membandingkan dengan jadwal perusahaan yang ada dan juga membuat perkiraan perencanaan persediaan bahan baku produksi yang tepat.

Selanjutnya, Amelia dan Aprianto (2011) juga melakukan penelitian tentang masalah penjadwalan, yakni penjadwalan produksi dengan metode algoritma genetika di PT. Progress Diecast, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari metode penjadwalan produksi yang tepat, dengan membandingkan antara metode Campbell, Dudekand Smith, dan metode Algoritma Genetika. Luaran dari penelitian berupa suatu rancangan program aplikasi penjadwalan dengan metode Algoritma Genetika menggunakan *software* MATLAB.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, skripsi ini akan meneliti tentang masalah penjadwalan produksi dan penjadwalan perencanaan persediaan bahan baku menggunakan rantai Markov.

Ide pertama kali model Rantai Markov ditemukan oleh seorang ahli Rusia yang bernama A.A. Markov pada tahun 1906. Rantai Markov (*Markov Chains*) adalah suatu teknik matematika yang biasa digunakan untuk melakukan pemodelan (*modelling*) bermacam-macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang dalam variabel-variabel dinamis atas dasar perubahan-perubahan dari variabel-variabel dinamis tersebut di waktu yang lalu. Teknik ini dapat digunakan juga untuk menganalisis kejadian-kejadian di waktu-waktu mendatang secara matematis (Dwijanto 2008:87).

Dalam suatu penelitian mengenai penentuan luas produksi menggunakan rantai Markov, diperoleh taraf kesalahan untuk tiap-tiap jenis sebesar 0,75%. Sedangkan menurut analisis perusahaan diperoleh taraf kesalahan sebesar 5,38%.

Hal ini menunjukkan bahwa menggunakan rantai Markov lebih efisien dan lebih baik (taraf kesalahan rantai Markov lebih kecil) (Fitriana, Evi:2004).

Penjadwalan produksi memang sangat penting dalam sebuah industri, tetapi untuk menunjang kelangsungan produksi perlu juga untuk tetap menjaga persediaan bahan baku agar tidak mengalami *stockout* (kosong). Maka perlu juga melakukan penjadwalan untuk mengatur persediaan bahan baku agar tidak kurang ataupun lebih sehingga tidak merugikan perusahaan. Seperti yang telah diteliti oleh Nadia, *et al* (2010) penjadwalan persediaan bahan baku di PT Wahana Lentera Raya dengan menggunakan metode *Economic Order Interval* (EOI) cukup efektif dalam menentukan jumlah pesanan bahan baku di PT. tersebut.

Saat ini tepatnya di toko roti Kinken Cake & Bakery Kutoarjo permintaan konsumen didominasi oleh lima jenis roti, yakni roti brownies, roti gulung nastro, roti gulung spc, roti gulung bansos, dan roti bolu setengah lingkaran. Dikarenakan tingginya permintaan konsumen terhadap lima jenis roti tersebut, toko roti Kinken Cake & Bakery yang baru berkembang dengan sistem penjadwalan produksinya masih secara otodidak sehingga cenderung kesulitan untuk penjadwalan produksi dan perencanaan persediaan bahan baku. Oleh karena hal ini, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian di toko roti Kinken Cake & Bakery. Diharapkan dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dapat membantu toko roti Kinken Cake & Bakery untuk menentukan jumlah persediaan bahan baku dan produksi dalam beberapa waktu, sehingga toko roti Kinken Cake & Bakery mempunyai sistem produksi yang lebih baik lagi dan lebih memuaskan konsumen.

Dengan demikian, peneliti mengambil topik tentang masalah penjadwalan produksi dan perencanaan persediaan bahan baku menggunakan rantai Markov dengan studi kasus di Kinken Cake & Bakery Kutoarjo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, dapat dijabarkan rumusan masalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana penggunaan rantai Markov dalam penjadwalan produksi dan perencanaan bahan baku roti di Kinken Cake & Bakery Kutoarjo?
- 2) Bagaimana kebijakan yang optimal dalam perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan penjadwalan produksi menggunakan rantai Markov di Kinken Cake & Bakery Kutoarjo?

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Studi kasus penjadwalan produksi yang diambil yakni penjadwalan produksi roti di Kinken Cake & Bakery Kutoarjo.
- 2) Pendekatan yang digunakan untuk solusi optimasi penjadwalan perencanaan persediaan bahan baku menggunakan rantai Markov.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Mengimplementasikan penggunaan rantai Markov dalam penjadwalan produksi dan perencanaan produksi di Kinken Cake & Bakery.
- 2) Menghasilkan solusi yang optimal dalam perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan penjadwalan produksi menggunakan rantai Markov.
- 3) Membandingkan solusi terbaik untuk menghasilkan persediaan bahan baku menggunakan rantai Markov dengan metode perusahaan saat ini.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yakni:

- 1) Menambah wawasan dan pemahaman yang lebih bagi pembaca tentang model optimasi menggunakan rantai Markov.
- 2) Memahami bagaimana langkah-langkah dari penggunaan rantai Markov.
- 3) Menambah referensi bagi mahasiswa tentang rantai Markov.
- 4) Menjadi bahan pertimbangan bagi pegawai Kinken Cake & Bakery dalam pembuatan jadwal produksi dan pemesanan persediaan bahan baku.
- 5) Menghasilkan solusi yang optimal dalam perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan penjadwalan produksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Umum

Kinken Cake & Bakery merupakan toko roti yang menjual berbagai jenis roti dan cake yang didirikan pada awal tahun 2010 berlokasi di jalan Diponegoro no. 141 B Kutoarjo. Ketertarikan pemilik yang bernama Handewi Yulianti terhadap dunia memasak terutama membuat aneka kue memotivasi Handewi untuk mendirikan Kinken Cake & Bakery. Toko roti Kinken Cake & Bakery sudah berjalan tujuh tahun ini, memiliki produk unggulan dan disukai oleh konsumen karena biasanya digunakan untuk hantaran atau oleh-oleh antara lain: roti brownies, roti gulung nastro, roti gulung spc, roti gulung bansos, dan roti bolu setengah lingkaran. Dikarenakan tingginya permintaan konsumen terhadap lima jenis roti tersebut, Toko roti Kinken Cake & Bakery yang sudah memiliki beberapa gerai di Purworejo masih mempunyai keinginan untuk menambah beberapa gerai di sekitar Purworejo.

Namun, karena sistem penjadwalan produksinya masih secara manual sehingga cenderung kesulitan untuk perencanaan persediaan bahan baku dan produksi. Oleh karena hal ini, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian di toko roti Kinken Cake & Bakery. Diharapkan dengan penelitian yang dilakukan oleh

peneliti dapat membantu toko roti Kinken Cake & Bakery untuk menentukan jumlah persediaan bahan baku dan produksi dalam beberapa waktu, sehingga toko roti Kinken Cake & Bakery mempunyai sistem produksi yang lebih baik lagi dan lebih memuaskan konsumen.

2.2 Penelitian Terdahulu

Ada dua belas penelitian terdahulu yang menjadi kajian dalam penelitian ini antara lain oleh Masruroh (2006), Ariyani (2007), Novalina (2007), Nadia, *et al* (2010), Nawangsari, Sri, *et al* (2010), Aswin, Rudy (2010), Sarjono, H, *et al* (2011), Astuti, Alfiyanti Puji (2011), Yusof dan Mahbar (2012), Hartanto, Rudi Tri (2014), S, Syafruddin, *et al* (2014), Ndruru, Suprianus (2014).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Masruroh (2006) berjudul “Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Deduck Smith, Palmer dan Dannenbring Di PT. Loka Refraktoris Surabaya” berisi tentang analisa penjadwalan produksi yang optimal dengan menggunakan metode *CDS, palmer, dan dannenbring* yang bertujuan untuk mengetahui penjadwalan di Loka Refraktoris. Peneliti membandingkan hasil dari metode *CDS, palmer, dan dannenbring*, dianalisis yang memperoleh hasil yang paling optimal.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ariyani, *et al*(2007) berjudul “Usulan Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika (Studi Kasus PT. Agronesia,Bandung)” berisi tentang usulan optimalisasi penjadwalan produksi dengan pendekatan metode algoritma genetika studi kasus PT. Agronesia. PT. Agronesia merupakan perusahaan manufaktur

yang memproduksi produk teknik berbahan baku karet. Masalah yang dihadapi perusahaan adalah keterlambatan pemenuhan pesanan yang diterima. Berdasarkan penelitian, diketahui penyebabnya adalah metode penjadwalan yang tidak tepat. Peneliti mengusulkan dua alternatif metode penjadwalan, yakni metode GA (*genetic algorithm*) dan CDS (*Campbell Deduck Smith*), dengan kriteria minimasi *makespan*. Untuk mempercepat waktu perhitungan, peneliti mengembangkan *software Delphi* untuk metode GA kasus *flowshop*.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Novalina, Marintan (2007) berjudul “Kajian Peluang *Steady State* pada Rantai Markov”. Studi literatur yang dilakukan peneliti berisi tentang penentuan peluang untuk mencapai proses *Steady State* pada metode rantai Markov. Prinsip ini digunakan untuk mengamati ada berapa *state/langkah* untuk menuju titik setimbang. Tentu prinsip ini berguna bagi perusahaan/kalangan tertentu untuk mengetahui keuntungan, lamanya proses, biaya dari usaha yang dilakukan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nadia, *et al*(2010) berjudul “Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku Di PT. Wahana Lentera Raya” tentang mencari solusi optimal untuk penjadwalan produksi dan perencanaan persediaan bahan baku di PT. Wahana Lentera Raya. Penjadwalan produksi di PT. Wahana Lentera Raya dilakukan menggunakan penjadwalan *flowshop* dengan metode Campbell Dudeck Smith (CDS) yang bertujuan untuk menentukan urutan *job* agar *makespan* yang diperoleh lebih kecil daripada sebelumnya karena lot produksi yang digunakan berbeda. Hal ini dilakukan karena seringnya terjadi keterlambatan produksi yang dialami oleh perusahaan.

Pemesanan bahan baku menggunakan metode deterministik dengan *Economic Order Interval* (EOI) *single item* dengan *fixed demand* dan *lead time*. Perhitungan ini digunakan agar didapatkan total biaya minimum. Adanya jadwal yang sudah mencakup keseluruhan ini, perusahaan dapat lebih mudah mengontrol jadwal produksi, jadwal pemesanan bahan baku, dan jumlah persediaan bahan baku yang ada.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Nawangsari, Sri, *et al* (2010) berjudul “Konsep Markov Chains untuk Menyelesaikan Prediksi Bencana Alam di Wilayah Indonesia dengan Studi Kasus Kota Madya Jakarta Utara” berisi tentang memprediksikan peluang bencana alam di wilayah Jakarta Utara dengan melihat data-data bencana beberapa tahun terakhir. Perhitungan menggunakan metode *Markov Chain*. Perancangan sistem informasi ini berbasis *web*.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Aswin, Rudy (2010) berjudul “Penentuan Peluang Transisi t Langkah dalam Rantai Markov dan Penerapannya di Bidang Pertanian” berisi tentang menentukan peluang perpindahan dari satu *state* ke *state* yang lainnya. Peramalan yang digunakan berdasarkan pada matriks transisi, peluang perpindahan dari satu *state* ke *state* yang lainnya, dan berdasarkan peluang *state* t langkah peralihan. Implementasi rantai Markov dalam bidang pertanian salah satunya yakni peluang perpindahan merek permintaan bibit kelapa sawit.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sarjono,H,*et al* (2011) berjudul “Analisis Markov Chain terhadap Persediaan Bahan Baku Studi Kasus pada CV Sinar Bahagia Group” berisi tentang pengoptimalan persediaan bahan

baku dengan menggunakan rantai Markov. Tujuannya untuk meneliti apakah terjadi pergeseran terhadap persediaan dan faktor apakah yang memicu pergeseran tersebut, berapakah persediaan yang harus dimiliki oleh perusahaan, dan berapakah biaya yang harus dikeluarkan persediaan untuk memenuhi persediaan tersebut. Dengan demikian, perusahaan dapat memperhitungkan berapakah persediaan yang harus dipunyai untuk memenuhi permintaan untuk periode mendatang. Aplikasi yang digunakan peneliti menggunakan Software *QM for Windows*.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Astuti, Alfiani Puji (2011) berjudul “Kebijakan Optimal Persediaan Barang Menggunakan *Markov Decision Process* (Studi Kasus PT. Jadi Sentra Pangan)” berisi tentang bagaimana penggunaan *Markov Decision Process* dalam menentukan jumlah pemesanan yang optimal mengenai persediaan barang, berapakah kebijakan jumlah pemesanan yang optimal mengenai persediaan barang pada PT. Jadi Sentra Pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penggunaan *Markov Decision Process* dan menentukan kebijakan optimal mengenai jumlah pemesanan pada PT. Jadi Sentra Pangan. Metode yang digunakan adalah studi pustaka, pengumpulan data, dan analisis data dengan Algoritma Perbaikan Kebijakan menggunakan alat bantu SPSS dan MATLAB.

Selanjutnya penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yusof dan Mahbar (2012) yang berjudul “*Malaysian National Car Market Share: A MarkovChain Analysis*” berisi tentang penjadwalan produksi perpindahan konsumen untuk membeli mobil keluaran Honda, Toyota, Proton, dan lain-lain dengan

menggunakan analisis rantai Markov yang bertujuan untuk meramalkan tingkat dimana suatu merek akan mendapatkan atau kehilangan *market share*-nya dan dapat menunjukkan kemungkinan *market share* ekuilibrium di waktu yang akan datang sehingga manajemen dapat mengarahkan usaha-usaha pemasarannya.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hartanto, Rudi Tri (2014) berjudul “Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pompa Gilingan Saus dengan Metode *Markov Chain* untuk Minimasi Biaya Pemeliharaan (Studi Kasus PT. Lombok Gandaria, Unit *Maintenance*)” berisi tentang perencanaan pemeliharaan kerusakan mesin pompa untuk menggiling bahan baku. Metode perencanaan menggunakan rantai Markov bertujuan untuk menentukan usulan rencana waktu pemeliharaan mesin yang baik dan tepat, mengetahui status kondisi mesin dan menentukan keputusan tindakan perawatan mesin pompa gilingan saus, serta mengetahui perubahan biaya perawatan mesin pompa gilingan saus. Manfaat yang didapat dari hasil penelitian ini, yakni memberikan rekomendasi perawatan untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas mesin pompa gilingan saus.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh S, Syafruddin, *et al* (2014) berjudul “Aplikasi Analisis Rantai Markov untuk Memprediksi Status Pasien Rumah Sakit Umum Kabupaten Barru” berisi tentang perancangan aplikasi rantai Markov yang bertujuan untuk memprediksi status pasien pada RSUD Barru dengan menggunakan proses stokastik. Selanjutnya dilakukan analisis data dengan menggunakan rantai Markov untuk *forecasting* status pasien. Data yang digunakan merupakan data sekunder. Proses perhitungan dilakukan dengan membuat program basis data untuk melengkapi sistem informasi manajemen

(SIM) pasien pada rumah sakit, data status pasien terlebih dahulu diubah menjadi data probabilitas selanjutnya dibentuk kedalam matriks probabilitas transisi. *Software* untuk merancang program yakni *Visual Basic 6.0*.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Ndruru, Suprianus (2014) berjudul “Penerapan Rantai Markov terhadap Perubahan Indeks Harga Saham” berisi tentang analisis peluang perubahan indeks harga saham beberapa perusahaan di Bursa Efek Indonesia (BEI). Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji dan menerapkan model rantai Markov terhadap perubahan indeks harga saham, dengan menggunakan tiga *state* (naik, tetap dan turun). Analisis model rantai Markov menghasilkan suatu nilai peluang kondisi indeks harga saham pada periode berikutnya dari masing-masing saham yang dianalisis.

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti melakukan penelitian dengan meramalkan permintaan produksi setiap dua minggunya, selanjutnya menjadikan pedoman dalam perencanaan persediaan bahan baku sehingga dapat diketahui kebutuhan bahan baku yang mendetail serta memudahkan perusahaan untuk melakukan pemesanan bahan baku kepada supplier tanpa berulang kali. Dengan demikian, penelitian ini menghasilkan rincian yang lebih kompleks, efektif dan efisien.

Mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu dan latar belakang masalah, peneliti melakukan pembaruan penelitian berjudul “Optimasi Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku Menggunakan Rantai Markov (Studi Kasus di Kinken Cake & Bakery Kutoarjo)”.

2.3 Landasan Teori

2.3.1 Riset Operasi

Riset operasi adalah pendekatan dan pengambilan keputusan yang ditandai dengan penggunaan pengetahuan ilmiah usaha kelompok antardisiplin yang bertujuan menentukan penggunaan terbaik sumber daya yang teratur (Sri 2004:3).

Riset operasi merupakan suatu metode untuk memecahkan masalah optimasi. Bahasan mengenai riset operasi ini mencakup program dinamik, analisis jaringan, rantai Markov, program linear, program non-linear, teori persediaan, model transportasi, penugasan, perencanaan dan pengendalian proyek dengan PERT-CPM, program bilangan bulat, teori antrian, teori permainan, dan lain-lain.

Penerapan riset operasi di bidang perencanaan dan pengendalian produksi, dapat digunakan untuk menentukan kuantitas masing-masing produk yang akan dihasilkan oleh perusahaan manufaktur, sehingga dapat menghasilkan biaya operasional yang paling minimum. Riset operasi juga dapat digunakan untuk menentukan jumlah masing-masing produk dalam proses produksi yang menghasilkan beberapa jenis produk dengan menggunakan bahan-bahan yang sama, sehingga dapat memaksimumkan keuntungan (Dwi & Yus 2004:3-7).

Menurut (Dwi & Yus 2004:7-12) jika riset operasi akan digunakan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Mendefinisikan masalah, ada tiga aspek utama yang harus diperhatikan dalam mendefinisikan masalah, yakni deskripsi tujuan pemecahan masalah, identifikasi alternatif-alternatif keputusan, dan mengenali

keterbatasan-keterbatasan ataupun kendala-kendala yang ada di dalam mencapai penyelesaian masalah.

2. Membentuk model, model merupakan penyederhanaan dari situasi nyata dan harus merupakan pernyataan kuantitatif dari tujuan dan kendala masalah. Tujuan pembentukan model adalah untuk menggambarkan kesimpulan situasi nyata dengan mempelajari dan menganalisis model.
3. Mempersiapkan data, kumpulan dari nilai-nilai dari variabel-variabel atau parameter yang ada di dalam model.
4. Menyelesaikan model, mengidentifikasi nilai-nilai variabel atau parameter yang dapat memberikan output terbaik.
5. Membuat laporan, laporan ini harus mengandung keputusan yang disarankan dan informasi-informasi yang terkait dengan hasil yang diperoleh dari model agar nantinya berguna bagi pembuat keputusan.

2.3.2 Permasalahan Optimasi

Persoalan optimalisasi merupakan persoalan mencari nilai numerik terbesar (maksimasi) atau nilai numerik terkecil (minimasi) yang mungkin dari sebuah fungsi dari sejumlah variabel tertentu (Sutawidjaja 2004:1). Selain itu, menurut (Richard 1993:1) permasalahan optimasi merupakan permasalahan untuk memaksimumkan atau meminimumkan sebuah besaran tertentu, yang disebut tujuan objektif (*objective*), yang bergantung pada sejumlah berhingga variabel masukan (*input variables*). Variabel-variabel ini dapat tidak saling bergantung, atau saling bergantung melalui satu atau lebih kendala (*constraints*).

Contoh untuk permasalahan yang dimaksimumkan adalah masalah keuntungan sedangkan contoh untuk permasalahan yang diminimumkan adalah masalah biaya, persediaan, dan lain-lain. Kendala-kendala yang sering dijumpai adalah keterbatasan bahan mentah, tenaga kerja dan sebagainya. Kendala-kendala ini dapat diekspresikan dalam bentuk sejumlah persamaan atau pertidaksamaan linear dalam variabel atau peubahnya. Jadi, fungsi yang akan dioptimalkan merupakan suatu penyelesaian yang mempunyai nilai fungsi tujuan yang dikehendaki. Nilai yang dikehendaki dapat berupa nilai terbesar yakni fungsi tujuan berupa nilai maksimum sedangkan nilai terkecil yakni fungsi tujuan berupa nilai minimum.

2.3.3 Penjadwalan

2.3.3.1 Pengertian Penjadwalan

Penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya pada objek-objek yang ada pada ruang waktu dan bergantung pada kendala-kendala yang sedemikian sehingga sedapat mungkin memenuhi sekumpulan sasaran yang diinginkan. Secara sederhana, penjadwalan dapat diartikan sebagai pengalokasian sumber-sumber daya yang tersedia pada ruang waktu yang ada sehingga memenuhi kondisi-kondisi tertentu. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan suatu proses dengan tetap menjaga agar tidak melanggar *constraint* yang berlaku pada proses yang bersangkutan menurut Rosnani Ginting (dalam Trisnawati, *et al* 2011: 39). Sedangkan, menurut (Trisnawati, *et al* 2011: 39) Penjadwalan merupakan kegiatan untuk mengalokasikan sejumlah sumber daya yang tersedia. Kegiatan ini

dilakukan untuk memastikan bahwa perencanaan dapat berjalan dengan baik dengan waktu dan tenaga yang digunakan secara efisien.

Pengertian penjadwalan secara umum dapat diartikan seperti : “*scheduling is the allocation of resources overtime to perform collection of risk*”, yang artinya penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. Permasalahan muncul apabila pada tahapan operasi tertentu beberapa atau seluruh pekerjaan itu membutuhkan stasiun kerja yang sama. Dilakukannya pengurutan pekerjaan ini unit-unit produksi (*resource*) dapat dimanfaatkan secara optimum. Pemanfaatan ini dilakukan dengan jalan meningkatkan utilitas unit-unit produksi melalui usaha-usaha mereduksi waktu menganggur (*idle time*) dari unit-unit yang bersangkutan. Pemanfaatan lainnya dapat juga dilakukan dengan cara meminimumkan *in-process inventory* melalui reduksi terhadap waktu rata-rata pekerjaan yang menunggu (antri) dalam baris antrian pada unit-unit produksi. Menurut Conway, penjadwalan (*scheduling*) adalah pengurutan produk secara menyeluruh yang dikerjakan oleh beberapa buah mesin. Sementara itu, menurut Kennet R. Baker (1974) penjadwalan didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penjadwalan merupakan pengalokasian sumber daya yang tersedia pada ruang waktu dan bergantung adanya kendala yang ada sehingga dapat memenuhi kondisi-kondisi tertentu.

2.3.3.2 Tujuan Penjadwalan

Menurut Bedworth dalam bukunya Rosnani Ginting (2009:2), mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktivitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi (*work-in-process inventory*) atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori Baker mengatakan jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.
3. Mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian, sehingga meminimasi biaya kelambatan.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan, sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

2.3.3.3 Model Penjadwalan

Menurut Baker (1974), model penjadwalan dapat dibedakan menjadi empat jenis keadaan, yakni:

1. Mesin yang digunakan: a) Mesin tunggal dan b) Mesin majemuk

2. Berdasarkan pola aliran proses, penjadwalan dibedakan sebagai berikut.
 - a. Penjadwalan *flowshop*, pada pola ini dijumpai pola aliran proses dari mesin satu ke mesin lainnya dalam urutan tertentu. Jika semua pekerjaan mengalir pada lini produksi dengan melewati mesin yang sama disebut *pure flowshop*. Jika pekerjaan yang datang ke *shop* tidak harus dikerjakan pada semua mesin maka disebut *general flowshop*.
 - b. Penjadwalan *jobshop*, dalam pola ini setiap pekerjaan mempunyai pola aliran proses pada tiap mesin yang spesifik dan sangat mungkin berbeda untuk setiap pekerjaan. Akibat aliran proses yang tidak searah ini, maka setiap pekerjaan yang akan diproses pada satu mesin dapat merupakan pekerjaan baru atau pekerjaan yang sudah dikerjakan (*work in process*).
3. Berdasarkan kedatangan pekerjaan, penjadwalan dibedakan menjadi:
 - a. Penjadwalan statis, dimana pekerjaan dianggap telah datang secara bersamaan dan siap dikerjakan pada mesin.
 - b. Penjadwalan dinamis, dimana kedatangan pekerjaan tidak menentu.
4. Berdasarkan sifat informasi yang diterima, penjadwalan produksi dapat diklasifikasikan sebagai berikut.
 - a. Model penjadwalan stokastik, jika mengandung unsur ketidakpastian dalam beberapa aspek, yakni:

- 1) Karakteristik pekerjaan dari segi kedatangan, jumlah pekerjaan, batas saat penyelesaian (*duedate*), dan perbedaan kepentingan antar pekerjaan.
 - 2) Karakteristik pekerjaan dari segi banyaknya operasi, susunan mesin dan waktu proses.
 - 3) Karakteristik mesin dari segi jumlah dan kapasitas mesin, kemampuan, dan kecocokan tiap mesin dengan pekerjaan yang diberikan.
- b. Penjadwalan deterministik, dimana informasi yang diperoleh sudah pasti, ada tiga parameter dasar pada proses penjadwalan produksi deterministik, yakni:
- 1) *Processingtime* atau waktu proses, yakni waktu yang dibutuhkan untuk memberikan nilai tambah pada order.
 - 2) *Readytime* atau saat siap, yakni saat paling awal order dapat diproses oleh mesin.
 - 3) *Duedate* atau saat kirim, yakni saat kirim order kepada konsumen.

2.3.3.4 Ukuran Penjadwalan

Pembahasan masalah penjadwalan maka akan dijumpai beberapa istilah dasar (Bedworth, 1987), diantaranya sebagai berikut.

- a. *processingtime* (t_j): Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses operasi dari pekerjaan j pada suatu mesin.

b. *duedate*(d_j): Batas waktu maksimal yang dapat diterima untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Kelebihan waktu dari waktu yang ditetapkan merupakan suatu keterlambatan.

c. *Lateness* (L_j): Selisih antara waktu penyelesaian suatu pekerjaan terhadap batas waktu (*duedate*) pekerjaan tersebut. Suatu pekerjaan akan mempunyai keterlambatan positif jika penyelesaian pekerjaan melewati batas waktu yang ditentukan dan dikatakan mempunyai keterlambatan negatif, jika penyelesaian pekerjaan memenuhi batas waktu yang ditentukan.

$$L_j = C_j - d_j \leq 0, \text{ jika penyelesaian memenuhi batas waktu (2-1)}$$

$$L_j = C_j - d_j > 0, \text{ jika penyelesaian melewati batas waktu (2-2)}$$

d. *tardiness* (T_j): Jika suatu pekerjaan diselesaikan sebelum batas waktu yang ditentukan maka dikatakan pekerjaan tersebut memiliki negatif *lateness* tetapi keterlambatan nol. Suatu pekerjaan memiliki positif *lateness* maka sama dengan memiliki positif *tardiness*.

$$T_j = \max\{L_j, 0\} \dots \dots \dots (2-3)$$

$$T_j = 0 \text{ jika } L_j > 0, T_j = 0 \text{ jika } L_j < 0$$

e. *Slack* (SL_j): Waktu sisa yang tersedia untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

$$SL_j = d_j - t_j \dots \dots \dots (2-4)$$

f. *Completion Time* (C_j): Rentang waktu antara saat pekerjaan dimulai ($t=0$) dengan waktu ketika pekerjaan tersebut selesai. Selain itu, waktu penyelesaian operasi paling akhir suatu *order* j .

$$C_j = t_1 + t_2 + \dots + t_j \dots\dots\dots (2-5)$$

g. *Flow Time* (F_j): Rentang waktu antara saat pekerjaan tersedia untuk diproses dengan waktu saat pekerjaan tersebut selesai.

Flow time dapat dinyatakan dengan:

$$F_j = C_j - r_j \dots\dots\dots (2-6)$$

Suatu penjadwalan yang ukuran performansi terutamanya adalah memperoleh nilai maksimum dianggap sebagai suatu penjadwalan yang optimal. Dasar ukuran performansi yang digunakan untuk mengevaluasi penjadwalan (Kusiak, 1990) sebagai berikut.

a. *Makespan* $C_{max} = \max \{C_j\} \dots\dots\dots(2-7)$

b. *Mean flow time* $F = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j \dots\dots\dots(2-8)$

Berdasarkan modelnya penjadwalan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yakni penjadwalan *job* dan penjadwalan *batch*. Kedua model penjadwalan tersebut pada dasarnya memiliki prinsip yang sama. Permasalahan penjadwalan *job* hanya memecahkan pengurutan (*sequencing*) saja, karena ukuran *job* telah diketahui, sedangkan pada permasalahan penjadwalan *batch* permasalahan utama adalah menentukan ukuran *batch* dan menentukan *sequencing* secara simultan.

Model penjadwalan dalam penelitian ini menggunakan penjadwalan *job-shop*, menurut Pham (2008) terdapat tiga istilah yang digunakan dalam pembahasan masalah penjadwalan. Ketiga istilah tersebut adalah pekerjaan (*job*), prosesor (*processor*), dan operasi (*operation*). Pekerjaan merupakan sekumpulan aktivitas yang harus diproses, misalnya pembuatan suatu barang pada pabrik manufaktur atau operasi bedah yang akan dilakukan di suatu rumah sakit.

Prosesor adalah sumber daya yang digunakan untuk memproses pekerjaan, misalnya dapat berupa mesin atau alat-alat kedokteran. Prosesor juga disebut sebagai sumber daya (*resource*) atau mesin (*machine*). Operasi merupakan aktivitas pemrosesan dari suatu pekerjaan. Berdasarkan ketiga istilah tersebut, masalah penjadwalan dapat diartikan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk suatu operasi pada periode waktu tertentu.

2.3.4 Teori Persediaan

Teori Persediaan (*inventory theory*) merupakan teori untuk memperkirakan kebutuhan persediaan barang-barang suatu toko agar mampu memenuhi permintaan barang berlebih pada waktu mendatang. Hampir setiap perusahaan harus memiliki persediaan barang untuk memastikan kelancaran dan efisiensi jalannya operasional perusahaan. Proses pengambilan keputusan harus memperhatikan berapa banyak dan kapan untuk memesan jenis-jenis produk dalam setiap permasalahan persediaan. Tujuan pokok suatu model persediaan produksi, yakni:

- 1) Berapa banyak jumlah produk yang diproduksi
- 2) Kapan produk diproduksi

Jumlah produk yang diproduksi menunjukkan jumlah optimal produk yang harus diproduksi setiap waktu dan bisa berubah sewaktu-waktu bergantung pada situasinya. Jika sistem persediaan produksi membutuhkan suatu pemeriksaan berkala pada interval waktu yang sama (seperti harian, mingguan, bulanan dan

sebagainya), maka waktu untuk menyediakan produk baru (*restock*) kembali pada awal interval waktu mendatang (Hamdy Taha 1982:492-493).

2.3.5 Rantai Markov

Rantai Markov (*Markov Chains*) adalah suatu teknik matematika yang biasa digunakan untuk melakukan pemodelan (*modelling*) bermacam-macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang dalam variabel-variabel dinamis atas dasar perubahan-perubahan dari variabel-variabel dinamis tersebut di waktu yang lalu. Teknik ini dapat digunakan juga untuk menganalisis kejadian-kejadian di waktu-waktu mendatang secara matematis (Dwijanto 2008:87).

Menurut Markov (dalam Dwijanto 2008:87) Model Rantai Markov yakni:

“Untuk setiap waktu t , ketika kejadian adalah K_t dan seluruh kejadian sebelumnya adalah $K_{t(j)}, \dots, K_{t(j-n)}$ yang terjadi dari proses yang diketahui, probabilitas seluruh kejadian yang akan datang $K_{t(j)}$ hanya bergantung pada kejadian $K_{t(j-1)}$ dan tidak bergantung pada kejadian-kejadian sebelumnya yakni $K_{t(j-2)}, K_{t(j-3)}, \dots, K_{t(j-n)}$.”

Penerapan rantai Markov mula-mula dalam ilmu-ilmu pengetahuan fisika dan meteorologi. Teknik ini mula-mula digunakan untuk menganalisis dan memperkirakan perilaku partikel-partikel gas dalam suatu wadah (*container*) tertutup serta meramalkan keadaan cuaca. Sebagai suatu peramalan riset operasi dalam pengambilan keputusan manajerial, rantai Markov telah banyak diterapkan

untuk menganalisis perpindahan merek (*brand switching*) dalam pemasaran, perhitungan rekening-rekening, jasa-jasa penyewaan mobil, perencanaan penjualan, pemeliharaan mesin, antrian, perubahan harga pasar saham, administrasi rumah sakit, masalah perencanaan persediaan, dan sebagainya.

2.3.5.1 Asumsi-asumsi Keberlakuan Rantai Markov

Rantai Markov memiliki beberapa asumsi-asumsi atau anggapan dasar yang harus diketahui. Adapun asumsi-asumsi dalam rantai Markov sebagai berikut.

- 1) Jumlah probabilitas transisi keadaan adalah 1.
- 2) Probabilitas transisi tidak berubah selamanya.
- 3) Probabilitas transisi hanya bergantung pada periode sekarang, bukan pada periode sebelumnya.

2.3.5.2 Proses Model Rantai Markov

a. Penentuan *State*

Langkah awal dalam proses Markov adalah menentukan *state-state* apa saja yang ada dalam sistem tersebut. Penentuan *state* ini terdiri atas dua langkah, yakni :

- 1) Pengelompokan dan pendefinisian *state* yang ada dalam sistem.
- 2) Interaksi antar*state*

b. Menyusun Matrik Probabilitas Transisi

Matriks Probabilitas Transisi merupakan suatu matriks dimana elemen-elemennya adalah nilai probabilitas transisi dari suatu *state* ke *state* lain atau ke *state* itu sendiri dalam suatu sistem tertentu. Elemen-elemen MPT didekati dengan menggunakan proporsi perpindahan antar *state* pada seluruh periode pengamatan. Proporsi perpindahan dari *state* *i* ke *state* *j* dinotasikan dengan P_{ij} , yang didekati dengan hasil bagi antara jumlah individu yang mengalami perpindahan dari *state* *i* ke *state* *j* untuk seluruh pengamatan dengan jumlah individu *state* *i*. Seluruh matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$P_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T n_{ij}(t)}{\sum_{i=1}^m n_i(t)} \dots\dots\dots (2-9)$$

$$n_i(t) = \sum_{j=i}^m n_{ij}(t) \dots\dots\dots (2-10)$$

Dimana,

P_{ij} = probabilitas perpindahan dari *state* *i* ke *state* *j*

T = jumlah periode pengamatan

$n_{ij}(t)$ = jumlah individu yang mengalami perpindahan dari *state* *i* ke *state* *j* selama periode *t*.

$n_i(t)$ = jumlah individu di *state* *i* pada awal periode *t*.

Persamaan di atas merupakan probabilitas transisi dari *state* *i* pada saat *t* ke *state* *j* pada saat *t+1*, dan diasumsikan bahwa probabilitas ini tetap sepanjang waktu. Probabilitas transisi dari *state* *i* ke *state* *j* ini akan lebih mudah jika disusun dalam bentuk matriks yang kemudian disebut sebagai

matriks transisi. Ilustrasi dari matriks transisi satu langkah adalah sebagai berikut.

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots \\ P_{10} & P_{11} & \dots \\ P_{20} & P_{21} & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2-11)$$

Matriks P ini disebut sebagai probabilitas transisi stasioner atau matriks stokastik karena seluruh probabilitas transisi P_{ij} berharga tetap dan *independent* terhadap waktu.

Probabilitas P_{ij} ini harus memenuhi kondisi berikut.

1. $P_{ij}^{(n)} > 0$ untuk semua i dan j ; $n = 0, 1, 2, \dots$
2. $\sum_{j=0}^M P_{ij}^{(n)} = 1$, untuk semua i ; $n = 0, 1, 2, \dots$, (2-12)

(Lieberman 2008:165)

Pada matriks di atas digambarkan mengenai probabilitas terjadinya perubahan *state* untuk satu periode mendatang.

c. Menentukan Peluang *Steady State*

Sebuah matriks peralihan adalah reguler jika suatu pangkat bulat dari matriks itu mempunyai entri yang semuanya positif.

$$P = \{P_{ij}\} = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots \\ P_{10} & P_{11} & \dots \\ P_{20} & P_{21} & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2-13)$$

Jika P adalah matriks reguler maka:

1. Untuk $n \rightarrow \infty$. P^n akan menuju suatu matriks.

$$\pi = \begin{pmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \dots & \pi_{1n} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \dots & \pi_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \pi_{n1} & \pi_{n2} & \dots & \pi_{nn} \end{pmatrix} \dots \dots \dots (2-14)$$

2. $\pi = \begin{pmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \\ \pi_4 \\ \vdots \\ \pi_n \end{pmatrix}$ setiap kolom merupakan bilangan-bilangan positif dan

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \dots + \pi_n = 1 \dots \dots \dots (2-15)$$

3. Jika $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}$ adalah sebarang vektor peluang dan juga, karena

$$P^n \rightarrow \pi \text{ untuk } n \rightarrow \infty, \text{ maka } (P)^n x \rightarrow \pi x.$$

Sehingga,

$$\pi x = \begin{pmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \dots & \pi_{1n} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \dots & \pi_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \pi_{n1} & \pi_{n2} & \dots & \pi_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}$$

$$\pi x = \begin{pmatrix} \pi_{11}x_1 & \pi_{12}x_2 & \dots & \pi_{1n}x_n \\ \pi_{21}x_1 & \pi_{22}x_2 & \dots & \pi_{2n}x_n \\ \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \pi_{n1}x_1 & \pi_{n2}x_2 & \dots & \pi_{nn}x_n \end{pmatrix} \dots \dots \dots (2-16)$$

$$P_x = (\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \dots + \pi_n) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} = 1\pi = \pi, \text{ dimana } p_i \text{ adalah}$$

peluang sistem saat berada pada state $i, i=1, \dots, n$.

4. Jika $P^n \rightarrow \pi$ maka $P^{n+1} \rightarrow \pi P^{n+1} = PP^n$, jadi $P^{n+1} \rightarrow P\pi$ karena $P\pi = \pi = (\pi_1\pi_2\pi_3 \cdots \pi_n)$.

Sehingga, dapat diperoleh peluang *steady state*, sehingga diperoleh *market share* yang sudah stabil dan optimal.

Contoh:

Untuk menggambarkan proses Markov, akan disajikan suatu contoh masalah tentang kegiatan-kegiatan pemilihan merek dan peramalan probabilitas transisi yang kemungkinan dilakukan para konsumen, yaitu pergantian dari satu merek ke merek lain. Anggapan bahwa sampel konsumen terdiri dari kombinasi 1000 responden yang tersebar pada 4 merek, A, B, C, dan D. Anggapan selanjutnya adalah bahwa sampel tersebut telah mewakili keseluruhan kelompok dalam kesetiaanya terhadap suatu merek dan pola pergantian dari satu merek ke merek lain. Konsumen berpindah dari satu merek ke merek lain dapat karena periklanan, promosi khusus, harga, ketidakpuasan, dan lain-lain. Tabel 1 menjelaskan sebagian besar pelanggan yang mula-mula membeli merek A, tetap memilih merek tersebut pada periode kedua. Meskipun demikian, ada 50 konsumen tambahan dibanding 45 konsumen yang berpindah dari merek A ke merek-merek lain.

Tabel 2.1 Contoh Perubahan Pelanggan

	Periode Pertama	Perpindahan				Peride Kedua
		A	B	C	D	
A	220	175	40	0	10	225
B	300	20	230	25	15	290
C	230	10	5	205	10	230
D	250	15	25	2	215	255
JML	1000	220	300	230	250	1000

Proses Markov:

1. Penentuan *State*

Penentuan *state* dalam kasus ini, yakni periode waktu pertama dan periode waktu kedua.

2. Penyusunan Matrik Probabilitas Transisi

Selanjutnya, pada tahapan ini bentuk probabilitas transisi dan matriksnya.

Matriks Probabilitas Transisi

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} A \quad B \quad C \quad D \\
 \left(\begin{array}{cccc}
 175 & 40 & 0 & 10 \\
 20 & 230 & 25 & 15 \\
 10 & 5 & 205 & 10 \\
 15 & 25 & 0 & 215
 \end{array} \right)
 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c}
 \left(\begin{array}{cccc}
 0.796 & 0.133 & 0.000 & 0.040 \\
 0.091 & 0.767 & 0.109 & 0.060 \\
 0.046 & 0.017 & 0.891 & 0.040 \\
 0.067 & 0.083 & 0.000 & 0.860
 \end{array} \right)
 \end{array}
 \end{array}$$

Tabel 2.2 Contoh Perhitungan Matriks Probabilitas Transisi

Perhitungan Matriks Probabilitas Transisi

Merek				
	A	B	C	D
A	$175/220 = 0,796$	$40/300=0,133$	$0/230=0$	$10/250=0,040$
B	$20/220=0,091$	$230/300=0,767$	$25/230=0,109$	$15/250=0,060$
C	$10/220=0,046$	$5/300=0,017$	$205/230=0,891$	$10/250=0,040$
D	$15/220=0,067$	$25/300=0,083$	$0/230=0$	$215/250=0,860$

Data ini dapat meramalkan tingkat di mana suatu merek akan mendapatkan atau kehilangan *market share*-nya dan dapat menunjukkan kemungkinan *market share* ekuilibrium di waktu yang akan datang sehingga manajemen dapat mengarahkan usaha-usaha promosinya.

(Dwijanto 2008: 90-92)

3. Penentuan Peluang *Steady State*

Peluang *Steady State* adalah suatu peluang *market share* dalam keadaan sudah stabil dan tetap pada saat periode tertentu, dan seterusnya.

Pada contoh kasus ini, peluang *steady state* pada iterasi ke-95.

0,227494	0,227494	0,227494	0,227494
0,268348	0,268348	0,268348	0,268348
0,236194	0,236194	0,236194	0,236194
0,267964	0,267964	0,267964	0,267964

Jelas, *Market Share* pada saat *Steady State* untuk Merek A, B, C dan D , yakni (22,8%, 26,8%, 23,6%, dan 26,8%).

2.3.5.3 Proses Keputusan Rantai Markov

Analisa proses keputusan Markov terbagi menjadi 2 macam kondisi yang mungkin akan dihadapi, yaitu *finite stage* dan *infinite stage*.

1. *Infinite Stage Model*

Proses Markov untuk lingkungan yang *long run*, akan memiliki karakteristik yaitu independen terhadap *state* awal (*initial state*) dari sistem tersebut. Untuk model ini jumlah *stage* tidak dibatasi. Dalam hal ini, sistem tersebut dikatakan telah mencapai *steady state* (keadaan tetap dan stabil).

Ada dua metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan dengan *stage* yang tidak terbatas ini. Metode pertama disebut metode enumerasi sempurna yang mengenumerasi seluruh *stationary policy*, hingga diperoleh solusi optimumnya. Metode ini hanya dapat digunakan apabila jumlah total *stationary policy*-nya tidak terlalu besar sehingga masih dapat dihitung. Metode yang kedua ialah metode *policy iteration*, yang mampu mengurangi kesulitan perhitungan pada metode pertama. Metode ini umumnya bersifat efisien, dalam arti dapat mencapai solusi optimum dalam jumlah iterasi yang kecil. Namun, kedua metode tersebut akan menghasilkan solusi optimum yang sama.

i) Metode Enumerasi Sempurna

Misalkan suatu persoalan keputusan mempunyai sejumlah S stationary policy, dan asumsikan bahwa P dan R adalah matriks transisi (satu langkah) dan matriks pendapatan yang berkaitan dengan policy ke- k , $s = 1, 2, \dots, S$. Maka langkah-langkah enumerasinya adalah sebagai berikut.

Langkah 1:

Hitung harga v_i^s , yaitu ekspektasi pendapatan satu langkah (satu periode) dari policy s , pada state i , $i = 1, 2, \dots, m$

Langkah 2:

Hitung π_i^s , yaitu probabilitas stationary jangka panjang dari matriks transisi P^s yang berkaitan dengan policy s . Probabilitas ini, jika ada, dihitung dengan persamaan:

$$\pi^s P^s = \pi^s$$

$$\pi_1^s + \pi_2^s + \dots + \pi_m^s = 1$$

Dimana,

$$\pi^s = (\pi_1^s, \pi_2^s, \dots, \pi_m^s)$$

Langkah 3:

Tentukan E^s , yaitu ekspektasi pendapatan dari policy s untuk setiap langkah transisi (periode) dengan menggunakan persamaan:

$$E^s = \sum_{i=1}^m \pi_i^s v_i^s$$

Langkah 4:

Policy optimum S^* ditentukan dengan:

$$E^{S^*} = \max_S(E^S)$$

(Dimiyati, TT & Dimiyati, A 2004: 329-335)

ii) Metode Policy Iteration

Ada dua metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan dengan metode *Policy Iteration* ini sebagai berikut.

a) Metode *Policy Iteration without Discounting*

Policy iteration without discounting merupakan metode iterasi kebijakan tanpa adanya faktor potongan atau *discount*. Iterasi dengan metode ini menggunakan 2 langkah, yaitu *value determination step* dan *policy improvement step*.

a. *Value Determination Step*

Mula-mula ditentukan kebijakan percobaan (*trial policy*) sebagai *initial policy*. Kemudian akan diselesaikan persamaan-persamaan berikut.

$$g(R) + v_i(R) = C_{ik} + \sum_{j=0}^S P_{ij}(k)v_j(R) \quad \text{untuk } i=0,1,2,\dots,S$$

(Hillier, 2008:326)

dimana:

$g(R)$: biaya rata-rata per periode transisi pada iterasi ke R.

$v_i(R)$: efek terhadap total biaya ekspektasi berkaitan dengan level *inventory* berada pada state i .

C_{ik} : total biaya ekspektasi jika pada state i diterapkan kebijakan k .

$P_{ij}(k)$: probabilitas transisi dari state i menjadi state j jika di awal periode diterapkan kebijakan k .

b. *Policy Improvement Step*

Langkah pertama telah ditentukan *initial policy*. Pada langkah kedua ini *policy* yang dipilih pada tahap pertama akan diperbaiki dengan menemukan keputusan k pada state i yaitu minimum dari

$$C_{ik} + \left\{ \sum_{j=0}^S P_{ij}(k)v_j(R) \right\} - v_i(\text{獵}) \quad (\text{Hillier, 2008:327})$$

Harga v_j diambil dari harga v_j yang telah diperoleh dari hasil tahap pertama. Pada tahap kedua ini akan dicari keputusan terbaik untuk tiap state. Apabila keputusan-keputusan yang diperoleh dari tahap kedua ini belum identik dengan *initial policy* yang telah ditetapkan pada tahap pertama, maka iterasi akan kembali lagi ke tahap pertama, dimana keputusan-keputusan ini akan menjadi *initial policy* yang baru dan akan diperbaiki pada tahap kedua lagi.

Iterasi dihentikan apabila *policy* yang diperoleh pada tahap pertama benar-benar identik dengan *policy* yang diperoleh pada tahap kedua. Hal ini berarti telah ditemukan *policy* optimal atau harga dari $g(R)$ tidak mungkin dapat diturunkan lagi.

b) Metode *Policy Iteration with Discounting*

Metode *policy iteration without discounting* dapat diperluas dengan memasukkan faktor potongan/*discount*. Langkah-langkah *policy iteration* dengan potongan adalah sebagai berikut.

a. *Value Determination Step*

Mula-mula ditentukan kebijakan percobaan (*trial policy*) sebagai *initial policy*. Kemudian akan diselesaikan persamaan-persamaan berikut.

$$V_i^n(R) = C_{ik} + \alpha \sum_{j=0}^S P_{ij}(k) v_j^{n-1}(R) \quad (\text{Hillier, 2008:330})$$

dengan α adalah faktor potongan.

b. *Policy Improvement Step*

Langkah pertama telah ditentukan *initial policy*. Pada langkah kedua ini *policy* yang dipilih pada tahap pertama akan diperbaiki dengan menemukan keputusan k pada *state i* yaitu minimum dari

$$C_{ik} + \{\alpha \sum_{j=0}^S P_{ij}(k) v_j(R)\} \quad (\text{Hillier, 2008:331})$$

2. *Finite Stage Model*

Proses Markov dengan model *finite stage* ini merupakan model dengan *stage* terbatas. Biasanya model dengan *stage* terbatas ini digunakan pada masalah-masalah dengan *stage* tertentu. Misalnya pada persoalan tentang perbaikan mesin, si pengambil keputusan dari persoalan perbaikan mesin tersebut merencanakan akan menghentikan pengoperasian mesin itu dalam n bulan. Pada persoalan ini *stage*-nya adalah bulan dengan batasan *stage* sampai dengan n bulan. Metode untuk menemukan kebijakan optimal dengan *stage* terbatas adalah metode *successive approximation*. *Stage* pada penelitian tentang penjadwalan produksi dan perencanaan persediaan bahan baku ini adalah dua mingguan. Karena *stage* pada penelitian ini

tidak dibatasi oleh waktu maka keadaan ini termasuk dalam *infinite stage model*, yaitu periode yang tidak dibatasi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan, dapat diambil simpulan sebagai berikut.

1. Penentuan *market share* setiap periode waktu n mendatang diperoleh *market share* banyaknya permintaan produksi untuk setiap waktu n yang akan datang. Kondisi ekuilibrium (*steady state*) jumlah permintaan produksi roti diperoleh *market share* pada periode waktu ke-49 atau periode minggu ke-97 dengan

$P_{49} = [0,007 \quad 0,125 \quad 0,622 \quad 0,025 \quad 0,222]$ sehingga didapatkan

persentase permintaan produksi roti brownies=0,7%, roti gulung nastro=12,5%, roti gulung spc=62,2%, roti gulung bansos=2,5%, dan roti bolu setengah lingkaran=22,2%. Oleh karena pada kasus

ini permintaan seluruh jenis roti 7009 pcs, didapatkan banyaknya permintaan produksi roti brownies=49 pcs, roti gulung nastro=876 pcs, roti gulung spc=4360 pcs, roti gulung bansos=175 pcs, dan roti bolu setengah lingkaran=1556 pcs.

2. Kebijakan yang optimal dicapai pada saat kondisi ekuilibrium (*steady state*), kondisi *steady state* tercapai pada periode ke-49 atau

minggu ke-97. Sehingga, kebijakan yang optimal dalam perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan penjadwalan produksi dapat dilihat dari banyaknya permintaan produksi jenis roti tersebut. Oleh karena itu, dapat dipertimbangkan persediaan bahan baku seperti tepung terigu 1089,9 kg, gula pasir 1089,9 kg, dan telur 4360 butir disimpan untuk kebutuhan produksi roti gulung spc, yang kedua untuk roti bolu setengah lingkaran tepung terigu 233,4 kg, gula pasir 233,4 kg, dan telur 1556 butir, yang ketiga untuk roti gulung nastro tepung terigu 219,0 kg, gula pasir 219,0 kg, dan telur 876 butir, yang keempat untuk roti gulung bansos tepung terigu 43,8 kg, gula pasir 43,8 kg, dan telur 175 butir, dan yang kelima roti brownies tepung terigu 9,8 kg, gula pasir 9,8 kg, dan telur 98 butir.

5.2 Saran

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan Kinken Cake & Bakery Kutoarjo dalam menentukan pemesanan persediaan bahan baku untuk produk jenis roti brownies, roti gulung nastro, roti gulung spc, roti gulung bansos, dan roti bolu setengah lingkaran.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan untuk memonitoring banyaknya permintaan produksi roti di Kinken Cake & Bakery Kutoarjo per dua minggu sehingga dapat meramalkan keuntungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, Dwi Hayu dan Rahmadi, Yus Endra. 2004. *Konsep-konsep Dasar Riset Operasional*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Amelia, L. dan Aprianto. 2011. *Optimalisasi Penjadwalan Produksi dengan Metode Algoritma Genetika Di PT. Progress Diecast*. Jakarta: Program Studi Teknik Industri Universitas Esa Unggul.
- Ariyani, et al 2007. *Usulan Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika (Studi Kasus PT. Agronesia, Bandung)*. Bandung: Universitas Maranatha Bandung.
- Astuti, Alfiyanti Puji. 2011. *Kebijakan Optimal Persediaan Barang Menggunakan Markov Decision Process (Studi Kasus PT. Jadi Sentra Pangan)*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Berlianty, I. & Arifin, M. 2010. *Teknik-teknik Optimasi Heuristik*. Penerbit Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Betrianis dan Aryawan. 2003. *Penerapan Algoritma Tabu Search dalam Penjadwalan Job-Shop*. *Makara, Teknologi*, Vol. 7, No. 3. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Bronson, Richard. 1993. *Teori dan Soal-soal Operations Research*. Jakarta: Erlangga.
- Dimiyati T.T, et al 2004. *Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Dwijanto. 2008. *Riset Operasi*. Unnes: Semarang.
- Ginting, Rosnani. 2009. *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hartanto, Rudi Tri. 2014. *Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pompa Gilingan Saus dengan Metode Markov Chain untuk Minimasi Biaya Pemeliharaan (Studi Kasus PT. Lombok Gandaria, Unit Maintenance)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hiller dan Lieberman. 2000. *Introduction to Operations Research Seventh Edition*. Stanford University: Amerika Serikat.

- Masruroh, Nisa. 2006. *Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Deduck Smith, Palmer Dan Dannenbring Di PT. Loka Refraktoris Surabaya*. Surabaya: Teknik Industri FPI-UPN Veteran Jatim.
- Mulyono, Sri. 2004. *Riset Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Mushi, A R. 2006. *Tabu Search For University Course Timetabling Problem*. Science and Engineering Series Vol. 7, No. 1, pp. 33-40. African: *African Journal of Science and Technology (AJST)*.
- Nadia, Veronika, et al 2010. *Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku di PT. Wahana Lentera Raya*. Widya Teknik Vol. 9, No. 2, (179-192).
- Nawang Sari, Sri, et al 2010. *Konsep Markov Chains untuk Menyelesaikan Prediksi Bencana Alam di Wilayah Indonesia dengan Studi Kasus Kota Madya Jakarta Utara*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Ndruru, Suprianus. 2014. *Penerapan Rantai Markov terhadap Perubahan Indeks Harga Saham*. Medan: Universitas Negeri Sumatera Utara.
- Novalina, Marintan. 2007. *Kajian Peluang Steady State pada Rantai Markov*. Medan: Universitas Negeri Sumatera Utara.
- Panggabean, H. P. 2005. *Penjadwalan Jobshop Statik dengan Algoritma Tabu Search*. Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Katolik Parahyangan: Bandung.
- S, Syafruddin, et al 2014. *Aplikasi Analisis Rantai Markov untuk Memprediksi Status Pasien Rumah Sakit Umum Kabupaten Barru*. *Online Journal of Natural Science*. Vol.3(3) Desember 2014: 313 – 321. Makassar: Jurusan Matematika. Universitas Negeri Makassar.
- Salam, Risha Lutfiyan. 2013. *Penerapan Algoritma Ho-Chang Dan Tabu Search Pada Penjadwalan Flowshop (Studi Kasus: Industri Jamu Instan Sari Hutani)*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember: Surabaya.
- Sarjono, H, et al 2011. *Analisis Markov Chain Terhadap Persediaan Bahan Baku Studi Kasus pada CV Sinar Bahagia Group*. *Binus Business Review* Vol. 2 No. 2 November 2011: 1071-1076 Jakarta Barat: Universitas Binus.

- Sutawidjaja, Akbar. 2004. *Program Linier*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Taha, Hamdy A. 1982. *Operations Research an Introduction Third Edition*. United States of America: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Trisnawati, Sangadji dan Karmila. 2011. *Seminar Nasional Teknologi Informasi: Implementasi Metode Tabu Search untuk Penjadwalan Kelas* disampaikan pada 26 November 2011 dalam acara Seminar Nasional Teknologi Informasi Vol. 8 No. 1 Tahun 2011 ISSN: 1829-9156, pp 39-44. Jakarta Barat: STT PLN.
- Yusof dan Mahbar. 2012. *Bahagian Pasaran Kereta Nasional Malaysia: Satu Analisi Model Rantai Markov (Malaysian National Car Market Share: A Markov Chain Analysis)*. *Jurnal Ekonomi Malaysia* 46(1)(2012) 65-71. Malaysia: Universitas Kabangsaan Malaysia.

