

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN *DETERIORATING ITEM*  
MENGUNAKAN INTEGRASI *CONTINUOUS REVIEW SYSTEM*  
DAN LOGIKA *FUZZY* DENGAN OPTIMALISASI ALGORITMA  
GENETIKA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Oleh

Nama : Khairizzahra

No. Mahasiswa : 12 522 254

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

**2016**

## LEMBAR PERNYATAAN

ii

### LEMBAR PERNYATAAN

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

Yogyakarta, September 2016



Khairizzahra

12 522 254

## SURAT KETERANGAN PENELITIAN

### SURAT SELESAI PENELITIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tano Nazoeaggi  
Jabatan : *General Manager* Bakpiapia Djogja  
Alamat : Jl. Wates Km. 3, Bayeman Permai, Ruko No. 4, Gamping, Yogyakarta

Menerangkan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Khairizzahra  
NIM : 12522254  
Jurusan : Teknik Industri  
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir dengan pengambilan data yang dilakukan pada periode Maret hingga Mei 2016. Demikian surat keterangan ini dikeluarkan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 13 Mei 2016

  
  
Tano Nazoeaggi  
*General Manager* Bakpiapia Djogja

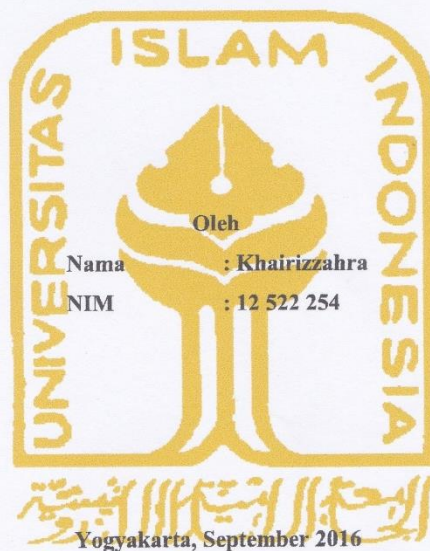
## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

iv

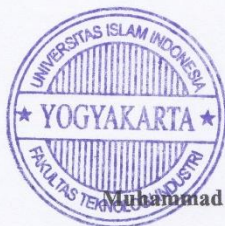
### LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENGENDALIAN PERSEDIAAN *DETERIORATING ITEM*  
MENGUNAKAN INTEGRASI *CONTINUOUS REVIEW SYSTEM*  
DAN LOGIKA *FUZZY* DENGAN OPTIMALISASI ALGORITMA  
GENETIKA

#### TUGAS AKHIR



Oleh  
Nama : Khairizzahra  
NIM : 12 522 254



Pembimbing,

Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., MSc., Ph.D

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

V

### LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

#### PENGENDALIAN PERSEDIAAN *DETERIORATING ITEM* MENGUNAKAN INTEGRASI *CONTINUOUS REVIEW SYSTEM* DAN LOGIKA *FUZZY* DENGAN OPTIMALISASI ALGORITMA GENETIKA

#### TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Khairizzahra  
NIM : 12 522 254

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, September 2016

Tim Penguji  
Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., MSc., Ph.D  
Ketua

Elisa Kusriani, Dr., Ir., MT., CPIM  
Anggota I

Ali Parkhan, Ir., MT  
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri  
Universitas Islam Indonesia



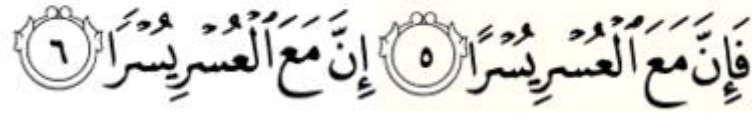
Yuli Agusti Rochman ST., M.Eng

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Ku persembahkan karya ini untuk Ibu dan Ayahku (Susila Srinuk dan Ashari) serta kakakku (Muthi'a Fanani) yang tiada henti memberikan doa, dukungan dan kasih sayangnya.

Terima kasih kepada Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo yang telah memberikan bimbingan, ilmu dan waktunya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

## MOTTO



“Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Al Insyirah: 5-6)

“Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, Allah akan mudahkan baginya jalan ke surga.” (HR. Muslim)

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillahirrabil'amin, segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Pengendalian Persediaan *Deteriorating Item* menggunakan Integrasi *Continuous Review System* dan Logika *Fuzzy* dengan Optimalisasi Algoritma Genetika” dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat serta pengikutnya yang telah berjuang dan membimbing kita keluar dari kegelapan menuju jalan terang benderang untuk menggapai ridho Allah SWT.

Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungannya baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan penuh rasa syukur penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Imam Djati Widodo, Dr. M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia.
2. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia beserta civitas akademik.
3. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan saran, arahan serta waktunya selama pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Bakpiapia Djogja yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas yang telah memudahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

5. Kedua orang tua atas doa dan segala jasanya dalam mendidik dan memberikan kasih sayang yang ikhlas kepada penulis.
6. Keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
7. Seluruh dosen Prodi Teknik Industri yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
8. Keluarga besar Teknik Industri atas kebersamaan dan bantuan yang berarti bagi penulis.
9. Teman-teman seperjuangan Kos Fatimah atas kebersamaan dan semangat yang berarti bagi penulis.
10. Teman-teman KKN Unit 352 yang selalu memberikan motivasi dan semangatnya.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekeliruan dan kekurangan. Untuk itu penulis menyampaikan permohonan maaf sebelumnya serta sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

*Wassalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, September 2016

Khairizzahra

## ABSTRAK

*Dewasa ini berbagai perusahaan dihadapkan dengan tuntutan dalam kemampuan memenuhi permintaan pelanggan. Persediaan menjadi hal yang penting bagi perusahaan dalam memenuhi permintaan pelanggan tersebut. Perusahaan menginginkan biaya produksi yang seminimal mungkin, namun perusahaan juga harus mempunyai persediaan untuk menghindari kekurangan persediaan. Persediaan produk yang terdeteriorasi dengan sifat produk yang mudah rusak mengharuskan perlu adanya pengendalian persediaan agar perusahaan dapat memenuhi permintaan pelanggan serta produk tidak banyak terbuang karena rusak atau sudah melewati masa layaknya. Penelitian ini dilakukan di Bakpiapia Djogja, di mana obyek penelitian yaitu bakpia jenis single. Berdasarkan kondisi riil perusahaan, sering terjadi penarikan produk karena telah melewati masa layaknya. Dengan Logika Fuzzy, dapat ditentukan prediksi jumlah produksi bakpia. Selanjutnya rata-rata jumlah produksi bakpia akan digunakan dalam perhitungan total biaya persediaan menggunakan Continuous Review System. Dalam pencarian nilai optimal pada persediaan, model matematis dapat memakan waktu yang lama dan terasa rumit, sehingga digunakan Algoritma Genetika sebagai alat optimasi. Dengan optimasi menggunakan Algoritma Genetika, didapatkan order quantity untuk bakpia kacang hijau sebesar 121 kotak, bakpia keju 112 kotak dan bakpia cokelat 110 kotak. Sedangkan untuk reorder point hasil pengolahan Algoritma Genetika untuk bakpia kacang hijau yaitu 164, bakpia keju 139 dan bakpia cokelat 133. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penghematan sebesar Rp 9.885,00 dalam setahun dengan persentase penghematan sebesar 0,02% dari total biaya persediaan sebelum dioptimasi menggunakan Algoritma Genetika.*

**Kata Kunci:** *Persediaan, Continuous Review System, Logika Fuzzy, Algoritma Genetika*

## DAFTAR ISI

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL .....                                           | i    |
| LEMBAR PERNYATAAN.....                                        | ii   |
| SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....                              | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....                             | iv   |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....                                | v    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                                     | vi   |
| MOTTO .....                                                   | vii  |
| KATA PENGANTAR .....                                          | viii |
| ABSTRAK.....                                                  | x    |
| DAFTAR ISI.....                                               | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                                             | xiii |
| DAFTAR GAMBAR.....                                            | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                        | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                      | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                     | 4    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                      | 5    |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                                    | 5    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                   | 6    |
| 1.6 Struktur Penelitian.....                                  | 6    |
| BAB II KAJIAN LITERATUR.....                                  | 8    |
| 2.1 Kajian Deduktif .....                                     | 8    |
| 2.1.1 Persediaan .....                                        | 8    |
| 2.1.2 <i>Continuous Review System</i> .....                   | 11   |
| 2.1.3 Logika Fuzzy.....                                       | 14   |
| 2.1.4 <i>Membership Function</i> .....                        | 15   |
| 2.1.5 Operasi Himpunan Fuzzy dengan Operator Dasar Zadeh..... | 22   |
| 2.1.6 Fungsi Implikasi .....                                  | 23   |
| 2.1.7 Komposisi Aturan-Aturan Fuzzy untuk Inferensi .....     | 23   |
| 2.1.8 Defuzzyfikasi .....                                     | 25   |
| 2.1.9 Fuzzy Metode Sugeno .....                               | 26   |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1.10 Algoritma Genetika .....                                                 | 27  |
| 2.2 Kajian Induktif .....                                                       | 34  |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                                                 | 41  |
| 3.1 Identifikasi Masalah .....                                                  | 42  |
| 3.2 Perumusan Masalah.....                                                      | 42  |
| 3.3 Kajian Literatur .....                                                      | 42  |
| 3.4 Pengumpulan Data .....                                                      | 42  |
| 3.5 Pengolahan Data.....                                                        | 43  |
| 3.5.1 Pemodelan Penentuan Jumlah Produksi menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> ..... | 43  |
| 3.5.2 Optimasi menggunakan Algoritma Genetika .....                             | 45  |
| 3.6 Hasil dan Pembahasan.....                                                   | 49  |
| 3.7 Kesimpulan dan Saran.....                                                   | 49  |
| BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....                                     | 51  |
| 4.1 Pengumpulan Data .....                                                      | 51  |
| 4.1.1 Data Produksi.....                                                        | 51  |
| 4.1.2 Data Biaya.....                                                           | 52  |
| 4.2 Pengolahan Data.....                                                        | 54  |
| 4.2.1 <i>Continuous Review System</i> .....                                     | 54  |
| 4.2.2 Pemodelan Logika <i>Fuzzy</i> .....                                       | 61  |
| 4.2.3 Algoritma Genetika.....                                                   | 80  |
| BAB V PEMBAHASAN .....                                                          | 94  |
| 5.1 Pembahasan.....                                                             | 94  |
| BAB VI PENUTUP .....                                                            | 96  |
| 6.1 Kesimpulan.....                                                             | 96  |
| 6.2 Saran.....                                                                  | 97  |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                            | 98  |
| LAMPIRAN.....                                                                   | 102 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan .....                        | 46 |
| Tabel 3.2 Nilai Gen Tiap Kromosom Bakpia Kacang Hijau .....                        | 46 |
| Tabel 3.3 Nilai Gen Tiap Kromosom Bakpia Keju .....                                | 47 |
| Tabel 3.4 Nilai Gen Tiap Kromosom Bakpia Cokelat.....                              | 47 |
| Tabel 4.1 Biaya Pesan.....                                                         | 52 |
| Tabel 4.2 Biaya Kekurangan .....                                                   | 53 |
| Tabel 4.3 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Kacang Hijau.....     | 54 |
| Tabel 4.4 Hasil Iterasi Bakpia Kacang Hijau .....                                  | 56 |
| Tabel 4.5 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Keju .....            | 56 |
| Tabel 4.6 Hasil Iterasi Bakpia Keju .....                                          | 58 |
| Tabel 4.7 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Cokelat .....         | 59 |
| Tabel 4.8 Hasil Iterasi Bakpia Cokelat .....                                       | 61 |
| Tabel 4.9 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Kacang Hijau (AG) ... | 81 |
| Tabel 4.10 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Keju (AG).....       | 82 |
| Tabel 4.11 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Cokelat (AG).....    | 83 |
| Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Kacang Hijau .....      | 88 |
| Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Keju .....              | 89 |
| Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Cokelat.....            | 91 |
| Tabel 4.15 Total Biaya Persediaan Keseluruhan .....                                | 93 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 <i>Continuous Review System</i> .....                                               | 12 |
| Gambar 2.2 Kurva Linear Naik .....                                                             | 16 |
| Gambar 2.3 Kurva Linear Turun .....                                                            | 17 |
| Gambar 2.4 Kurva Segitiga .....                                                                | 17 |
| Gambar 2.5 Kurva Trapesium .....                                                               | 18 |
| Gambar 2.6 Kurva S Pertumbuhan .....                                                           | 19 |
| Gambar 2.7 Kurva S Penyusutan .....                                                            | 20 |
| Gambar 2.8 Kurva <i>Phi</i> .....                                                              | 21 |
| Gambar 2.9 Kurva <i>Beta</i> .....                                                             | 22 |
| Gambar 2.10 Kurva <i>Gauss</i> .....                                                           | 22 |
| Gambar 2.11 Defuzzifikasi Metode <i>Centroid</i> .....                                         | 26 |
| Gambar 2.12 Ilustrasi Penyelesaian Permasalahan dalam Algoritma Genetika .....                 | 30 |
| Gambar 2.13 Struktur Umum Algoritma Genetika .....                                             | 31 |
| Gambar 2.14 Proses <i>Crossover</i> .....                                                      | 33 |
| Gambar 2.15 Contoh <i>Crossover</i> Satu Titik .....                                           | 34 |
| Gambar 2.16 Contoh <i>Crossover</i> Dua Titik.....                                             | 34 |
| Gambar 2.17 Proses Mutasi .....                                                                | 35 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....                                                       | 41 |
| Gambar 3.2 Desain Kromosom <i>Order Quantity</i> Bakpia Kacang Hijau .....                     | 46 |
| Gambar 3.3 Desain Kromosom <i>Reorder Point</i> Bakpia Kacang Hijau .....                      | 47 |
| Gambar 3.4 Desain Kromosom <i>Order Quantity</i> Bakpia Keju.....                              | 47 |
| Gambar 3.5 Desain Kromosom <i>Reorder Point</i> Bakpia Keju.....                               | 47 |
| Gambar 3.6 Desain Kromosom <i>Order Quantity</i> Bakpia Cokelat.....                           | 48 |
| Gambar 3.7 Desain Kromosom <i>Reorder Point</i> Bakpia Cokelat .....                           | 48 |
| Gambar 4.1 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Permintaan Bakpia Kacang Hijau ..  | 64 |
| Gambar 4.2 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Persediaan Bakpia Kacang Hijau ... | 65 |
| Gambar 4.3 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Indeks Musiman Kacang Hijau .....  | 66 |
| Gambar 4.4 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Output</i> Jumlah Produksi Kacang Hijau ...  | 66 |
| Gambar 4.5 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Permintaan Bakpia Keju.....        | 67 |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.6 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Persediaan Bakpia Keju .....       | 68 |
| Gambar 4.7 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Indeks Musiman Bakpia Keju .....   | 68 |
| Gambar 4.8 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Output</i> Jumlah Produksi Bakpia Keju ..... | 69 |
| Gambar 4.9 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Permintaan Bakpia Cokelat .....    | 70 |
| Gambar 4.10 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Persediaan Bakpia Cokelat .....   | 71 |
| Gambar 4.11 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Input</i> Indeks Musiman B.Cokelat .....    | 71 |
| Gambar 4.12 <i>Membership Function</i> Variabel <i>Output</i> Jumlah Produksi B.Cokelat .....  | 72 |
| Gambar 4.13 Hasil <i>Subtractive Clustering</i> Radius 0,175 Bakpia Kacang Hijau .....         | 73 |
| Gambar 4.14 Hasil Genfis2 Radius 0,175 Bakpia Kacang Hijau .....                               | 74 |
| Gambar 4.15 <i>Fuzzy Rule</i> Bakpia Kacang Hijau .....                                        | 74 |
| Gambar 4.16 Hasil <i>Subtractive Clustering</i> Radius 0,175 Bakpia Keju .....                 | 75 |
| Gambar 4.17 Hasil Genfis2 Radius 0,175 Bakpia Keju .....                                       | 76 |
| Gambar 4.18 <i>Fuzzy Rule</i> Bakpia Keju .....                                                | 76 |
| Gambar 4.19 Hasil <i>Subtractive Clustering</i> Radius 0,175 Bakpia Cokelat .....              | 77 |
| Gambar 4.20 Hasil Genfis2 Radius 0,175 Bakpia Cokelat .....                                    | 78 |
| Gambar 4.21 <i>Fuzzy Rule</i> Bakpia Cokelat .....                                             | 78 |
| Gambar 4.22 Hasil Defuzzyfikasi Bakpia Kacang Hijau .....                                      | 79 |
| Gambar 4.23 Hasil Defuzzyfikasi Bakpia Keju .....                                              | 80 |
| Gambar 4.24 Hasil Defuzzyfikasi Bakpia Cokelat .....                                           | 80 |
| Gambar 4.25 <i>Crossover</i> .....                                                             | 85 |
| Gambar 4.26 <i>Mutasi</i> .....                                                                | 86 |
| Gambar 4.27 Hasil Pengolahan Algoritma Genetika Bakpia Kacang Hijau .....                      | 87 |
| Gambar 4.28 Grafik Kekuatan <i>Fitness</i> Bakpia Kacang Hijau .....                           | 87 |
| Gambar 4.29 Grafik <i>Continuous Review System</i> Bakpia Kacang Hijau .....                   | 88 |
| Gambar 4.30 Hasil Pengolahan Algoritma Genetika Bakpia Keju .....                              | 89 |
| Gambar 4.31 Grafik Kekuatan <i>Fitness</i> Bakpia Keju .....                                   | 89 |
| Gambar 4.32 Grafik <i>Continuous Review System</i> Bakpia Keju .....                           | 90 |
| Gambar 4.33 Hasil Pengolahan Algoritma Genetika Bakpia Cokelat .....                           | 91 |
| Gambar 4.34 Grafik Kekuatan <i>Fitness</i> Bakpia Cokelat .....                                | 91 |
| Gambar 4.35 Grafik <i>Continuous Review System</i> Bakpia Cokelat .....                        | 92 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam sebuah perusahaan, terdapat beberapa aspek yang diperhatikan dalam operasi bisnis, salah satunya yaitu persediaan (Yamit, 2003). Persediaan adalah asset yang penting bagi perusahaan dalam memenuhi permintaan pelanggan (Jauhari, 2008). Di satu sisi, perusahaan menginginkan biaya produksi yang seminimal mungkin. Namun di sisi lain, perusahaan juga harus mempunyai *stock* untuk menghindari kekurangan atau bahkan kehabisan persediaan hingga dapat mengganggu jalannya proses bisnis (Anggaran, 2013).

Tanpa adanya persediaan, maka perusahaan akan menghadapi resiko bahwa pada titik waktu tertentu tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. Namun jika persediaan tersebut berlebih, maka akan meningkatkan *inventory* sehingga *holding cost* pun semakin besar (Septadianti et al., 2013). Permasalahan tersebut membutuhkan kebijakan persediaan untuk dapat mengendalikan persediaan perusahaan agar tidak melebihi maupun kekurangan persediaan. Masalah persediaan menjadi kompleks jika dihadapkan pada kondisi ketidakpastian (Hadiguna, 2009).

Baroto (2002) mengemukakan bahwa terjadinya persediaan disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain mekanisme pemenuhan permintaan pelanggan, tindakan *preventif* atas ketidakpastian serta peramalan (*forecast*) dengan tujuan mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa mendatang. Dalam pemenuhan permintaan, barang tersebut tidak dapat langsung dipenuhi jika barang yang diminta belum tersedia. Hal ini menyebabkan perlunya waktu untuk pembuatan serta pengiriman barang. Jumlah permintaan yang tidak tetap, waktu kedatangan bahan baku dan pengiriman serta *leadtime* yang tidak pasti merupakan beberapa hal yang

menyebabkan perlunya persediaan agar dapat memenuhi permintaan tanpa kehabisan *stock*.

Terdapat beberapa jenis persediaan antara lain persediaan bahan baku, barang setengah jadi, barang jadi, barang umum dan suku cadang, barang untuk proyek dan barang dagangan (Indrajit & Djokopranoto, 2003). Pada penelitian ini, persediaan yang dimaksud berupa *finished products* atau persediaan barang jadi. Persediaan barang jadi pada penelitian ini yaitu bakpia. Bakpia merupakan makanan dengan *durability* atau waktu ketahanan yang terbatas serta bersifat *perishable* atau mudah rusak. Produk jenis ini mengalami penurunan mutu atau terdeteriorasi dengan waktu yang relatif cepat karena produk ini tidak dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama serta mudah rusak atau *perishable*. Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian persediaan terhadap produk jenis ini agar produk yang dihasilkan dapat diproduksi secara optimal serta untuk meminimasi total biaya persediaan. Jika terlalu banyak persediaannya, maka memungkinkan produk tersebut terdeteriorasi atau mengalami penurunan mutu melebihi waktu ketahanan (kadaluarsa) ataupun rusak karena sifat barang yang *perishable*. Selain itu, kelebihan persediaan juga akan mengakibatkan pembengkakan total biaya persediaan. Namun jika terlalu sedikit persediaannya, maka kemungkinan pada titik waktu tertentu perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Duong et al. (2015) menjelaskan tentang pentingnya mengendalikan produksi dengan jenis produk yang mudah rusak dalam industri ritel dan kehidupan sehari-hari. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa produksi untuk produk yang mudah rusak memiliki resiko jika berlebihan dalam produksinya. Resiko jika produksi terlalu berlebih dapat menimbulkan produk makanan terbuang akibat produk tersebut rusak. Namun jika perusahaan memproduksi produk dengan jumlah yang lebih sedikit dibanding permintaan, maka industri tersebut tidak dapat memenuhi permintaan. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan persediaan untuk mengendalikan proses produksi agar berjalan optimal.

Pada penelitian ini, pengendalian persediaan *finished products* pada produksi bakpia dilakukan di industri penghasil bakpia yang berada di Yogyakarta yaitu Bakpiapia Djogja. Industri bakpia ini berpusat di Bayeman Permai, Ruko No. 4, Jalan Wates Km. 3,

Yogyakarta. Penelitian dilakukan di Yogyakarta karena kota ini terkenal akan oleh-oleh khasnya yaitu bakpia. Yogyakarta sebagai kota pariwisata dengan pengunjung yang banyak berpotensi banyaknya juga permintaan akan oleh-oleh khas kota ini. Permintaan bakpia rata-rata di Yogyakarta terbilang cukup tinggi (Pamungkas et al., 2014). Oleh karena itu, penting untuk dilakukan pengendalian persediaan agar nantinya dapat meningkatkan pendapatan.

Bakpiapia Djogja memiliki tujuh *outlet* yang tersebar di beberapa daerah di Yogyakarta. Untuk memenuhi permintaan dari tujuh *outlet* tersebut, Bakpiapia Djogja setiap harinya memproduksi bakpia dengan berbagai varian rasa, mulai dari kacang hijau, keju, coklat dan sebagainya. Bakpiapia Djogja tidak selalu konstan dalam jumlah produksinya. Jumlah produksinya bergantung dari persediaan, permintaan dari tiap *outlet* dan musiman hari tersebut.

Bakpia produksi Bakpiapia Djogja memiliki waktu kadaluarsa yang cukup singkat hanya dalam hitungan hari. Jika dalam waktu kurang dari tiga hari (H-3) sebelum waktu kadaluarsa belum terjual, maka bakpia tersebut akan ditarik kembali. Hal ini dilakukan karena bakpia merupakan produk buah tangan sehingga belum pasti akan dikonsumsi secara langsung oleh konsumen di hari konsumen tersebut membeli. Permintaan dan musiman yang tidak konstan mengharuskan perlu adanya persediaan bakpia. Namun, tak jarang pula Bakpiapia Djogja melakukan penarikan produk dengan jumlah yang tidak sedikit.

Dalam pengendalian persediaan terdapat berbagai macam metode. Pada penelitian ini digunakan metode *Continuous Review System*. Metode ini merupakan metode yang dapat mengendalikan tingkat persediaan secara terus-menerus dengan pemesanan jika sudah mencapai titik *reorder point* hingga pada tingkat persediaan maksimal (Verawaty et al., 2015). Kelebihan metode ini yaitu sedikitnya jumlah *stock* karena dilakukan pengontrolan barang secara kontinyu (Rochman & Yadrifil, 2013). Metode ini sesuai untuk kasus pada penelitian ini. Hal ini dikarenakan metode ini digunakan untuk meminimalisir resiko terlalu berlebihnya persediaan bakpia sekaligus meminimalisir resiko kehabisan barang atau *stock out*.

Dalam membangun model prediksi untuk menentukan jumlah bakpia yang diproduksi, penelitian ini menggunakan model Logika *Fuzzy*. Logika *Fuzzy* merupakan sebuah metode penghitungan dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) (Septadianti et al., 2013). Dalam penelitian ini, Logika *Fuzzy* dapat digunakan untuk menganalisa ketidakpastian persediaan. Ketidakpastian tersebut antara lain jumlah permintaan dan pasokan yang tidak pasti (Septadianti et al., 2013). Dengan menggunakan Logika *Fuzzy*, maka dapat ditentukan jumlah bakpia yang diproduksi. Logika *Fuzzy* digunakan dalam penelitian ini karena memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak pasti, mudah dimengerti, sangat fleksibel serta dapat memodelkan fungsi nonlinear yang kompleks (Kusumadewi S. , 2002).

Dalam pencarian nilai optimal pada persediaan, model matematis dapat memakan waktu yang lama dan terasa sangat rumit. Oleh karena itu, digunakan metode heuristik dalam pencarian nilai optimal pada persediaan. Algoritma Genetika (AG) merupakan metode yang digunakan untuk mengoptimasi persediaan pada studi kasus ini agar didapatkan hasil persediaan yang optimal (Ramuna & Mahmudy, 2015). Dengan menggunakan Algoritma Genetika, maka *output* yang didapatkan yaitu *order quantity* bakpia, total biaya persediaan yang optimal serta *reorder point* untuk bakpia tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana membangun model prediksi dalam menentukan jumlah bakpia yang diproduksi?
- b. Berapa *order quantity* dan *reorder point* yang optimal jika dioptimasi dengan Algoritma Genetika?
- c. Bagaimana pengaruh optimalisasi terhadap total biaya persediaan bakpia?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan agar penelitian ini lebih terfokus adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya meneliti tentang persediaan produk terdeteriorasi menggunakan metode *Continuous Review System* dengan model *Fuzzy* yang dioptimalkan dengan Algoritma Genetika tanpa membandingkan dengan metode lain.
- b. Penelitian ini tidak memperhatikan inflasi ataupun isu ekonomi lainnya.
- c. Dalam penelitian ini, bahan baku diasumsikan selalu tersedia.
- d. Data yang digunakan yaitu data selama tahun 2015 dan tidak memperhatikan data sebelum maupun sesudahnya.
- e. Objek penelitian ini hanya bakpia *single* yaitu bakpia kacang hijau, bakpia keju dan bakpia coklat.
- f. Semua data biaya yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang digunakan oleh perusahaan.
- g. Hasil penelitian ini hanya sebagai referensi bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Membangun suatu model prediksi dalam menentukan jumlah bakpia yang diproduksi.
- b. Menentukan *order quantity* dan *reorder point* yang optimal jika dioptimasi dengan Algoritma Genetika.
- c. Mengetahui pengaruh yang terjadi terhadap total biaya persediaan bakpia.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai beberapa manfaat yaitu:

- a. Dengan mengetahui model pengendalian persediaan, maka dapat memberikan kemudahan dalam menentukan berapa jumlah bakpia yang akan diproduksi.
- b. Dapat mengetahui pengaruh yang terjadi dari optimalisasi produksi terhadap total biaya persediaan bakpia.
- c. Menambah wawasan tentang model persediaan sebagai referensi untuk dilakukan penelitian selanjutnya.

## 1.6 Struktur Penelitian

Penelitian ini disusun secara sistematis dalam beberapa bab dengan rincian sebagai berikut:

### **BAB I        PENDAHULUAN**

Bab ini akan menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah yang dihadapi, batasan masalah yang digunakan, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB II       KAJIAN LITERATUR**

Bab ini berisi dasar-dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan serta hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

### **BAB III      METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang diagram alir penelitian, tata cara dan tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

### **BAB IV      PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi tentang cara pengumpulan data yang akan diolah sesuai dengan penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat. Bab ini menjadi acuan untuk pembahasan hasil yang akan dibahas pada bab selanjutnya.

**BAB V            PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pembahasan kritis terhadap hasil yang diperoleh dari data-data selama penelitian untuk dijadikan sebagai dasar dalam usulan penelitian selanjutnya.

**BAB VI            PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan terhadap analisis yang dibuat untuk menjawab permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Bab ini juga berisi saran yang diberikan kepada perusahaan dan para peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan dan mengembangkan penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Kajian Deduktif

##### 2.1.1 Persediaan

Persediaan merupakan barang yang disimpan lalu dijual atau digunakan pada masa mendatang (Kusuma, 2009). Perencanaan persediaan merupakan hal yang harus diperhatikan dalam proses produksi perusahaan agar perusahaan dapat selalu memenuhi permintaan pelanggan (Jauhari, 2008). Perencanaan perusahaan digunakan untuk menekan biaya produksi yang seminimal mungkin serta untuk menghindari kekurangan persediaan hingga dapat mengganggu jalannya proses bisnis (Anggaran, 2013). Persediaan tersebut perlu dikendalikan dalam proses produksinya. Jika perusahaan kekurangan atau bahkan tidak memiliki persediaan, maka perusahaan beresiko pada titik waktu tertentu tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. Sebaliknya, jika perusahaan memiliki persediaan yang berlebih, maka hal tersebut dapat meningkatkan *stock inventory* sehingga *holding cost* pun semakin besar (Septadiani et al., 2013). Oleh karena itu, maka perlu adanya kebijakan persediaan untuk mengendalikan persediaan perusahaan.

Persediaan mempunyai beberapa jenis, di antaranya yaitu (Indrajit & Djokopranoto, 2003):

- a. Bahan baku (*raw materials*), merupakan bahan mentah kemudian diolah menjadi barang jadi ataupun barang setengah jadi.
- b. Barang setengah jadi (*semi finished products*), merupakan bahan mentah yang sudah mengalami proses produksi sebelum menjadi barang jadi. Sebagian barang setengah jadi memerlukan proses lebih lanjut agar menjadi barang jadi, kadang sebagian lagi barang setengah jadi tersebut dijual untuk bahan baku perusahaan lain.

- c. Barang jadi (*finished product*), merupakan barang yang sudah selesai diproses untuk dijual.
- d. Barang umum dan suku cadang (*general materials and spare parts*), merupakan jenis barang atau suku cadang yang digunakan untuk menjalankan dan pemeliharaan peralatan yang digunakan dalam sebuah perusahaan.
- e. Barang untuk proyek (*work in progress*), merupakan barang yang ditumpuk menunggu diproses/dipasang dalam proyek baru.
- f. Barang dagangan (*commodities*), merupakan barang yang dibeli berupa barang jadi untuk disimpan lalu dijual kembali.

Menurut Baroto (2002), persediaan timbul karena beberapa hal antara lain:

- a. Mekanisme pemenuhan permintaan. Pemenuhan permintaan ini tidak dapat langsung tersedia karena barang belum tersedia sebelumnya. Dalam pemenuhan permintaan barang tersebut, diperlukan waktu untuk pengadaan barang yang diminta oleh pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan persediaan untuk memenuhi permintaan pelanggan.
- b. Meminimalisir ketidakpastian. Penyebab dari ketidakpastian disebabkan oleh permintaan yang bervariasi dengan jumlah dan waktu yang juga tidak pasti. Selain itu, penyebab lainnya yaitu *lead time* atau waktu tenggang yang tidak pasti serta waktu proses produksi barang yang cenderung tidak konstan antara satu produk dengan yang lainnya. Untuk meminimalisir ketidakpastian tersebut, maka diperlukan persediaan agar permintaan pelanggan dapat terpenuhi.
- c. Meramalkan keuntungan dari kenaikan harga di masa mendatang. Spekulasi harga di masa mendatang dilakukan untuk mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa mendatang, sehingga diperlukan persediaan untuk memperoleh keuntungan di masa mendatang.

Baroto (2002) juga mengemukakan bahwa persediaan yang dikendalikan dapat meningkatkan efisiensi produksi. Hal ini dapat tercapai jika fungsi persediaan dapat dioptimalkan. Beberapa fungsi persediaan menurut Baroto yaitu:

- a. Fungsi independensi. Agar proses produksi dapat berjalan tanpa bergantung permintaan pasar serta distribusi dari *supplier* yang tidak pasti, maka persediaan harus terpenuhi.

- b. Fungsi ekonomis. Pada kondisi tertentu, memproduksi dengan jumlah tertentu (*lot*) akan lebih meminimalisir biaya *set up* produksi dibanding dengan hanya memproduksi sesuai permintaan. Oleh karena itu, perlu dilakukannya penentuan jumlah produksi yang optimal dengan ditentukan oleh struktur biaya *set up* dan biaya penyimpanan barang. Selain itu, membeli dengan jumlah tertentu dilihat lebih ekonomis dibandingkan dengan membeli sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, persediaan diperlukan sebagai tindakan yang ekonomis.
- c. Fungsi antisipasi. Permintaan pelanggan yang cenderung fluktuatif dapat diantisipasi dengan adanya persediaan.
- d. Fungsi fleksibilitas. Jika pada proses produksi mengalami kerusakan pada tahap tertentu, maka diperlukan waktu untuk memperbaikinya sehingga proses produksi terhenti. Persediaan barang setengah jadi dapat menjadi solusi untuk kasus ini agar proses produksi dapat berjalan lancar.

Biaya pada sistem persediaan adalah semua pengeluaran maupun kerugian yang terjadi akibat dari adanya persediaan (Nasution & Prasetyawan, 2008). Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008), terdapat beberapa biaya dalam sistem persediaan antara lain:

- a. Biaya pembelian (*purchasing cost*), merupakan biaya untuk pembelian barang. Biaya ini merupakan faktor penting ketika harga barang yang dibeli ditentukan oleh jumlah barang yang akan dibeli atau biasa disebut *quantity discount* atau *price break*. *Quantity discount* yang dimaksud yaitu harga barang per unit akan turun jika jumlah barang yang akan dibeli meningkat. Dalam beberapa teori persediaan, biaya pembelian tidak dimasukkan pada total biaya sistem persediaan karena diasumsikan bahwa harga barang per unit tidak dipengaruhi oleh jumlah barang yang dibeli sehingga biaya pembelian dalam periode tertentu konstan. Hal tersebut tidak mempengaruhi banyaknya barang yang harus dipesan.
- b. Biaya pengadaan (*procurement cost*), merupakan biaya yang digunakan untuk pengadaan barang dalam produksinya. Biaya ini terdiri dari 2 jenis berdasarkan asal barang yaitu biaya pemesanan dan biaya pembuatan.
  - 1. Biaya pemesanan (*ordering cost*), merupakan biaya pengadaan barang dari luar perusahaan. Biaya ini diasumsikan konstan dalam tiap pemesanannya. Biaya dalam pemesanan meliputi biaya menentukan *supplier*, pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya transportasi, biaya penerimaan dan lain sebagainya.

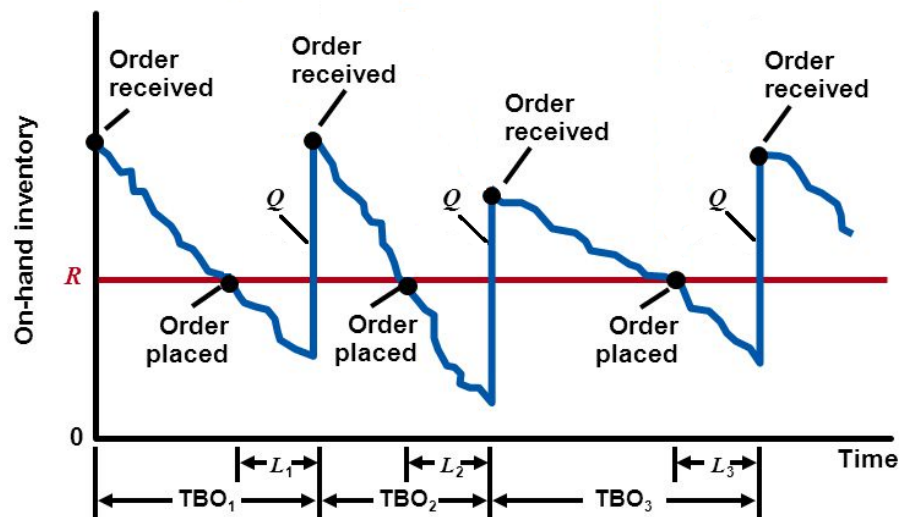
2. Biaya pembuatan (*set up cost*), merupakan biaya untuk mempersiapkan produksi barang. Biaya ini meliputi biaya menyusun peralatan produksi, *set up* mesin, persiapan gambar kerja dan lain sebagainya.
- c. Biaya penyimpanan (*holding cost*), merupakan biaya untuk menyimpan barang. Biaya penyimpanan meliputi biaya memiliki persediaan, biaya gudang, biaya kerusakan dan penyusutan (depresiasi), biaya kadaluarsa, biaya asuransi, biaya administrasi dan pemindahan. Diasumsikan biaya penyimpanan per unit linear terhadap jumlah barang yang disimpan.
- d. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*). Jika perusahaan kehabisan barang di saat terdapat permintaan, maka akan terjadi *stock out* yang dapat menimbulkan kerugian akibat kehilangan pelanggan karena permintaan barang tidak terpenuhi serta proses produksi yang terhambat. Biaya ini dapat dihitung dari kuantitas barang yang tidak terpenuhi, waktu pemenuhan dan biaya pengadaan darurat.

Pengendalian persediaan terbagi menjadi 2 jenis model (Pujawan, 2005), yaitu:

- a. Bersifat deterministik, di mana parameter yang mempengaruhi persediaan dapat diketahui dengan pasti dengan *lead time* yang diasumsikan selalu tetap.
- b. Bersifat probabilistik, di mana parameter yang mempengaruhi persediaan nilainya tidak pasti dan sifatnya hanya perkiraan atau estimasi seperti permintaan, *lead time*, *holding cost*, biaya kekurangan persediaan dan harga barang.

### 2.1.2 Continuous Review System

Menurut Ginting (2007), salah satu metode yang digunakan dalam model pengendalian probabilistik yaitu *Continuous Review System*. Metode ini merupakan metode yang dapat mengendalikan tingkat persediaan secara terus-menerus dengan pemesanan jika sudah mencapai titik *reorder point* (titik pemesanan kembali) atau di bawahnya (Verawaty et al., 2015). Metode *Continuous Review System* mempunyai kelebihan, yaitu sedikitnya jumlah persediaan. Hal ini menyebabkan semakin kecil pula kemungkinan barang terbuang atau tak terpakai (Rochman & Yadrifil, 2013). Namun, kekurangan pada metode ini yaitu biaya pengamatan lebih tinggi dibandingkan *Periodic Review System* serta tenaga kerja yang dibutuhkan dapat berubah sewaktu-waktu. Metode ini dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Continuous Review System*

Metode *Continuous Review System* memiliki waktu atau periode pemesanan ulang yang berbeda-beda bergantung dari jumlah persediaan yang ada. Metode ini juga menggunakan *order quantity* atau jumlah pemesanan dengan nilai yang tetap atau konstan tiap pemesanannya. Pemesanan ulang dilakukan ketika sudah mencapai titik *reorder point* atau di bawahnya (Verawaty et al., 2015).

Dalam metode *Continuous Review System*, terdapat beberapa perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan *output*. *Output* dalam metode ini yaitu *reorder point*, *order quantity* dan *total cost* (Verawaty et al., 2015). Beberapa rumusan dalam metode *Continuous Review System* yang dikutip dari Alwi (2005) adalah sebagai berikut.

Untuk mendapatkan jumlah awal pemesanan per siklus dapat dicari menggunakan Persamaan 2.1.

$$Q_o = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Di mana:

- $Q_o$  = Jumlah awal pemesanan tiap siklus
- $A$  = Biaya pesan (per sekali pesan)
- $D$  = Rata-rata permintaan (kotak per hari)
- $h$  = Biaya simpan (per kotak per hari)

Untuk mendapatkan jumlah pemesanan tiap siklus yang optimal dapat digunakan Persamaan 2.2.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(A+\pi\bar{S}(x))}{h}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Di mana:

- $Q^*$  = Jumlah pemesanan tiap siklus optimal
- $A$  = Biaya pesan (per sekali pesan)
- $D$  = Rata-rata permintaan (kotak per hari)
- $h$  = Biaya simpan (per kotak per hari)
- $\pi$  = Biaya kekurangan persediaan (per kotak)
- $\bar{S}(x)$  = Ekspektasi jumlah kekurangan per siklus

Untuk mendapatkan *reorder point* dapat dicari menggunakan Persamaan 2.3.

$$\int_r^\infty f(x)dx = \frac{hQ^*}{\pi D} \dots\dots\dots(2.3)$$

Di mana:

- $r$  = *Reorder point*
- $h$  = Biaya simpan (per kotak per hari)
- $Q^*$  = Jumlah pemesanan tiap siklus optimal
- $\pi$  = Biaya kekurangan persediaan (per kotak)
- $D$  = Rata-rata permintaan (kotak per hari)

Ekspektasi jumlah kekurangan dapat dicari menggunakan Persamaan 2.4.

$$\bar{S}(x) = \int_0^\infty S(x)f(x)dx = \int_r^\infty (x-r)f(x)dx \dots\dots\dots(2.4)$$

Di mana:

- $\bar{S}(x)$  = Ekspektasi jumlah kekurangan per siklus
- $S(x)$  = Jumlah kekurangan per siklus
- $r$  = *Reorder point*

Untuk total biaya *inventory* dapat dicari menggunakan Persamaan 2.5 berikut ini.

$$TC(Q, r) = \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - Dl + \bar{S}(x) \right) + \pi \frac{D}{Q} \bar{S}(x) \dots \dots \dots (2.5)$$

Di mana:

|              |                                           |
|--------------|-------------------------------------------|
| $TC(Q, r)$   | = Total biaya <i>inventory</i>            |
| $A$          | = Biaya pesan (per sekali pesan)          |
| $D$          | = Rata-rata permintaan (kotak per hari)   |
| $Dl$         | = Permintaan saat <i>leadtime</i>         |
| $Q$          | = Jumlah pemesanan tiap siklus            |
| $h$          | = Biaya simpan (per kotak per hari)       |
| $r$          | = <i>Reorder point</i>                    |
| $\pi$        | = Biaya kekurangan persediaan (per kotak) |
| $\bar{S}(x)$ | = Ekspektasi jumlah kekurangan per siklus |

*Demand* saat *leadtime* dapat dicari dengan Persamaan 2.6.

$$Dl = D \cdot l \dots \dots \dots (2.6)$$

Di mana:

|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| $Dl$ | = Permintaan saat <i>leadtime</i>       |
| $D$  | = Rata-rata permintaan (kotak per hari) |
| $l$  | = <i>Leadtime</i> (hari)                |

Untuk mencari berapa kali pemesanan dalam satu siklus periode, dapat digunakan Persamaan 2.7 berikut.

$$N = \frac{D}{Q} \dots \dots \dots (2.7)$$

Di mana:

|     |                                         |
|-----|-----------------------------------------|
| $N$ | = Frekuensi pemesanan                   |
| $D$ | = Rata-rata permintaan (kotak per hari) |
| $Q$ | = Jumlah pemesanan tiap siklus          |

### 2.1.3 Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* adalah suatu cara yang digunakan untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*, seperti seberapa cepat motor bergerak, apakah termasuk kategori cepat, sedang atau pelan (Kusumadewi S. , 2002). Untuk mengubah *input* menjadi *output* perlu adanya suatu metode atau *tools* yang harus memetakan *input* ke *output* yang sesuai. Terdapat beberapa metode yang digunakan, antara lain sistem *Fuzzy*, sistem linear, sistem pakar, jaringan syaraf, persamaan differensial, tabel interpolasi multi dimensi dan lain-lain (Kusumadewi, 2002).

Menurut Kusumadewi (2002), ada beberapa alasan mengapa menggunakan Logika *Fuzzy* antara lain:

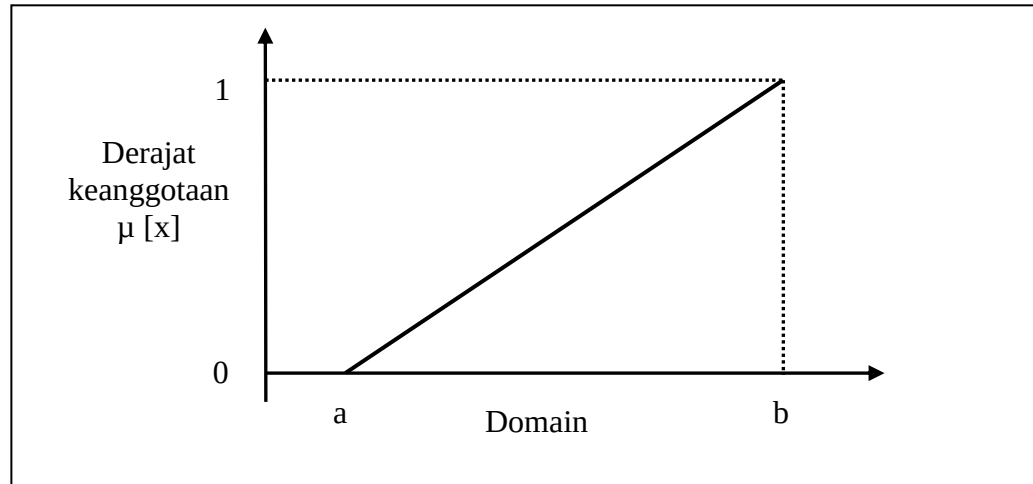
- a. Konsep Logika *Fuzzy* yang sangat sederhana dan mudah dimengerti.
- b. Logika *Fuzzy* sangat fleksibel.
- c. Logika *Fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat dan mengandung ketidakpastian.
- d. Logika *Fuzzy* mampu menjelaskan dengan cara memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- e. Logika *Fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- f. Logika *Fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- g. Logika *Fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

#### **2.1.4 Membership Function**

*Membership function* adalah suatu kurva yang menjelaskan mengenai pemetaan pada titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki *range* interval antara 0 sampai 1. *Range* interval tersebut dinamakan derajat keanggotaan. Titik-titik *input* data dalam *membership function* disebut *Fuzzy set* (Kusumadewi S. , 2002). Berikut dijelaskan mengenai fungsi keanggotaan dalam Logika *Fuzzy* (Kusumadewi S. , 2002).

- a. Representasi Linear, digambarkan seperti garis lurus. Kurva linear terbagi menjadi dua keadaan, yaitu kenaikan dan penurunan. Kurva linear naik dimulai

pada nilai domain dengan derajat keanggotaan nol, kemudian bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan lebih tinggi. Representasi kurva linear naik ditunjukkan oleh Gambar 2.2.

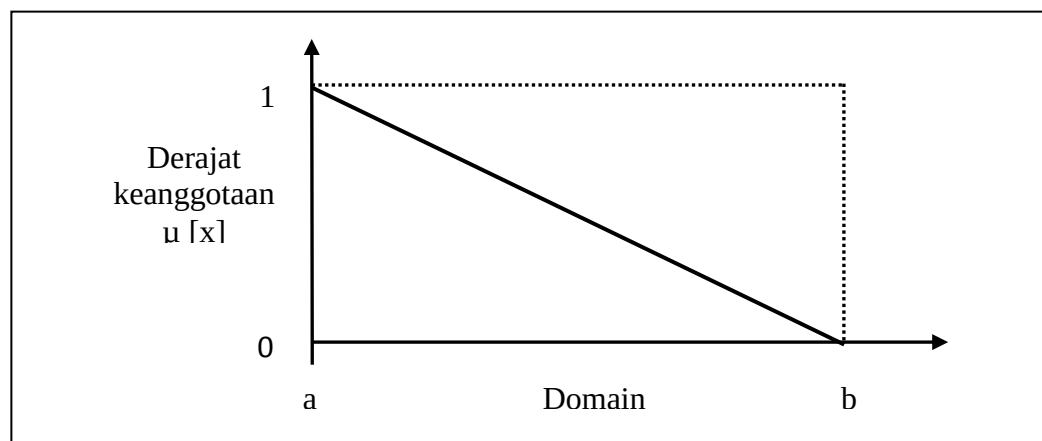


Gambar 2.2 Kurva Linear Naik

Berikut adalah Persamaan 2.8 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva linear naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.8)$$

Selain itu, terdapat juga kurva linear turun. Kurva linear turun dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih rendah. Representasi kurva linear turun ditunjukkan oleh Gambar 2.3.

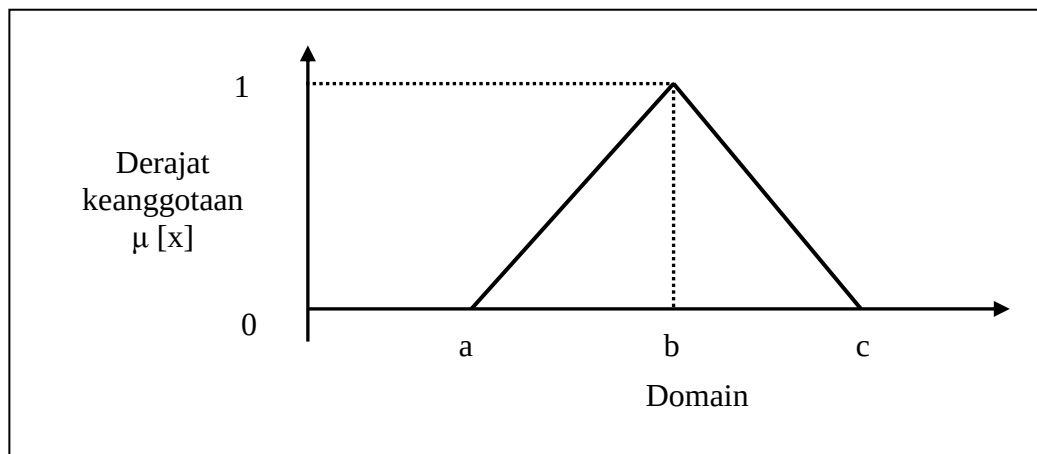


Gambar 2.3 Kurva Linear Turun

Berikut adalah Persamaan 2.9 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva linear turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.9)$$

- b. Representasi Kurva Segitiga, merupakan gabungan antara 2 garis (linear). Representasi kurva segitiga ditunjukkan oleh Gambar 2.4 berikut ini.

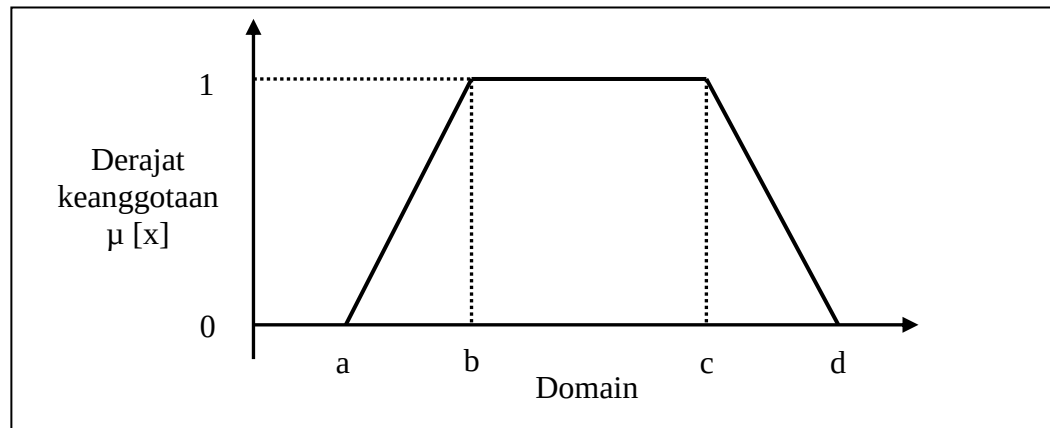


Gambar 2.4 Kurva Segitiga

Berikut adalah Persamaan 2.10 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva segitiga:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.10)$$

- c. Representasi Kurva Trapesium, adalah kurva seperti bentuk segitiga, akan tetapi terdapat beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 sehingga kurva akan membentuk trapesium. Representasi kurva trapesium ditunjukkan oleh Gambar 2.5 berikut ini.

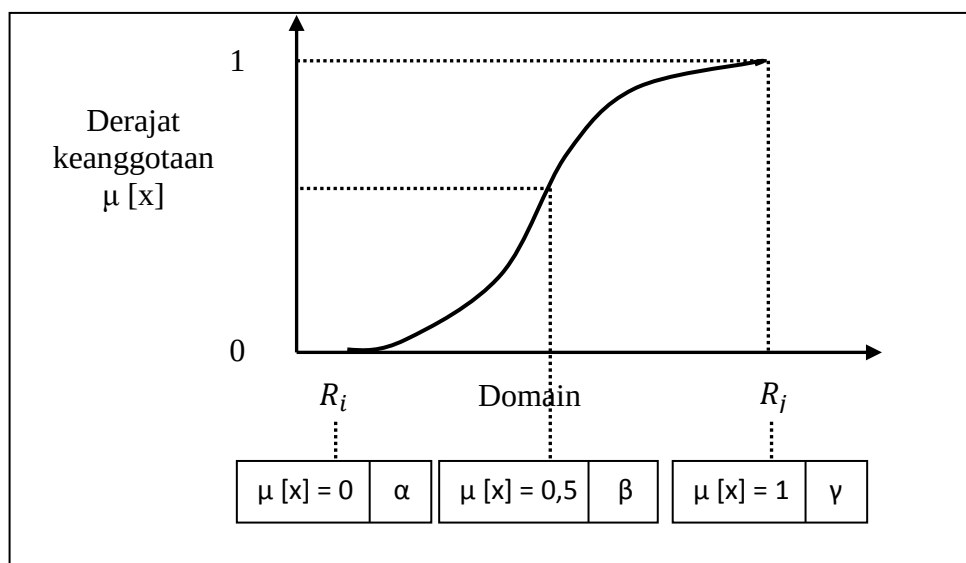


Gambar 2.5 Kurva Trapesium

Berikut adalah Persamaan 2.11 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva trapesium:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c) & x \geq d \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

- d. Representasi Kurva S terbagi menjadi dua keadaan, yaitu pertumbuhan dan penyusutan. Kurva S pertumbuhan dan penyusutan ini terjadi secara tidak linear. Kurva S pertumbuhan dimulai pada nilai domain dengan derajat keanggotaan nol, kemudian bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan lebih tinggi. Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya (titik infleksi). Representasi kurva S pertumbuhan ditunjukkan oleh Gambar 2.6 berikut ini.

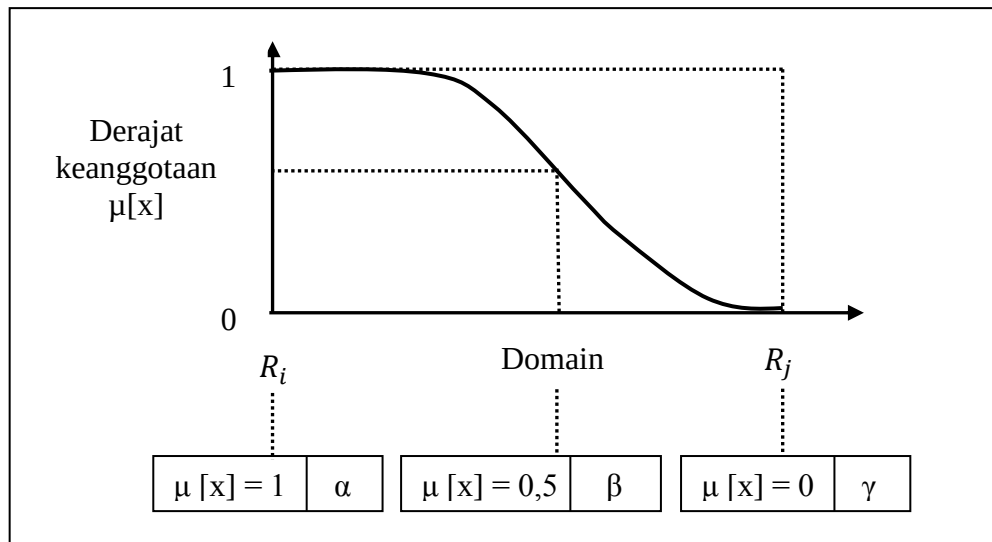


Gambar 2.6 Kurva S Pertumbuhan

Berikut adalah Persamaan 2.12 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva S pertumbuhan:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; & x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2; & \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2; & \beta \leq x \leq \gamma \\ 1; & x \geq \gamma \end{cases} \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Selain itu, terdapat kurva S penyusutan. Kurva ini merupakan kebalikan dari kurva S pertumbuhan yang dimulai pada nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi, kemudian bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih rendah. Representasi kurva S penyusutan ditunjukkan oleh Gambar 2.7 berikut ini.



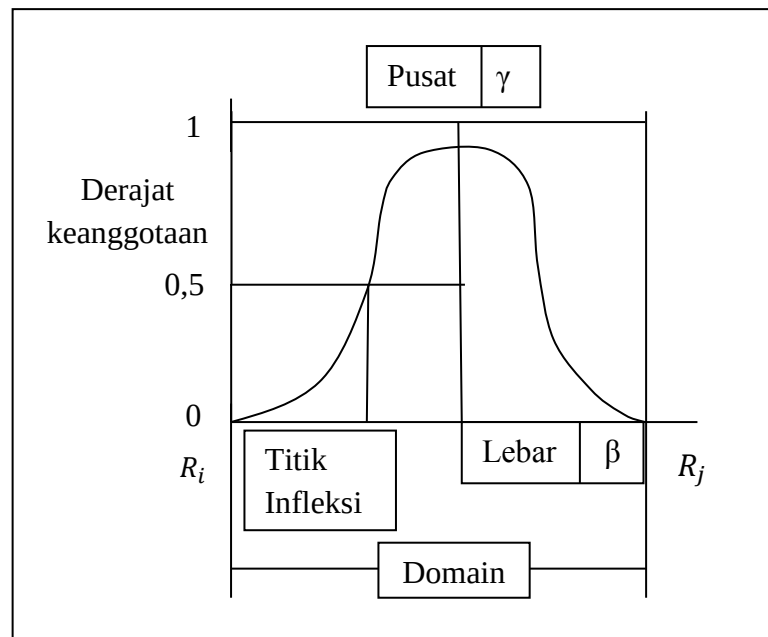
Gambar 2.7 Kurva S Penyusutan

Berikut adalah Persamaan 2.13 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva S penyusutan:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1; & x \leq \alpha \\ 1 - 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2; & \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2; & \beta \leq x \leq \gamma \\ 0; & x \geq \gamma \end{cases} \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

- e. Representasi Kurva Bentuk Lonceng (*Bell Curve*), adalah kurva berbentuk lonceng. Kurva ini terbagi menjadi tiga, yaitu kurva *Phi*, *Beta* dan *Gauss*. Perbedaan ketiga kurva tersebut terletak pada gradiennya. Pada kurva *Phi*,

derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain  $\gamma$  dan lebar  $\beta$ . Representasi kurva *Phi* ditunjukkan oleh Gambar 2.8 berikut ini.

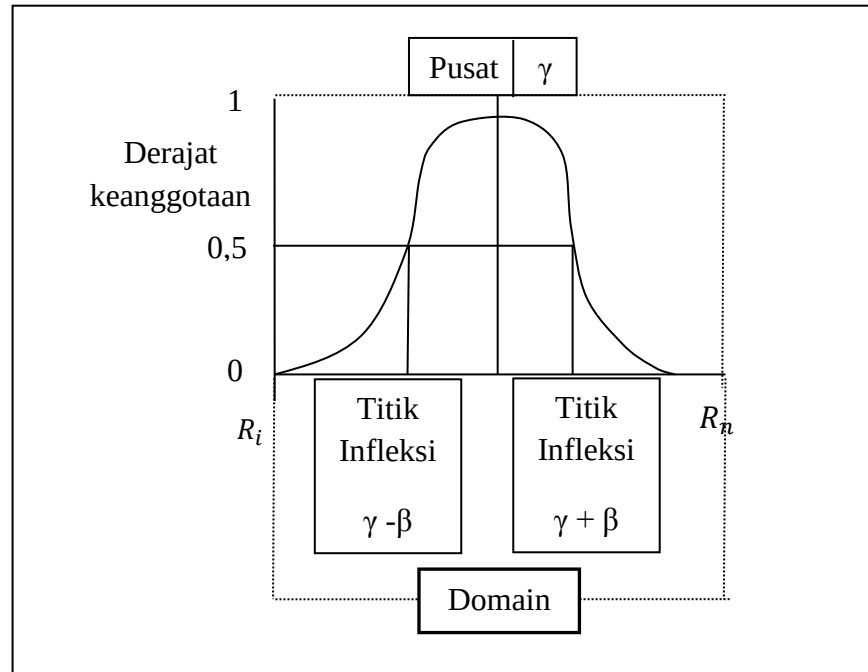


Gambar 2.8 Kurva *Phi*

Berikut adalah Persamaan 2.14 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva *Phi*:

$$\Pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S(x; \gamma - \beta, \gamma - \beta/2, \gamma); & x \leq \gamma \\ 1 - S(x; \gamma, \gamma + \beta/2, \gamma + \beta); & x > \gamma \end{cases} \quad \text{.....(2.14)}$$

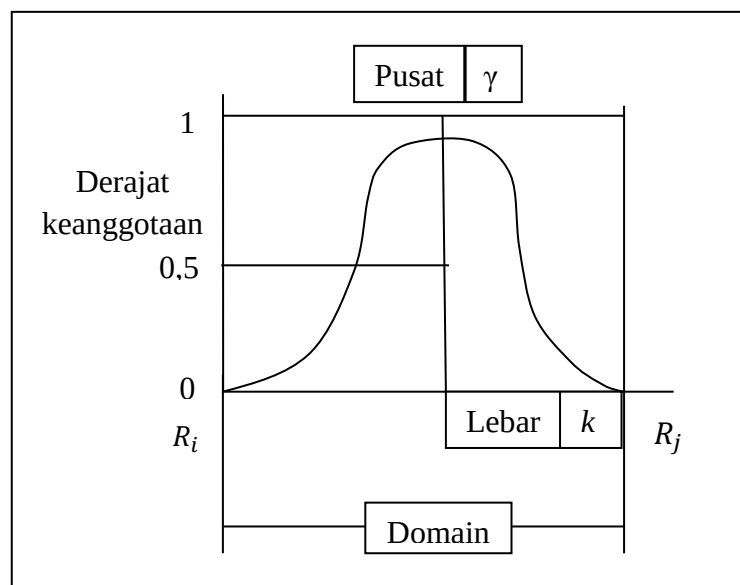
Kurva *Beta* juga berbentuk lonceng seperti kurva *Phi*, namun lebih rapat. Kurva ini didefinisikan dengan dua parameter, yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva ( $\gamma$ ) dan setengah lebar kurva ( $\beta$ ). Dibandingkan dengan kurva *Phi*, fungsi keanggotaan pada kurva *Beta* akan mendekati nol hanya jika nilai ( $\beta$ ) sangat besar. Representasi kurva *Beta* ditunjukkan oleh Gambar 2.9 berikut ini.

Gambar 2.9 Kurva *Beta*

Berikut adalah Persamaan 2.15 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva *Beta*:

$$B(x; \gamma, \beta) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x - \gamma}{\beta}\right)^2} \dots \dots \dots (2.15)$$

Pada kurva *Gauss* menggunakan ( $\gamma$ ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva dan ( $k$ ) menunjukkan lebar kurva. Representasi kurva *Gauss* ditunjukkan oleh Gambar 2.10 berikut ini.

Gambar 2.10 Kurva *Gauss*

Berikut adalah Persamaan 2.16 yang menunjukkan fungsi keanggotaan kurva *Gauss*:

$$G(x; k, \gamma) = e^{-k(\gamma-x)^2} \dots\dots\dots(2.16)$$

### 2.1.5 Operasi Himpunan *Fuzzy* dengan Operator Dasar Zadeh

Menurut Kusumadewi (2002), terdapat beberapa operasi yang menjelaskan tentang kombinasi dan modifikasi himpunan *Fuzzy*. Nilai keanggotaan yang didapatkan merupakan hasil dari dua atau lebih operasi himpunan yang disebut dengan *fire strength* atau  $\alpha$ -predikat. Operasi dasar yang dibuat oleh Zadeh yaitu (Kusumadewi S. , 2002):

- a. Operator *AND*, berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan. Berikut adalah Persamaan 2.17 untuk mencari nilai keanggotaan dengan operator *AND*.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots\dots\dots(2.17)$$

- b. Operator *OR*, berhubungan dengan operasi *union* pada himpunan  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan. Berikut adalah Persamaan 2.18 untuk mencari nilai keanggotaan dengan operator *OR*.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots\dots\dots(2.18)$$

- c. Operator *NOT*, digunakan untuk operasi komplemen *union* dari himpunan *Fuzzy* untuk mendapatkan  $\alpha$ -predikat dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan. Berikut adalah Persamaan 2.19 untuk mencari nilai keanggotaan dengan operator *NOT*.

$$\mu_A = 1 - \mu_A[x] \dots\dots\dots(2.19)$$

### 2.1.6 Fungsi Implikasi

Tiap aturan atau proposisi pada Logika *Fuzzy* akan berhubungan dengan relasi *Fuzzy*. Ada dua jenis aturan *Fuzzy*, yaitu (Kusumadewi S. , 2001):

- a. Proposisi *Fuzzy* yang Terkondisi (*Conditional Fuzzy Proposition*), merupakan jenis proposisi yang ditandai dengan penggunaan pernyataan *IF*. Secara umum dapat dijelaskan seperti berikut.

$$IF X \text{ is } A \text{ THEN } Y \text{ is } B$$

Di mana  $X$  dan  $Y$  adalah skalar, sedangkan  $A$  dan  $B$  adalah variabel linguistik. Aturan yang diikuti *IF* disebut anteseden, sedangkan yang diikuti *THEN* disebut konsekuen. Aturan tersebut dapat diperluas menggunakan penghubung *Fuzzy*. Berikut adalah contohnya.

$$IF (X_1 \text{ is } A_1) \text{ AND } (X_2 \text{ is } A_2) \text{ AND } \dots \text{ AND } (X_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } Y \text{ is } B$$

- b. Proposisi *Fuzzy* yang Tidak Terkondisi (*Unconditional Fuzzy Proposition*), merupakan jenis proposisi yang ditandai tanpa penggunaan pernyataan *IF*. Secara umum dapat dijelaskan seperti berikut.

$$X \text{ is } A$$

Di mana  $X$  adalah skalar dan  $A$  adalah variabel linguistik. Aturan ini selalu diaplikasikan dengan model *AND*, tergantung bagaimana aturan tersebut diaplikasikan. Dapat dijadikan untuk membatasi daerah *output* atau dapat juga mendefinisikan *default* daerah solusi jika tidak ada aturan terkondisi yang dieksekusi.

### 2.1.7 Komposisi Aturan-Aturan *Fuzzy* untuk Inferensi

Sistem inferensi *Fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *Fuzzy*, aturan *Fuzzy* dan penalaran *Fuzzy* (Kusumadewi & Hartati, 2006). Terdapat tiga metode dalam inferensi *Fuzzy*, yaitu (Kusumadewi S. , 2002):

- a. Metode *Max* (*Maximum*), di mana solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dari mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *Fuzzy* dan mengaplikasikannya pada *output* dengan operator *OR*. Jika semua aturan atau proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi himpunan *Fuzzy* yang

merepresentasikan kontribusi dari tiap proposisi. Hal ini dapat dinyatakan oleh Persamaan 2.20 sebagai berikut.

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \dots \dots \dots (2.20)$$

Di mana:

$\mu_{sf}[x_i]$  = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* hingga aturan ke-*i*

$\mu_{kf}[x_i]$  = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-*i*

Contoh:

[R1] *IF Biaya Produksi RENDAH AND Permintaan NAIK THEN Produksi Barang BERTAMBAH;*

[R2] *IF Biaya Produksi STANDAR THEN Produksi Barang NORMAL;*

[R3] *IF Biaya Produksi TINGGI AND Permintaan TURUN THEN Produksi Barang BERKURANG;*

Jika digunakan fungsi implikasi *MIN*, maka metode komposisi tersebut disebut metode Mamdani (*Min-Max* atau *Max-Min*).

- b. Metode *Additive (Sum)*, di mana solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dari melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *Fuzzy*. Hal ini dapat dinyatakan oleh Persamaan 2.21 sebagai berikut.

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) \dots \dots \dots (2.21)$$

Di mana:

$\mu_{sf}[x_i]$  = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* hingga aturan ke-*i*

$\mu_{kf}[x_i]$  = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-*i*

- c. Metode Probabilistik OR, di mana solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dari melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *Fuzzy*. Hal ini dapat dinyatakan oleh Persamaan 2.22 sebagai berikut.

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) - (\mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i]) \dots \dots \dots (2.22)$$

Di mana:

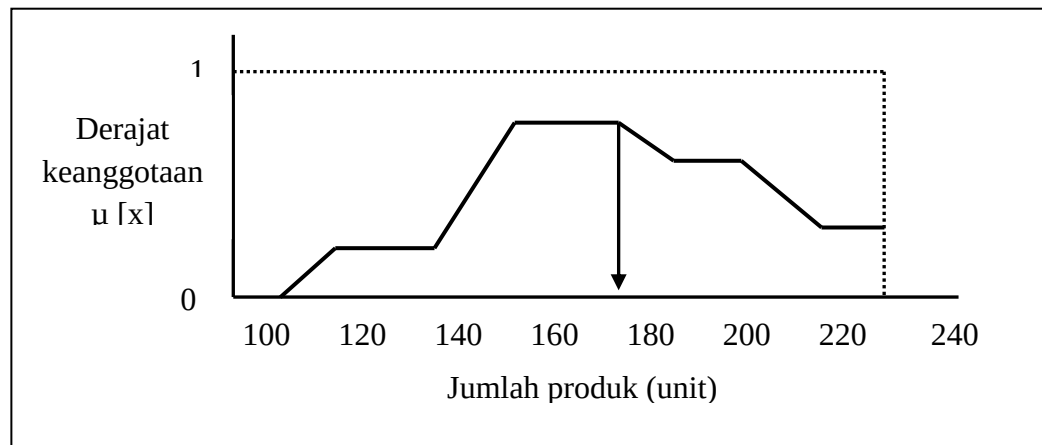
$\mu_{sf}[x_i]$  = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* hingga aturan ke-*i*

$\mu_{kf}[x_i]$  = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-*i*

### 2.1.8 Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi merupakan tahap terakhir dalam Logika *Fuzzy*. *Input* pada defuzzyfikasi yaitu himpunan *Fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *Fuzzy*, sedangkan *outputnya* yaitu bilangan pada himpunan *Fuzzy* tersebut (Kusumadewi S. , 2001). Terdapat beberapa metode defuzzyfikasi dalam metode Mamdani, yaitu (Kusumadewi S. , 2001):

- Metode *Centroid*, di mana solusi diperoleh dengan mengambil titik pusat daerah *Fuzzy*. Keuntungan menggunakan *centroid* yaitu nilai *defuzzy* akan bergerak secara halus sehingga perubahannya juga akan berjalan halus. Selain itu, metode ini lebih mudah dihitung dibandingkan metode yang lain. Metode *centroid* dapat ditunjukkan oleh Gambar 2.11 seperti berikut ini.



Gambar 2.11 Defuzzyfikasi Metode *Centroid*

Berikut adalah Persamaan 2.23 dan Persamaan 2.24 mengenai persamaan secara umum metode *centroid*:

$$z = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \dots\dots\dots(2.23)$$

atau

$$z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \dots\dots\dots(2.24)$$

- Metode Bisektor, di mana solusi dilakukan dengan mengambil nilai pada domain *Fuzzy* yang nilai keanggotaannya setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *Fuzzy*.
- Metode *Mean of Maximum* (MOM), di mana solusi didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

- d. Metode *Largest of Maximum* (LOM), di mana solusi didapatkan dengan mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
- e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM), di mana solusi didapatkan dengan mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

### 2.1.9 Fuzzy Metode Sugeno

Pada metode Sugeno, *output* sistem bukan berupa himpunan *Fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linear (Kusumadewi S. , 2002). Menurut Kusumadewi (2002), keuntungan menggunakan metode Sugeno antara lain komputasinya lebih efisien, bekerja paling baik untuk teknik optimasi dan cocok untuk analisis secara matematis. Terdapat dua jenis model Sugeno, yaitu (Kusumadewi S. , 2002):

- a. Model *Fuzzy Sugeno Orde-Nol*

Secara umum, bentuk model *Fuzzy Sugeno Orde-Nol* adalah seperti berikut.

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n) THEN z = k$$

dengan  $A_n$  merupakan himpunan *Fuzzy* ke- $n$  sebagai anteseden dan  $k$  adalah konstanta sebagai konsekuen. Simbol ( $\bullet$ ) dapat berupa operator *AND* atau *OR*. Contohnya adalah sebagai berikut.

$$IF \text{ Permintaan is Turun } AND \text{ Persediaan is Banyak } THEN \text{ Produksi} = 1000$$

- b. Model *Fuzzy Sugeno Orde-Satu*

Secara umum, bentuk model *Fuzzy Sugeno Orde-Satu* adalah seperti berikut.

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n) THEN z = p_i * x_i + \dots + p_n * x_n + q$$

dengan  $A_n$  merupakan himpunan *Fuzzy* ke- $n$  sebagai anteseden,  $p_n$  adalah konstanta ke- $n$  dan  $q$  juga merupakan konstanta sebagai konsekuen. Contohnya adalah sebagai berikut.

$$IF \text{ Permintaan is Turun } AND \text{ Persediaan is Banyak } THEN \text{ Produksi} = 0,25 * \text{Permintaan} - \text{Persediaan}$$

### 2.1.10 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika atau *Genetic Algorithm* adalah suatu metode heuristik yang dikembangkan dari prinsip genetika dan proses seleksi alamiah Teori Evolusi Darwin (Zukhri, 2013). Metode heuristik merupakan metode untuk menemukan penyelesaian dalam masalah optimasi (Zukhri, 2013). Dalam mencari penyelesaian optimasi tersebut, metode Algoritma Genetika mempunyai proses yang sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi (Zukhri, 2013).

Terdapat beberapa kelebihan Algoritma Genetika dibandingkan dengan algoritma pencarian yang lain. Algoritma Genetika hanya melakukan sedikit perhitungan matematis yang berhubungan dengan masalah yang ingin diselesaikan serta memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk dihibridkan dengan metode pencarian lainnya agar lebih efektif (Gen & Cheng, 2000). Selain itu, algoritma ini bekerja pada aturan yang bersifat probabilistik (Goldberg, 1989). Operator-operator evolusi membuat algoritma ini sangat efektif pada pencarian global (Gen & Cheng, 2000).

Dikemukakan oleh Zukhri (2013), proses komputasi pada Algoritma Genetika sama seperti proses alamiah. Dalam Algoritma Genetika terdapat sejumlah populasi yang potensial sebagai solusi atas permasalahan yang ada. Populasi ini terdiri dari sejumlah individu yang didalamnya terdapat sejumlah kromosom. Kromosom ini mengandung karakteristik yang merupakan representasi penyelesaian masalah yang masih berbentuk simbol. Populasi awal ini dibentuk secara acak, sedangkan populasi berikutnya dibentuk oleh operator-operator Algoritma Genetika selama beberapa generasi atau iterasi. Sebagian dari generasi berikutnya terbentuk dari sejumlah kromosom yang bertahan, sedangkan sebagian lagi terbentuk dari sejumlah kromosom yang dilahirkan dari proses generasi sebelumnya.

Pada tiap generasi atau iterasi, kromosom akan mengalami proses evaluasi menggunakan alat ukur berupa fungsi *fitness* atau kebugaran. Bentuk fungsi *fitness* bergantung pada persoalan yang akan dioptimalkan, apakah minimasi atau maksimasi. Nilai *fitness* tersebut menunjukkan kualitas dari kromosom dalam populasi. Semakin

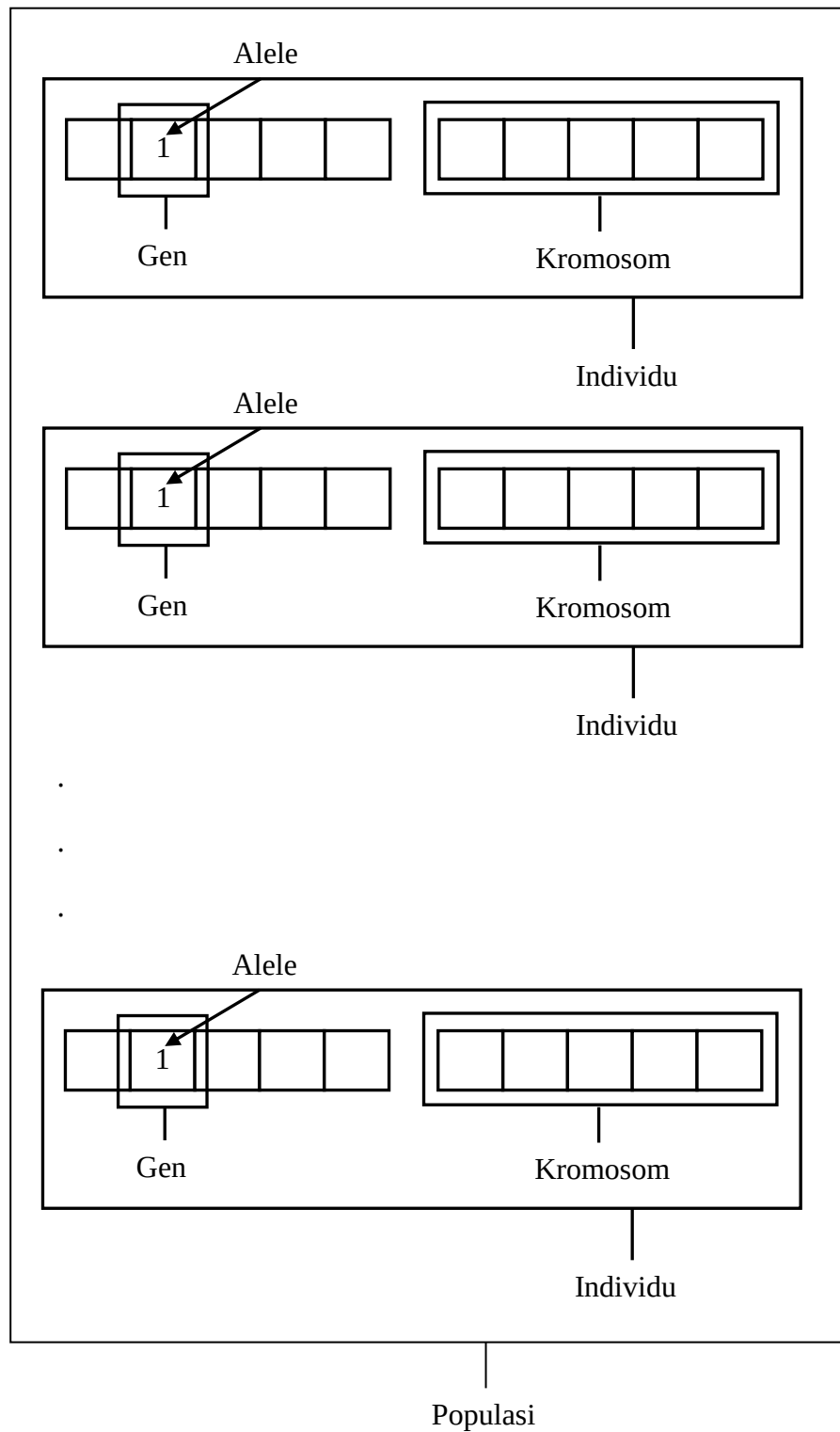
besar nilai *fitness*, maka semakin besar pula kemungkinan kromosom untuk dipertahankan ke dalam populasi selanjutnya (Zukhri, 2013).

Kromosom-kromosom yang dihasilkan dari kromosom generasi sebelumnya disebut anak atau *offspring*. Sedangkan pasangan kromosom generasi sebelumnya disebut induk atau *parents*. Proses pembentukan *offspring* dari indukannya seperti halnya dengan proses reproduksi. Dalam Algoritma Genetika, proses reproduksi ini disebut operator penyilangan atau *crossover*. *Crossover* tersebut menghasilkan anak yang mewarisi karakteristik dari sifat indukannya. Proses lain yang terjadi pada kromosom yaitu mutasi atau *mutation*. Mutasi adalah operator yang dapat mengubah gen-gen dalam kromosom (Zukhri, 2013).

Terdapat beberapa istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika antara lain yaitu (Entin, 2010):

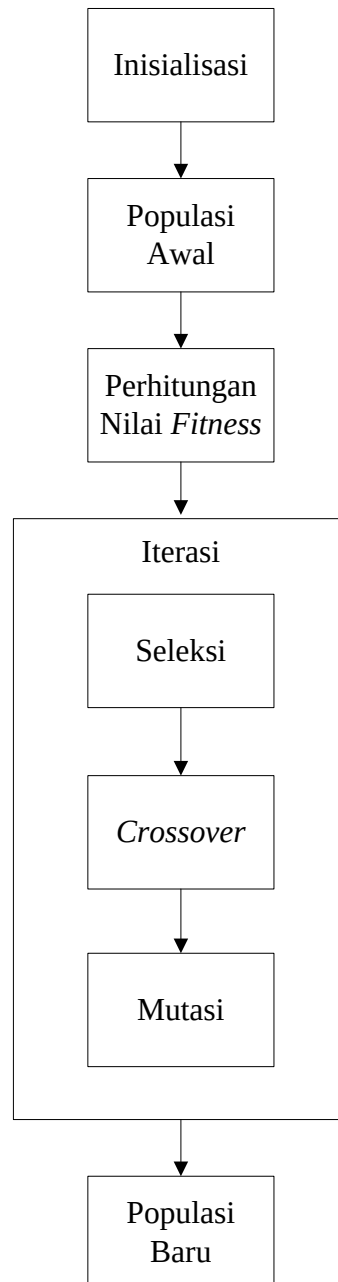
- a. *Genotype* (Gen), merupakan nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu.
- b. *Allele*, merupakan nilai dari gen.
- c. Kromosom, merupakan kumpulan dari sejumlah gen yang membentuk suatu nilai.
- d. Individu, merupakan kemungkinan solusi dari permasalahan dalam Algoritma Genetika.
- e. Populasi, merupakan kumpulan dari sejumlah individu yang akan diproses dalam satu siklus generasi (iterasi).
- f. Generasi, merupakan satu siklus proses iterasi dalam Algoritma Genetika.
- g. *Fitness*, merupakan nilai yang menyatakan solusi permasalahan optimalisasi yang dicari. Nilai *fitness* menjadi tolak ukur baik buruknya solusi untuk diterapkan.

Berikut adalah Gambar 2.12 mengenai representasi penyelesaian permasalahan dalam Algoritma Genetika.



Gambar 2.12 Ilustrasi Representasi Penyelesaian Permasalahan dalam Algoritma Genetika

Struktur pembangunan Algoritma Genetika dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut ini.



Gambar 2.13 Struktur Umum Algoritma Genetika

Algoritma Genetika memiliki beberapa komponen utama yaitu (Entin, 2010):

- a. Teknik Pengkodean, adalah pengkodean gen dari kromosom. Satu gen biasanya mewakili satu variabel. Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk:
  1. String bit : 10011 dst.
  2. Bilangan *real* : 65.65, 67.98, dst.
  3. Permutasi : E2, E10 dst.

Atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika.

- b. Pembangkitan Populasi Awal, adalah proses pembangkitan beberapa individu yang dilakukan secara *random* dengan prosedur tertentu. Ukuran populasi bergantung pada permasalahan dan jenis operator yang akan diimplementasikan. Jika sudah menentukan ukuran populasi, maka dilakukan pembangkitan populasi awal. Beberapa teknik dalam pembangkitan populasi awal yaitu:

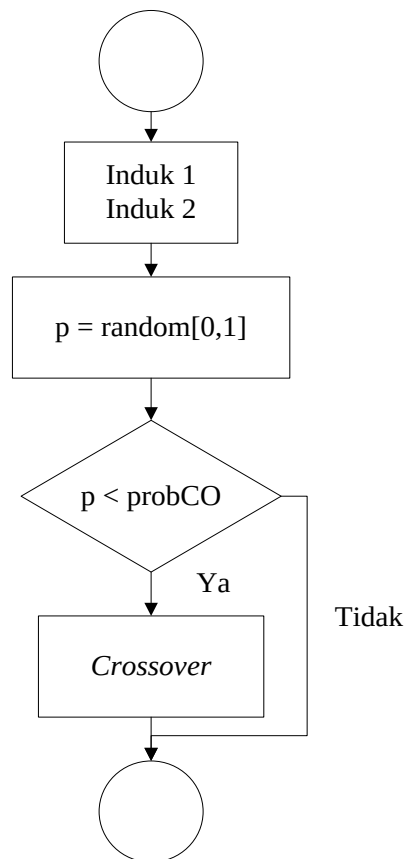
1. *Random generator*, yaitu melibatkan pembangkit bilangan acak untuk nilai pada tiap gen sesuai representasi kromosom yang digunakan. Misal, jika menggunakan representasi biner maka penggunaan *random generator* menggunakan Persamaan 2.25 pembangkitan populasi awal berikut ini.

$$IPOP = \text{round}\{\text{random}(N_{ipop}, N_{bits})\} \dots \dots \dots (2.25)$$

di mana *IPOP* adalah gen yang berisi pembulatan dari bilangan *random* yang dibangkitkan sejumlah  $N_{ipop}$  (jumlah populasi) yang dikali dengan  $N_{bits}$  (jumlah gen dalam tiap kromosom).

2. Pendekatan tertentu, yaitu dengan memasukkan nilai tertentu ke dalam gen dari populasi awal.
  3. Permutasi gen, yaitu dengan penggunaan permutasi Josephus dalam persoalan kombinatorial seperti TSP. Misal, terdapat kota 1 hingga 5. Permutasi lintasan dapat dilakukan dengan menentukan titik awal dan selang kota. Diasumsikan bahwa lintasan kota 1 hingga 5 berbentuk *circular list*. Titik awal adalah 1 dan selangnya yaitu 5. Lintasan berangkat dari kota 1 ke kota 3 dengan selang 5. Kota 3 dihapus dari *list* dan tidak dapat diulang kembali ke kota 3. Selang 5 kemudian adalah kota 2. Proses ini diulang hingga membentuk satu lintasan dalam *list* dengan hasil permutasi yaitu 1 – 3 – 2 – 4 – 5.
- c. *Selection* (Seleksi), digunakan untuk memilih individu yang akan dipilih untuk *crossover* dan *mutation* agar menghasilkan calon induk yang baik sehingga nantinya akan menghasilkan keturunan yang baik pula. Semakin tinggi nilai *fitness* individu, maka semakin besar kemungkinannya untuk dipilih. Dalam proses seleksi, hal pertama yang dilakukan yaitu pencarian nilai *fitness*. Masing-masing individu dalam wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang bergantung pada nilai obyektif dirinya sendiri terhadap dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Beberapa metode seleksi antara lain:

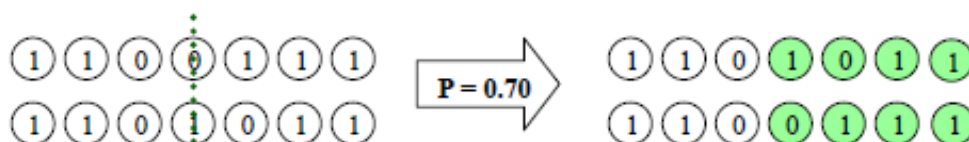
1. Seleksi dengan Mesin *Roulette*, merupakan metode yang paling sederhana. Metode ini juga disebut *stochastic sampling with replacement*.
  2. Seleksi dengan Turnamen, dilakukan dengan menetapkan nilai *tour* untuk individu yang dipilih secara acak dari suatu populasi, dengan parameter yaitu ukuran *tour* yang bernilai antara dua hingga N (jumlah individu dalam populasi). Individu-individu terbaik dari kelompok tersebut akan diseleksi sebagai induk.
- d. *Crossover* (Pindah Silang), merupakan operator Algoritma Genetika yang melibatkan dua indukan untuk membentuk kromosom baru. Prinsipnya, *crossover* melakukan operasi (pertukaran, aritmatika) pada gen yang bersesuaian dari dua indukan untuk menghasilkan individu baru. Hasil dari *crossover* ini yaitu titik baru dalam ruang pencarian yang siap untuk diuji. Operasi ini tidak selalu dilakukan pada semua individu. Individu dipilih secara acak untuk dilakukan *crossing* dengan probabilitas  $P_c$  antara 0,6 hingga 0,95. Jika *crossover* tidak dilakukan, maka nilai dari induk akan diturunkan kepada keturunan. Berikut adalah Gambar 2.14 mengenai proses *crossover*.



Gambar 2.14 Proses *Crossover*

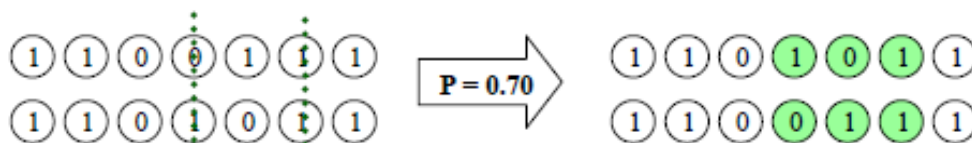
Dalam *crossover* terdapat beberapa model, antara lain:

1. *Crossover* satu titik, di mana posisi *crossover*  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, N-1$ ) dengan  $N$  adalah panjang kromosom diseleksi secara acak. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan keturunan. Berikut adalah Gambar 2.15 yang menunjukkan gambaran dari *crossover* satu titik.



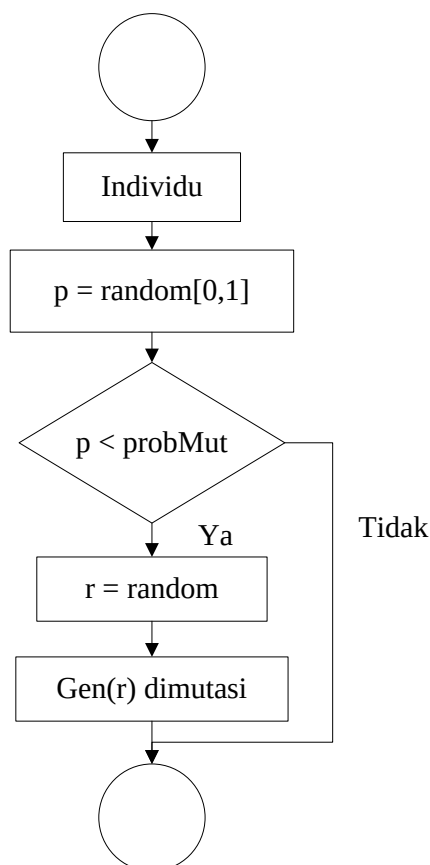
Gambar 2.15 Contoh *Crossover* Satu Titik

2. *Crossover* banyak titik, di mana  $m$  posisi penyilangan  $k_i$  ( $k = 1, 2, \dots, N-1$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ) dengan  $N$  adalah panjang kromosom diseleksi secara acak dan tidak boleh ada posisi yang sama, serta diurutkan naik. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan keturunan. Berikut adalah Gambar 2.16 yang menunjukkan gambaran dari *crossover* dua titik.



Gambar 2.16 Contoh *Crossover* Dua Titik

- e. *Mutation* (Mutasi), yaitu operator yang berperan sebagai pengganti gen yang hilang dari populasi akibat proses seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inisialisasi populasi. Kromosom akan dimutasi dengan menambahkan nilai *random* yang sangat kecil (ukuran langkah mutasi) dengan probabilitas yang rendah. Peluang mutasi ( $p_m$ ) didefinisikan sebagai persentase jumlah total gen pada populasi yang mengalami mutasi. Peluang mutasi tersebut juga mengendalikan banyaknya gen baru yang akan dimunculkan untuk dievaluasi. Jika peluang mutasi terlalu kecil, maka banyak gen yang mungkin saja berguna namun tidak pernah dievaluasi. Tapi jika peluang mutasi terlalu besar, maka terlalu banyak gangguan acak sehingga keturunan akan kehilangan kemiripan dari indukannya serta algoritma akan kehilangan kemampuan untuk belajar dari histori pencarian. Kromosom hasil mutasi harus diperiksa apakah masih berada dalam domain solusi, jika perlu dapat dilakukan perbaikan. Berikut adalah Gambar 2.17 yang menunjukkan gambaran dari proses mutasi.



Gambar 2.17 Proses Mutasi

## 2.2 Kajian Induktif

Terdapat beberapa kajian sebelumnya yang telah dilakukan dalam pengendalian persediaan dengan berbagai kriteria yang dicari untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Salah satu jenis barang yang dikendalikan yaitu barang yang bersifat mudah rusak ataupun kualitas barang menurun seiring berjalannya waktu dengan *durability* yang relatif singkat. Beberapa di antaranya dirangkum dalam kajian induktif berikut ini.

Das et al. (2015) meneliti tentang pengendalian *inventory* bahan baku beserta barang jadinya dengan mempertimbangkan batas jangka waktu (*durability*) barang yang terbilang cukup singkat. Pemasokan tersebut berasal dari berbagai pasar atau *multiple markets* dengan waktu atau periode yang berbeda-beda. Metode EPQ (*Economic Production Quantity*) yang diintegrasikan dengan *Fuzzy* digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan *profit* yang optimal dalam mengendalikan persediaan sehingga dapat mengoptimalkan proses produksi.

Hongjie et al. (2011) membahas tentang *inventory control* dari *deteriorating items* untuk pemasok dengan model VMI berdasarkan *Bi-Level Programming*. Model *Bi-Level Programming* yang diintegrasikan dengan Algoritma Genetika digunakan pada penelitian tersebut untuk memecahkan masalah. Model tersebut digunakan untuk membantu pemasok dalam menyesuaikan strategi pengendalian persediaan secara tepat berdasarkan situasi aktual ketika parameter eksternal berubah.

Guchhait et al. (2015) meneliti tentang kebijakan *inventory* untuk *deteriorating items* dengan kondisi yang kurang sesuai dan penurunan kualitas barang secara dinamis. Biaya *inventory* barang berbeda-beda sesuai dengan umur dan kondisi barang tersebut, namun *supplier* memberikan parameter yang kurang tepat atau ambigu. Model EOQ yang dikombinasikan dengan *Fuzzy Rough Model* (FRM) dengan optimasi non-linear menggunakan metode GRG (*Generalized Reduced Gradient*) pada *software* LINGO digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini yaitu untuk mendapatkan *profit* yang maksimal.

Wang et al. (2012) meneliti tentang pemodelan persediaan *consignment* untuk *deteriorating items* dengan pembeli yang mempunyai keterbatasan kapasitas gudang. Penelitian ini mempertimbangkan *single-manufacture-single-buyer* dalam rantai pasokan, di mana produsen menghasilkan sebuah *deteriorating product* dan mengirim ke pembeli atas dasar kebijakan *consignment*. Penelitian ini menggunakan *Joint Economic Lot Size Model* untuk menyelesaikan masalah. Hasil dari penelitian ini yaitu pengelola dapat memperkirakan jumlah barang yang dikirim kepada pembeli yang sesuai dengan gudang penyimpanan agar dapat meminimasi biaya total produsen per satuan waktu.

Ghiami dan Williams (2015) melakukan penelitian dengan membuat suatu model *inventory* untuk *deteriorating item* dengan beberapa pembeli atau *multiple buyers*. Pembuatan model persediaan dilakukan untuk membatasi laju produksi karena terjadi kelebihan *inventory* di gudang. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengembangkan *Two-Echelon Supply Chain Model* dengan *multiple buyer*. Hasil dari penelitian ini didapatkan model persediaan ketika kapasitas produksi lebih besar dari jumlah permintaan.

Dalam pengendalian persediaan, beberapa metode yang saling terintegrasi dapat diaplikasikan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Metode *Continuous Review* dapat dijadikan metode untuk mengendalikan persediaan. Seperti pada penelitian Priyan dan Uthayakumar (2015) yang membahas tentang pengaplikasian metode *Continuous Review Inventory* dengan jumlah barang yang diterima tidak sesuai jumlah yang dipesan. Perbedaan jumlah barang yang dipesan dengan yang diterima terjadi karena beberapa hal, di antaranya yaitu rusak saat pengiriman, kesalahan dalam perhitungan, *reject* saat inspeksi dan lain-lain. *Lead time*, *lost sales rate* dan *order processing cost* menjadi variabel keputusan dalam penelitian tersebut. Hasil dari penelitian ini yaitu minimasi total biaya dengan mengoptimasi *order quantity*, *lost sales rate* dan *order processing cost*.

Dey dan Chakraborty (2011) meneliti tentang pengaplikasian *Continuous Review Inventory System* menggunakan *Fuzzy*. Penggunaan *Fuzzy* pada penelitian tersebut untuk mengetahui *annual demand* dari pelanggan. Parameter kendali yang menjadi pertimbangan dalam metode tersebut yaitu *reorder point*, *production lot-size*, *setup cost* serta kualitas proses. Hasil dari penelitian ini yaitu minimasi biaya total dengan menekan biaya *setup* dan meningkatkan kualitas proses, menghasilkan *lot size* yang lebih kecil dengan kualitas produksi yang lebih baik.

Wang et al. (2012) membahas tentang pengaplikasian model *Continuous Review Inventory* di mana sebagian permintaan merupakan *backorder* (permintaan akan dipenuhi pada periode berikutnya) dan sebagian lagi permintaan hilang selama *stockout*. Penelitian ini menggunakan *Fuzzy* dengan *Differential Evolution Algorithm* untuk menentukan permintaan yang tidak pasti. Hasil penelitian ini yaitu menentukan nilai minimal dari ekspektasi *annual total cost* dan *total cost* dalam rencana periode tidak melebihi *budget level* yang sudah ditentukan.

Fattahi et al. (2015) membahas tentang pengaplikasian *Continuous Review Inventory* untuk menemukan nilai optimal dari *order quantity* dan *reorder point* dengan meminimasi *total cost*. Dalam penelitian tersebut, *budget* dan ruang penyimpanan terbatas. Pendekatan dua *Pareto-Based Meta-Heuristic* yaitu MOVDO (*Multi-Objective Vibration Damping Optimization*) dan MOICA (*Multi-Objective Imperialist Competitive*

*Algorithm*) digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Hasil yang didapatkan yaitu nilai optimal dari *order quantity* dan *reorder point* dengan minimasi biaya total.

Selain itu, penggunaan *Fuzzy* juga dapat digunakan dalam model persediaan. Seperti pada penelitian Chou et al. (2009) tentang pembangunan model *Fuzzy* untuk pengendalian persediaan di mana ruang penyimpanan dan *budget* terbatas. Metode yang digunakan yaitu *Fuzzy* EOQ dengan *budget* dan kapasitas penyimpanan terbatas di mana permintaan dipengaruhi oleh harga satuan dan biaya *set up* bervariasi sesuai dengan *quantity purchased*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat beberapa poin yang dipertanyakan dengan hasil yang janggal. Hasil dari penelitian ini dapat memperbaiki prosedur solusi di mana hasilnya dapat lebih optimal dari penelitian sebelumnya.

Samadi et al. (2013) meneliti tentang *inventory model* menggunakan *Fuzzy* di mana permintaannya dipengaruhi oleh *pricing*, *marketing* dan *service planning* yang kabur (*Fuzzy*). Metode yang digunakan yaitu menggunakan *Geometric Programming* dan optimalisasi *Fuzzy* untuk memperoleh hasil *membership function*. Penggunaan *Fuzzy* dengan *Geometric Programming* menghasilkan maksimasi *profit inventory*.

Yunosoglu dan Selim (2013) meneliti tentang evaluasi persediaan menggunakan *Fuzzy* untuk membangun profil atau riwayat pembelian para investor. *Fuzzy rule* berdasarkan *expert system* dikembangkan untuk mendukung *portfolio* di tengah pengambilan keputusan investasi. Dengan mengetahui profil dari investor, maka evaluasi *stock* dapat dilakukan dengan *single process* menggunakan *Fuzzy rule*. Hasil dari penelitian ini yaitu terbangunnya *portfolio* profil dari investor dengan pilihan investor yang spesifik sehingga proses perdagangan dapat lebih optimal.

Baykasoglu et al. (2016) meneliti tentang pengembangan *Fuzzy* untuk pengelompokan multi-atribut dalam pengambilan keputusan persediaan *spare part*. Penelitian ini menggunakan *Fuzzy Linear Assignment* yang baru. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa *Fuzzy Linear Assignment* yang baru dapat dengan mudah diaplikasikan dalam klasifikasi persediaan *spare part* dalam keadaan yang tidak pasti.

Dengan begitu, maka dapat dibuat suatu kebijakan dalam persediaan *spare part* berdasarkan klasifikasinya.

Algoritma Genetika digunakan untuk mencari suatu nilai optimal dalam berbagai permasalahan. Seperti pada penelitian Celebi (2015) yang meneliti tentang pengendalian persediaan pada jaringan distribusi terpusat. Penelitian ini menjelaskan tentang *inventory level* yang optimal dalam sistem distribusi *spare part*. Penelitian ini menggunakan Algoritma Genetika untuk menentukan manajemen yang efektif dari jaringan distribusi *Turkish Automotive Manufacture* dalam kendali pusat. Hasil dari penelitian ini yaitu perbandingan performansi sistem mana yang lebih optimal antara sistem secara terpusat (sentralisasi) dengan tidak terpusat (desentralisasi) berdasarkan biaya dan *service level*.

Ongkunaruk et al. (2016) meneliti tentang *Joint Replenishment Problem* (JPR) dengan keterbatasan sumber daya dan pengiriman serta adanya barang cacat. JPR digunakan untuk menentukan kebijakan *reorder* yang optimal untuk beberapa *item* dengan jumlah kecacatan dan beberapa kendala seperti keterbatasan pengiriman, biaya dan kapasitas transportasi. Algoritma Genetika digunakan untuk mencari nilai optimal frekuensi *reorder* dan panjang siklusnya. Hasil dari penelitian ini yaitu minimasi ekspektasi total biaya per satuan waktu dengan adanya beberapa keterbatasan tersebut.

Saracoglu et al. (2014) membahas tentang pembangunan model untuk persediaan *multi-product multi-period. Continuous Review* yang diintegrasikan dengan Algoritma Genetika digunakan untuk menentukan *order quantity* serta *reorder point* yang optimal dengan adanya keterbatasan *budget* dan kapasitas ruang penyimpanan. Hasil dari penelitian ini yaitu maksimasi *profit* dengan keterbatasan area penyimpanan, *budget* dan berbagai promosi yang ada.

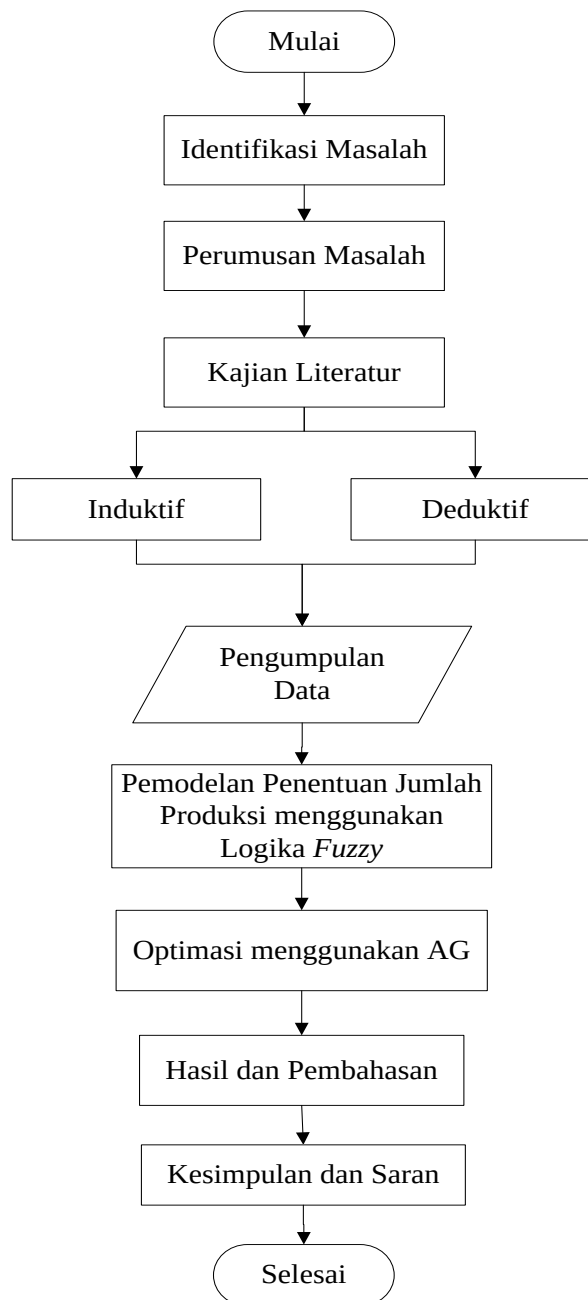
Pasandideh et al. (2011) membahas tentang penentuan kebijakan penyetokan barang *non-repairable* (tidak dapat diperbaiki) yang efektif untuk sistem. Penelitian ini menggunakan *Two-Echelon Continuous Review Inventory System* dan Algoritma Genetika dalam penyelesaian masalah. Hasil dari penelitian ini yaitu minimasi total *annual inventory* untuk membatasi rata-rata frekuensipesanan per tahun, ekspektasi jumlah *backorder* serta biaya-biayanya.

Dari kajian induktif yang telah dilakukan, maka dapat dilihat *state of the art* dari penelitian yang dilakukan. *State of the art* dari penelitian ini yaitu pengendalian persediaan produk terdeteriorasi menggunakan integrasi metode *Continuous Review System* dan Logika *Fuzzy* dengan optimalisasi menggunakan Algoritma Genetika.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai alur penelitian yang dilakukan menggunakan diagram alir yang ditunjukkan oleh Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.1 Identifikasi Masalah

Dalam melakukan penelitian, tahap pertama yang dilakukan adalah identifikasi masalah. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi masalah terhadap perusahaan bakpia yang menjadi objek penelitian yaitu Bakpiapia Djogja. Dalam permasalahan ini, produk jadi berupa bakpia memiliki masa kadaluarsa yang cukup singkat serta jenis produk yang mudah rusak atau *perishable*. Tak jarang juga perusahaan ini melakukan penarikan produk yang belum terjual karena sudah mendekati waktu kadaluarsa. Dengan menggunakan Logika *Fuzzy* maka akan terbentuk model prediksi dalam menentukan jumlah bakpia yang diproduksi. Setelah diketahui rata-rata dalam satu tahun jumlah bakpia yang diproduksi dari hasil *Fuzzy* tersebut, maka dapat dilakukan optimasi menggunakan Algoritma Genetika untuk menentukan *order quantity* bakpia, total biaya persediaan yang optimal serta *reorder point* untuk bakpia tersebut.

### 3.2 Perumusan Masalah

Setelah masalah teridentifikasi, dilakukan perumusan masalah agar penelitian lebih terarah untuk menyelesaikan masalah yang ada. Perumusan masalah akan digunakan juga dalam penarikan kesimpulan.

### 3.3 Kajian Literatur

Kajian literatur terdiri dari kajian deduktif dan kajian induktif mengenai pengendalian persediaan terhadap produk terdeteriorasi menggunakan *Continuous Review System* yang diintegrasikan dengan Logika *Fuzzy* dan Algoritma Genetika. Kajian deduktif merupakan kajian literatur berisi teori yang berhubungan dengan masalah tersebut. Sedangkan untuk kajian induktif merupakan kajian literatur berisi penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan permasalahan pengendalian persediaan produk terdeteriorasi menggunakan *Continuous Review System* dan Logika *Fuzzy* serta Algoritma Genetika.

### 3.4 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data. Data yang diambil yaitu data historis persediaan awal, persediaan akhir dan barang jadi bakpia periode 2015 untuk menentukan permintaan bakpia. Dikarenakan data permintaan tiap *outlet* Bakpiapia Djogja merupakan rahasia perusahaan, maka untuk mengetahui permintaan bakpia dari ke tujuh *outlet* tersebut dilakukan dengan Persamaan 3.1 berikut.

$$\text{Permintaan} = (\text{Persediaan awal} + \text{Produksi}) - \text{Persediaan akhir} \dots (3.1)$$

Untuk menghitung indeks musiman, maka dapat dilakukan dengan Persamaan 3.2 berikut.

$$\text{Indeks musiman} = \frac{\text{Permintaan}}{\text{Rata-rata permintaan setahun}} \dots (3.2)$$

### 3.5 Pengolahan Data

#### 3.5.1 Pemodelan Penentuan Jumlah Produksi menggunakan Logika Fuzzy

Pada tahapan ini, dibangun model untuk memberikan kemudahan dalam menentukan jumlah bakpia yang diproduksi menggunakan Logika Fuzzy. Untuk membangun model Fuzzy, dibutuhkan *input* dan *output* dalam sistem. *Input* pada pembangunan model ini yaitu persediaan awal, permintaan dan indeks musiman. Penelitian ini mengambil objek penelitian bakpia dari Bakpiapia Djogja dengan varian rasa kacang hijau, keju dan cokelat. Sedangkan *output* model ini yaitu jumlah produksi bakpia dari ketiga varian rasa tersebut.

Hal pertama yang dilakukan yaitu memasukkan data permintaan, persediaan, indeks musiman serta jumlah produksi dari Bakpiapia Djogja ke dalam *software* Microsoft Excel untuk masing-masing data bakpia kacang hijau, keju dan cokelat. *File* tersebut dimasukkan ke dalam *folder* MATLAB agar data-data tersebut dapat dibaca ke dalam *software* MATLAB. Agar data tersebut dapat dibaca dalam *software* MATLAB, diperlukan perintah sebagai berikut.

$$[\text{data\_produksi}] = \text{xlsread}('nama\text{file.xlsx}')$$

Nama *file* tersebut sesuai dengan nama *file* yang ada pada *folder* MATLAB. Setelah itu, akan muncul semua data sesuai dengan data yang ada pada Excel.

Variabel *input* pada pembangunan model ini yaitu permintaan, persediaan dan indeks musiman. Untuk memasukkan ke tiga variabel *input* tersebut, digunakan perintah seperti berikut.

$$[input\_data]=data\_produksi(:,1:3)$$

Perintah tersebut digunakan untuk mengambil semua data dari data produksi kolom 1 hingga kolom 3 sebagai data *input*. Kemudian akan muncul data permintaan, persediaan dan indeks musiman.

Variabel *output* pada pembangunan model ini yaitu jumlah produksi bakpia. Untuk memasukkan variabel tersebut, digunakan perintah seperti berikut.

$$[output\_data]=data\_produksi(:,4)$$

Perintah tersebut digunakan untuk mengambil semua data dari data produksi kolom 4 sebagai data *output*. Kemudian akan muncul data historis jumlah produksi bakpia.

Data tersebut selanjutnya dikelompokkan menjadi beberapa *cluster* berdasarkan jari-jari *cluster*. Jumlah *cluster* yang akan dibentuk belum diketahui, sehingga digunakan *Subtractive Clustering*. Menurut Kusumadewi (2002), konsep dasar *Subtractive Clustering* adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki potensi tinggi terhadap titik-titik di sekitarnya. Pusat *cluster* ditentukan oleh titik dengan jumlah tetangga terbanyak. Perintah untuk melakukan *Subtractive Clustering* adalah sebagai berikut.

$$[C,S]=subclust(x,radius)$$

$C$  merupakan matriks berisi pusat *cluster* dan  $S$  merupakan *sigma*,  $C$  dan  $S$  akan digunakan untuk menentukan nilai parameter fungsi keanggotaan *Gauss*.  $X$  merupakan matriks data yang akan di*cluster* dan *radius* adalah jangkauan pengaruh pusat *cluster* terhadap tiap-tiap data. Jika radiusnya kecil, maka jumlah *cluster* yang dihasilkan akan semakin banyak.

Selanjutnya, untuk menentukan *Fuzzy rule* yang sesuai dengan sebaran datanya, maka digunakan fungsi *Genfis2*. Menurut Kusumadewi (2002), fungsi ini menggunakan fungsi *subclust* untuk melakukan *clustering* data, melatih *input-output* data dan membangkitkan *Fuzzy rule* metode Sugeno. Berikut adalah perintah *Genfis2*.

$$myfis=genfis2(input\_data,output\_data,radius)$$

*myfis* merupakan fis matriks, *input\_data* merupakan matriks data *input*, *output\_data* merupakan matriks data *output* serta radius merupakan jangkauan pengaruh pusat *cluster* terhadap tiap-tiap data. Dengan perintah tersebut, maka defuzzyfikasi dengan metode Sugeno dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

Setelah terbentuk *Fuzzy rule*, maka dapat diintegrasikan aturan konsekuensi dengan memasukkan data permintaan, persediaan awal dan indeks musiman yang nantinya akan menghasilkan *output* berupa jumlah produksi bakpia berdasarkan model yang telah dibangun. Perintah untuk langkah ini adalah sebagai berikut.

*mfedit(myfis)*

Selanjutnya yaitu memasukkan data permintaan, persediaan awal dan indeks musiman per hari (*input* satu per satu) dengan menampilkan *View Rules* dan memasukkan data-data tersebut.

Selanjutnya, jika sudah memasukkan data yang akan diuji tersebut maka akan keluar hasil *Fuzzy* jumlah produksi sesuai dengan model yang telah dibangun dengan defuzzyfikasi. Defuzzyfikasi yang digunakan yaitu dengan cara mencari nilai rata-ratanya. Dikarenakan data yang diuji terlalu banyak, maka agar lebih efisien digunakan perintah seperti berikut untuk menguji semua data.

*fuzout=evalfis(input\_data,myfis)*

### 3.5.2 Optimasi menggunakan Algoritma Genetika

Dalam mencari *reorder point* dan *order quantity*, menggunakan perhitungan matematis akan memakan waktu yang lama. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan Algoritma Genetika dalam pencarian *reorder point* dan *order quantity* untuk mendapatkan *total cost* yang optimal dengan *software* Generator. Dalam penelitian ini, *output* dari nilai *Fuzzy* berupa jumlah produksi bakpia nantinya akan dijadikan *demand* dalam perhitungan menggunakan metode *Continuous Review System* yang diintegrasikan dengan Algoritma Genetika. *Demand* tersebut merupakan nilai rata-rata jumlah produksi bakpia hasil pengolahan *Fuzzy* dalam satu periode tersebut yang diasumsikan sebagai peramalan dari jumlah permintaan.

Dalam melakukan perhitungan total biaya persediaan menggunakan *Continuous Review System* yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika, diperlukan beberapa variabel dalam perhitungannya. Variabel-variabel tersebut ditunjukkan oleh Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan

| Variabel              | Simbol | Satuan           |
|-----------------------|--------|------------------|
| Biaya pesan           | $A$    | Per sekali pesan |
| Rata-rata permintaan  | $D$    | Kotak/hari       |
| Biaya simpan          | $h$    | Per kotak/hari   |
| Biaya kekurangan      | $\pi$  | Per kotak        |
| Lead time             | $l$    | Hari             |
| Demand saat lead time | $Dl$   | Kotak            |

Tahap pertama dalam Algoritma Genetika adalah membentuk desain kromosom dengan teknik pengkodean gen kromosom berupa bilangan *real*. Kromosom adalah kumpulan dari sejumlah gen (Entin, 2010). Pada penelitian ini, kromosom yang digunakan merepresentasikan *order quantity* dan *reorder point*. Range nilai gen tiap kromosom bakpia kacang hijau ditunjukkan oleh Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Nilai Gen Tiap Kromosom Bakpia Kacang Hijau

|                             | Nilai Terendah | Nilai Tertinggi |
|-----------------------------|----------------|-----------------|
| <i>Order quantity</i> (orq) | 6              | 841             |
| <i>Reorder point</i> (rop)  | 0              | 168             |

Setiap gen dapat bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval [6,841] untuk kromosom *order quantity* dan interval [0,168] untuk kromosom *reorder point*. Berikut adalah Gambar 3.2 yang menunjukkan ilustrasi desain kromosom *order quantity* bakpia kacang hijau dan Gambar 3.3 yang menunjukkan ilustrasi desain kromosom *reorder point* bakpia kacang hijau.

|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |     |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| orq <sub>1</sub> | orq <sub>2</sub> | orq <sub>3</sub> | orq <sub>4</sub> | orq <sub>5</sub> | orq <sub>6</sub> | orq <sub>7</sub> | orq <sub>8</sub> |     | orq <sub>n</sub> |
| 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | 11               | 12               | 13               | ... | 841              |

Gambar 3.2 Desain Kromosom *Order Quantity* Bakpia Kacang Hijau

|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |     |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| rop <sub>1</sub> | rop <sub>2</sub> | rop <sub>3</sub> | rop <sub>4</sub> | rop <sub>5</sub> | rop <sub>6</sub> | rop <sub>7</sub> | rop <sub>8</sub> |     | rop <sub>n</sub> |
| 0                | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | ... | 168              |

Gambar 3.3 Desain Kromosom *Reorder Point* Bakpia Kacang Hijau

Untuk *range* nilai gen tiap kromosom bakpia keju ditunjukkan oleh Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Nilai Gen Tiap Kromosom Bakpia Keju

|                             | Nilai Terendah | Nilai Tertinggi |
|-----------------------------|----------------|-----------------|
| <i>Order quantity</i> (orq) | 5              | 1062            |
| <i>Reorder point</i> (rop)  | 0              | 141             |

Setiap gen dapat bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval [5,1062] untuk kromosom *order quantity* dan interval [0,141] untuk kromosom *reorder point*. Berikut adalah Gambar 3.4 yang menunjukkan ilustrasi desain kromosom *order quantity* bakpia keju dan Gambar 3.5 yang menunjukkan ilustrasi desain kromosom *reorder point* bakpia keju.

|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |     |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| orq <sub>1</sub> | orq <sub>2</sub> | orq <sub>3</sub> | orq <sub>4</sub> | orq <sub>5</sub> | orq <sub>6</sub> | orq <sub>7</sub> | orq <sub>8</sub> |     | orq <sub>n</sub> |
| 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | 11               | 12               | ... | 1062             |

Gambar 3.4 Desain Kromosom *Order Quantity* Bakpia Keju

|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |     |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| rop <sub>1</sub> | rop <sub>2</sub> | rop <sub>3</sub> | rop <sub>4</sub> | rop <sub>5</sub> | rop <sub>6</sub> | rop <sub>7</sub> | rop <sub>8</sub> |     | rop <sub>n</sub> |
| 0                | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | ... | 141              |

Gambar 3.5 Desain Kromosom *Reorder Point* Bakpia Keju

Untuk *range* nilai gen tiap kromosom bakpia coklat ditunjukkan oleh Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Nilai Gen Tiap Kromosom Bakpia Cokelat

|                             | Nilai Terendah | Nilai Tertinggi |
|-----------------------------|----------------|-----------------|
| <i>Order quantity</i> (orq) | 3              | 1124            |
| <i>Reorder point</i> (rop)  | 0              | 137             |

Setiap gen dapat bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval [3,1124] untuk kromosom *order quantity* dan interval [0,137] untuk kromosom *reorder point*. Berikut adalah Gambar 3.6 yang menunjukkan ilustrasi desain kromosom *order quantity* bakpia coklat dan Gambar 3.7 yang menunjukkan ilustrasi desain kromosom *reorder point* bakpia coklat.

| orq <sub>1</sub> | orq <sub>2</sub> | orq <sub>3</sub> | orq <sub>4</sub> | orq <sub>5</sub> | orq <sub>6</sub> | orq <sub>7</sub> | orq <sub>8</sub> |     | orq <sub>n</sub> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | ... | 1124             |

Gambar 3.6 Desain Kromosom *Order Quantity* Bakpia Cokelat

| rop <sub>1</sub> | rop <sub>2</sub> | rop <sub>3</sub> | rop <sub>4</sub> | rop <sub>5</sub> | rop <sub>6</sub> | rop <sub>7</sub> | rop <sub>8</sub> |     | rop <sub>n</sub> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| 0                | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | ... | 137              |

Gambar 3.7 Desain Kromosom *Reorder Point* Bakpia Cokelat

Tahap selanjutnya yaitu pembangkitan populasi awal. Pada penelitian ini, populasi awal yang dibangkitkan yaitu 20 individu. Pembangkitan populasi ini menggunakan *random generator*. *Random generator* merupakan pembangkit bilangan secara acak untuk nilai pada tiap gen sesuai representasi kromosom yang digunakan. Penentuan ukuran populasi dalam *software* Generator dapat dilakukan pada *Populations Options* dengan mengisi 20 pada *Population Size*.

Selanjutnya yaitu menentukan nilai *fitness*. *Fitness* pada penelitian ini adalah *total cost*. Solusi yang baik adalah solusi yang mampu memberikan *total cost* paling minimal. Algoritma Genetika mencari *fitness* terbaik dengan mempertahankan kromosom yang kuat dan memperbaikinya hingga akhir generasi (iterasi). Kromosom yang kuat adalah kromosom dengan nilai kekuatan *fitness* yang tinggi. Fungsi kekuatan *fitness* dalam penelitian ini menggunakan Persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$TC(Q, r) = \text{Min} \left( \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - Dl + \bar{S}(x) \right) + \pi \frac{D}{Q} \bar{S}(x) \right) \dots \dots \dots (3.3)$$

*Demand* saat *leadtime* dapat dicari dengan Persamaan 2.6 dan ekspektasi jumlah kekurangan per siklus dapat dicari dengan Persamaan 2.4.

Selanjutnya, seleksi dilakukan untuk memilih individu yang akan dipilih untuk *crossover* dan mutasi. Penelitian ini menggunakan metode seleksi dengan seleksi turnamen. Seleksi turnamen yaitu seleksi dengan menentukan nilai *tour*, yang dalam penelitian ini yaitu 3. Sehingga tiap generasi terdapat 3 individu terbaik yang dipertahankan untuk dijadikan induk pada generasi berikutnya. Pada *software* Generator,

untuk menentukan 3 individu terbaik tiap generasinya, dilakukan dengan menetapkan *Keep Best* pada *Population Options* menjadi 3.

Selanjutnya yaitu dilakukan *crossover*. Pada tahap *crossover*, dilakukan pertukaran yang melibatkan dua indukan untuk membentuk kromosom baru. Penelitian ini menggunakan *two point crossover* atau *crossover* dua titik. *Two point crossover* digunakan untuk mendapatkan kromosom anakan yang berbeda dari sepasang kromosom indukan dengan dua titik potong. Titik potong dilakukan secara acak kemudian dilakukan proses pertukaran.

Tahap selanjutnya yaitu mutasi. Mutasi berperan untuk menggantikan gen yang hilang akibat proses seleksi (Entin, 2010). Kromosom anakan dimutasi dengan menambahkan nilai *random* dengan suatu probabilitas. Probabilitas mutasi digunakan untuk mengendalikan banyaknya gen baru yang akan dimunculkan untuk dievaluasi. Pada penelitian ini, digunakan probabilitas sebesar 80% dari populasi.

Dalam menemukan solusi yang optimal, dilakukan beberapa kali iterasi. Iterasi akan berhenti jika memenuhi syarat. Salah satu syaratnya yaitu sudah mencapai jumlah iterasi yang ditentukan (Zukhri, 2013). Pada penelitian ini, iterasi akan berhenti jika setengah atau lebih dari jumlah iterasi sudah stabil.

### **3.6 Hasil dan Pembahasan**

Pada tahap ini dilakukan pembahasan mengenai hasil yang diperoleh untuk mendapatkan pemahaman setelah pengolahan data. Pada penelitian ini, pembahasan meliputi kelemahan dan kemungkinan resiko yang akan terjadi jika perusahaan menggunakan metode ini sehingga menjadi dasar dalam pemberian usulan untuk penelitian selanjutnya.

### **3.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran dipaparkan pada bab terakhir pada penelitian ini. Kesimpulan merupakan jawaban dari rumusan masalah yang diangkat. Saran digunakan untuk mengusulkan beberapa rekomendasi untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data produksi bakpia dan data biaya-biaya yang dibutuhkan.

##### 4.1.1 Data Produksi

Untuk memenuhi permintaan dari ke tujuh *outlet*, setiap harinya Bakpiapia Djogja memproduksi bakpia. Namun, jumlah produksi tiap harinya tidak konstan. Faktor pertimbangan penentuan jumlah produksi Bakpiapia Djogja yaitu permintaan dan persediaan awal serta musiman hari tersebut. Bakpia yang diproduksi bertahan hanya beberapa hari saja. Jika dalam waktu kurang dari tiga hari (H-3) sebelum waktu kadaluarsa belum terjual, maka bakpia tersebut akan ditarik kembali. Hal ini dilakukan karena bakpia merupakan produk buah tangan sehingga belum pasti akan dikonsumsi secara langsung oleh konsumen di hari konsumen tersebut membeli.

Bakpia yang diproduksi Bakpiapia Djoga memiliki dua jenis varian rasa, yaitu bakpia *single* dan bakpia blasteran. Bakpia *single* merupakan bakpia pada umumnya dengan varian rasa kacang hijau, coklat dan keju, sedangkan bakpia blasteran merupakan inovasi dari bakpia *single* dengan varian rasa nanas, durian, *cappucino*, *blueberry cheese*, tuna pedas dan sebagainya. Pada penelitian ini, objek penelitian yaitu bakpia *single*, yaitu bakpia kacang hijau, bakpia keju dan bakpia coklat. Pada lampiran Tabel A.1 menunjukkan data produksi bakpia kacang hijau periode 2015, sedangkan data produksi bakpia keju dapat dilihat pada lampiran Tabel A.2 dan bakpia coklat dapat dilihat pada lampiran Tabel A.3.

#### 4.1.2 Data Biaya

Dalam menentukan total biaya persediaan, dibutuhkan beberapa data biaya-biaya yang mempengaruhi, antara lain biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan. Tabel 4.1 menunjukkan penyusun biaya pesan per sekali pesan dari ketiga produk bakpia.

Tabel 4.1 Biaya Pesan

| Jenis Biaya               | Kacang Hijau     | Keju             | Cokelat          |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Biaya Transportasi        | Rp 5.472         | Rp 5.472         | Rp 5.472         |
| Biaya Telepon             | Rp 5.279         | Rp 5.279         | Rp 5.279         |
| Biaya Pengiriman Material | Rp 5.878         | Rp 5.998         | Rp 6.059         |
| <b>Total Biaya Pesan</b>  | <b>Rp 16.629</b> | <b>Rp 16.749</b> | <b>Rp 16.810</b> |

Untuk biaya simpan, berikut adalah perhitungan penyusun biaya simpan per kotak per hari untuk ketiga produk bakpia.

a. Biaya Simpan Bakpia Kacang Hijau

1. Biaya tenaga kerja langsung (2 orang/bulan) Rp 2.600.000
  2. Biaya tempat (per bulan) Rp 350.000
  3. Biaya listrik (per bulan) Rp 454.360 +  
Rp 3.404.360
  4. Biaya capital (10%) = bunga 10% x harga pokok produksi  
= 10% x 813,28 = Rp 81,328/tahun
  5. Rata-rata penyimpanan barang = 6000 pcs
- Jadi, biaya simpan =  $\frac{3.404.360}{6000} + \frac{81,328}{12} = \text{Rp } 574,17 \text{ pcs/bulan}$   
= Rp 19,14 pcs/hari = Rp 383 kotak/hari

b. Biaya Simpan Bakpia Keju

1. Biaya tenaga kerja langsung (2 orang/bulan) Rp 2.600.000
  2. Biaya tempat (per bulan) Rp 350.000
  3. Biaya listrik (per bulan) Rp 454.360 +  
Rp 3.404.360
  4. Biaya capital (10%) = bunga 10% x harga pokok produksi  
= 10% x 900,23 = Rp 90,023/tahun
  5. Rata-rata penyimpanan barang = 6000 pcs
- Jadi, biaya simpan =  $\frac{3.404.360}{6000} + \frac{90,023}{12} = \text{Rp } 574,90 \text{ pcs/bulan}$   
= Rp 19,16 pcs/hari = Rp 383 kotak/hari

## c. Biaya Simpan Bakpia Cokelat

1. Biaya tenaga kerja langsung (2 orang/bulan) Rp 2.600.000
2. Biaya tempat (per bulan) Rp 350.000
3. Biaya listrik (per bulan) Rp 454.360 +  
Rp 3.404.360
4. Biaya capital (10%) = bunga 10% x harga pokok produksi  
= 10% x 798,25 = Rp 79,825/tahun
5. Rata-rata penyimpanan barang = 6000 pcs  
Jadi, biaya simpan =  $\frac{3.404.360}{6000} + \frac{79,825}{12}$  = Rp 574,05 pcs/bulan  
= Rp 19,13 pcs/hari = Rp 383 kotak/hari

Untuk biaya kekurangan, digunakan harga pokok produksi. Berikut adalah Tabel 4.2 yang menunjukkan penyusun biaya kekurangan dari ketiga produk bakpia.

Tabel 4.2 Biaya Kekurangan

| <b>KACANG HIJAU</b>          |               |                  |              |                  |
|------------------------------|---------------|------------------|--------------|------------------|
| <b>Jenis Biaya</b>           | <b>Satuan</b> | <b>Kuantitas</b> | <b>Biaya</b> | <b>Jumlah</b>    |
| Filling Kacang Hijau (Kumbu) | Kg            | 0,0167           | Rp 13.723,33 | Rp 229,18        |
| Sol Pia                      | Kg            | 0,0032           | Rp 15.213,99 | Rp 48,68         |
| Kulit Puff Pastry            | Kg            | 0,0084           | Rp 37.672,80 | Rp 316,45        |
| Tarif BTKL                   | Trf           | 2,26             | Rp 56        | Rp 126,56        |
| Tarif Overhead Pabrik        | Trf           | 1,68             | Rp 55        | Rp 92,40         |
| Total (pcs)                  |               |                  |              | Rp 813,28        |
| <b>Total (kotak)</b>         |               |                  |              | <b>Rp 16.266</b> |
| <b>KEJU</b>                  |               |                  |              |                  |
| <b>Jenis Biaya</b>           | <b>Satuan</b> | <b>Kuantitas</b> | <b>Biaya</b> | <b>Jumlah</b>    |
| Filling Jladren Keju         | Kg            | 0,0153           | Rp 23.844,20 | Rp 364,82        |
| Kulit Puff Pastry            | Kg            | 0,0084           | Rp 37.672,80 | Rp 316,45        |
| Tarif BTKL                   | Trf           | 2,26             | Rp 56        | Rp 126,56        |
| Tarif Overhead Pabrik        | Trf           | 1,68             | Rp 55        | Rp 92,40         |
| Total (pcs)                  |               |                  |              | Rp 900,23        |
| <b>Total (kotak)</b>         |               |                  |              | <b>Rp 18.005</b> |
| <b>COKELAT</b>               |               |                  |              |                  |
| <b>Jenis Biaya</b>           | <b>Satuan</b> | <b>Kuantitas</b> | <b>Biaya</b> | <b>Jumlah</b>    |
| Filling Jladren Cokelat      | Kg            | 0,0142           | Rp 32.463,92 | Rp 460,99        |
| Kulit Bakpia & Pia           | Kg            | 0,0068           | Rp 10.238,05 | Rp 69,62         |
| Sol Pia                      | Kg            | 0,0032           | Rp 15.213,99 | Rp 48,68         |
| Tarif BTKL                   | Trf           | 2,26             | Rp 56        | Rp 126,56        |
| Tarif Overhead Pabrik        | Kg            | 1,68             | Rp 55        | Rp 92,40         |
| Total (pcs)                  |               |                  |              | Rp 798,25        |
| <b>Total (kotak)</b>         |               |                  |              | <b>Rp 15.965</b> |

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Continuous Review System

Dalam pengendalian persediaan probabilistik, salah satu metode yang dapat digunakan yaitu *Continuous Review System*. Metode ini menggunakan *order quantity* atau jumlah pemesanan dengan nilai yang tetap atau konstan tiap pemesanannya. Pemesanan ulang dilakukan ketika sudah mencapai titik *reorder point* atau di bawahnya (Verawaty et al., 2015). Metode ini mencari tiga variabel, yaitu *order quantity*, *reorder point* dan *total cost inventory*. Berikut adalah hasil perhitungan dari masing-masing produk bakpia.

Untuk bakpia kacang hijau, berikut adalah Tabel 4.3 yang menunjukkan variabel penentu dalam perhitungan metode *Continuous Review System*.

Tabel 4.3 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Kacang Hijau

| Variabel              | Simbol | Kuantitas | Satuan           |
|-----------------------|--------|-----------|------------------|
| Biaya pesan           | $A$    | Rp 16.629 | Per sekali pesan |
| Rata-rata permintaan  | $D$    | 167       | Kotak/hari       |
| Biaya simpan          | $h$    | Rp 383    | Per kotak/hari   |
| Biaya kekurangan      | $\pi$  | Rp 16.266 | Per kotak        |
| Lead time             | $l$    | 1         | Hari             |
| Demand saat lead time | $Dl$   | 167       | Kotak            |

Selain variabel-variabel yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3, terdapat ekspektasi jumlah kekurangan yang dapat dicari dengan Persamaan 2.4 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia kacang hijau.

$$\begin{aligned}
 \bar{S}(x) &= \int_0^{\infty} S(x)f(x)dx = \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx \\
 \bar{S}(x) &= \int_r^{167} (x-r) \frac{1}{167} dx \\
 &= \frac{1}{167} \cdot \frac{1}{2} (x-r)^2 \Big|_r^{167} \\
 &= \frac{1}{334} [(x^2 - 2xr + r^2)]_r^{167} \\
 &= \frac{1}{334} [(27889 - 334r + r^2) - (r^2 - 2r^2 + r^2)]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{334} (27889 - 334r + r^2) \\
&= 83,5 - r + \frac{r^2}{334}
\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan *reorder point* dapat dicari menggunakan Persamaan 2.3 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan *reorder point* bakpia kacang hijau.

$$\begin{aligned}
r &= \int_r^{167} \frac{1}{167} dx = \frac{hQ}{\pi D} = \frac{383Q}{16266.167} \\
\frac{167 - r}{167} &= \frac{383Q}{2716422} \\
453642474 - 2716422r &= 63961Q \\
7092,4856 - 42,469974r &= Q \\
\frac{7092,4856 - Q}{42,469974} &= r \\
r &= 167 - \frac{Q}{42,469974}
\end{aligned}$$

Langkah pertama yaitu mencari  $Q$  awal menggunakan Persamaan 2.1. Berikut adalah hasil perhitungan  $Q$  awal bakpia kacang hijau.

$$Q_1 \sqrt{\frac{2AD}{h}} = \sqrt{\frac{2.16629.167}{383}} = 120 \text{ kotak}$$

Setelah didapatkan  $Q$  awal, selanjutnya yaitu mencari  $r$ . Berikut adalah hasil perhitungan  $r_1$  bakpia kacang hijau.

$$r_1 = 167 - \frac{Q}{42,469974} = 167 - \frac{120}{42,469974} = 164$$

Setelah mendapatkan  $r$ , selanjutnya yaitu mencari ekspektasi jumlah kekurangan produk. Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia kacang hijau.

$$\bar{S}(x) = 83,5 - r + \frac{r^2}{334} = 83,5 - 164 + \frac{164^2}{334} = 0,02$$

Selanjutnya untuk mencari  $Q_2$ , digunakan Persamaan 2.2 untuk memperoleh  $Q$  optimal. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2D(A + \pi\bar{S}(x))}{h}} = \sqrt{\frac{2.167(16629 + 16266.0,02)}{383}} = 122$$

Proses iterasi dilakukan secara terus menerus hingga didapatkan nilai  $Q$  dan  $r$  yang optimal. Berikut adalah Tabel 4.4 yang menunjukkan hasil iterasi pada produk bakpia kacang hijau.

Tabel 4.4 Hasil Iterasi Bakpia Kacang Hijau

| Iterasi 1    |      |
|--------------|------|
| $Q_1$        | 120  |
| $r_1$        | 164  |
| Iterasi 2    |      |
| $\bar{S}(x)$ | 0,02 |
| $Q_2$        | 122  |
| $r_2$        | 164  |
| Iterasi 3    |      |
| $\bar{S}(x)$ | 0,02 |
| $Q_3$        | 122  |
| $r_3$        | 164  |

Jika semua variabel sudah diketahui nilainya, maka dapat dicari total biaya persediaannya. Dengan menggunakan Persamaan 2.5 dapat ditentukan total biaya persediaan. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 TC(Q,r) &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - Dl + \bar{S}(x) \right) + \pi \frac{D}{Q} \bar{S}(x) \\
 &= \frac{16629.167}{122} + 383 \left( \frac{122}{2} + 164 - 167 + 0,02 \right) + 16266 \frac{167}{122} 0,02 \\
 &= Rp 45.585,00
 \end{aligned}$$

Untuk bakpia keju, berikut adalah Tabel 4.5 yang menunjukkan variabel penentu dalam perhitungan metode *Continuous Review System*.

Tabel 4.5 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Keju

| Variabel              | Simbol | Kuantitas | Satuan           |
|-----------------------|--------|-----------|------------------|
| Biaya pesan           | $A$    | Rp 16.749 | Per sekali pesan |
| Rata-rata permintaan  | $D$    | 141       | Kotak/hari       |
| Biaya simpan          | $h$    | Rp 383    | Per kotak/hari   |
| Biaya kekurangan      | $\pi$  | Rp 18.005 | Per kotak        |
| Lead time             | $l$    | 1         | Hari             |
| Demand saat lead time | $Dl$   | 141       | Kotak            |

Selain variabel-variabel yang ditunjukkan oleh Tabel 4.5, terdapat ekspektasi jumlah kekurangan yang dapat dicari dengan Persamaan 2.4 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia keju.

$$\begin{aligned}
\bar{S}(x) &= \int_0^{\infty} S(x)f(x)dx = \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx \\
\bar{S}(x) &= \int_r^{141} (x-r)\frac{1}{141}dx \\
&= \frac{1}{141} \cdot \frac{1}{2} (x-r)^2 \Big|_r^{141} \\
&= \frac{1}{282} [(x^2 - 2xr + r^2)]_r^{141} \\
&= \frac{1}{282} [(19881 - 282r + r^2) - (r^2 - 2r^2 + r^2)] \\
&= \frac{1}{282} (19881 - 282r + r^2) \\
&= 70,5 - r + \frac{r^2}{282}
\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan *reorder point* dapat dicari menggunakan Persamaan 2.3 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan *reorder point* bakpia keju.

$$\begin{aligned}
r &= \int_r^{141} \frac{1}{141} dx = \frac{hQ}{\pi D} = \frac{383Q}{18005.141} \\
\frac{141-r}{141} &= \frac{383Q}{2538705} \\
357957405 - 2538705r &= 54003Q \\
6628,4726 - 47,010444r &= Q \\
\frac{6628,4726 - Q}{47,010444} &= r \\
r &= 141 - \frac{Q}{47,010444}
\end{aligned}$$

Sama halnya dengan perhitungan pada produk bakpia kacang hijau, langkah pertama yaitu mencari  $Q$  awal menggunakan Persamaan 2.1. Berikut adalah hasil perhitungan  $Q$  awal bakpia keju.

$$Q_1 \sqrt{\frac{2AD}{h}} = \sqrt{\frac{2.16749.141}{383}} = 111 \text{ kotak}$$

Setelah didapatkan  $Q$  awal, selanjutnya yaitu mencari  $r$ . Berikut adalah hasil perhitungan  $r_1$  bakpia keju.

$$r_1 = 141 - \frac{Q}{47,010444} = 141 - \frac{111}{47,010444} = 139$$

Setelah mendapatkan  $r$ , selanjutnya yaitu mencari ekspektasi jumlah kekurangan produk. Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia keju.

$$\bar{S}(x) = 70,5 - r + \frac{r^2}{282} = 70,5 - 139 + \frac{139^2}{334} = 0,02$$

Selanjutnya untuk mencari  $Q_2$ , digunakan Persamaan 2.2 untuk memperoleh  $Q$  optimal. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2D(A + \pi\bar{S}(x))}{h}} = \sqrt{\frac{2.141(16749 + 18005.0,02)}{383}} = 111$$

Proses iterasi dilakukan secara terus menerus hingga didapatkan nilai  $Q$  dan  $r$  yang optimal. Berikut adalah Tabel 4.6 yang menunjukkan hasil iterasi pada produk bakpia keju.

Tabel 4.6 Hasil Iterasi Bakpia Keju

| <b>Iterasi 1</b> |      |
|------------------|------|
| $Q_1$            | 111  |
| $r_1$            | 139  |
| <b>Iterasi 2</b> |      |
| $\bar{S}(x)$     | 0,02 |
| $Q_2$            | 112  |
| $r_2$            | 139  |
| <b>Iterasi 3</b> |      |
| $\bar{S}(x)$     | 0,02 |
| $Q_3$            | 112  |
| $r_3$            | 139  |

Jika semua variabel sudah diketahui nilainya, maka dapat dicari total biaya persediaannya. Dengan menggunakan Persamaan 2.5 dapat ditentukan total biaya persediaan. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 TC(Q, r) &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - Dl + \bar{S}(x) \right) + \pi \frac{D}{Q} \bar{S}(x) \\
 &= \frac{16749.141}{112} + 383 \left( \frac{112}{2} + 139 - 141 + 0,02 \right) + 18005 \frac{141}{112} 0,02 \\
 &= Rp 42.407,00
 \end{aligned}$$

Untuk bakpia coklat, berikut adalah Tabel 4.7 yang menunjukkan variabel penentu dalam perhitungan metode *Continuous Review System*.

Tabel 4.7 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Cokelat

| Variabel              | Simbol | Kuantitas | Satuan           |
|-----------------------|--------|-----------|------------------|
| Biaya pesan           | $A$    | Rp 16.810 | Per sekali pesan |
| Rata-rata permintaan  | $D$    | 136       | Kotak/hari       |
| Biaya simpan          | $h$    | Rp 383    | Per kotak/hari   |
| Biaya kekurangan      | $\pi$  | Rp 15.965 | Per kotak        |
| Lead time             | $l$    | 1         | Hari             |
| Demand saat lead time | $Dl$   | 136       | Kotak            |

Selain variabel-variabel yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7, terdapat ekspektasi jumlah kekurangan yang dapat dicari dengan Persamaan 2.4 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia cokelat.

$$\begin{aligned}
 \bar{S}(x) &= \int_0^{\infty} S(x)f(x)dx = \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx \\
 \bar{S}(x) &= \int_r^{136} (x-r) \frac{1}{136} dx \\
 &= \frac{1}{136} \cdot \frac{1}{2} (x-r)^2 \Big|_r^{136} \\
 &= \frac{1}{272} [(x^2 - 2xr + r^2)]_r^{136} \\
 &= \frac{1}{272} [(18496 - 272r + r^2) - (r^2 - 2r^2 + r^2)] \\
 &= \frac{1}{272} (18496 - 272r + r^2) \\
 &= 68 - r + \frac{r^2}{272}
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan *reorder point* dapat dicari menggunakan Persamaan 2.3 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan *reorder point* bakpia cokelat.

$$\begin{aligned}
 r &= \int_r^{136} \frac{1}{136} dx = \frac{hQ}{\pi D} = \frac{383Q}{15965.136} \\
 \frac{136-r}{136} &= \frac{383Q}{2171240} \\
 295288640 - 2171240r &= 52088Q \\
 5669,0339 - 41,684073r &= Q \\
 \frac{5669,0339 - Q}{41,684073} &= r
 \end{aligned}$$

$$r = 136 - \frac{Q}{41,684073}$$

Sama halnya dengan perhitungan pada produk bakpia kacang hijau dan keju, langkah pertama yaitu mencari  $Q$  awal menggunakan Persamaan 2.1. Berikut adalah hasil perhitungan  $Q$  awal bakpia coklat.

$$Q_1 \sqrt{\frac{2AD}{h}} = \sqrt{\frac{2.16810.136}{383}} = 109 \text{ kotak}$$

Setelah didapatkan  $Q$  awal, selanjutnya yaitu mencari  $r$ . Berikut adalah hasil perhitungan  $r_1$  bakpia coklat.

$$\begin{aligned} r_1 &= 136 - \frac{Q}{41,684073} \\ &= 136 - \frac{109}{41,684073} = 133 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan  $r$ , selanjutnya yaitu mencari ekspektasi jumlah kekurangan produk. Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia coklat.

$$\begin{aligned} \bar{S}(x) &= 68 - r + \frac{r^2}{272} \\ &= 68 - 133 + \frac{133^2}{272} = 0,03 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk mencari  $Q_2$ , digunakan Persamaan 2.2 untuk memperoleh  $Q$  optimal. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \bar{S}(x))}{h}} = \sqrt{\frac{2.136(16810 + 15965.0,03)}{383}} = 111$$

Proses iterasi dilakukan secara terus menerus hingga didapatkan nilai  $Q$  dan  $r$  yang optimal. Berikut adalah Tabel 4.8 yang menunjukkan hasil iterasi pada produk bakpia coklat.

Tabel 4.8 Hasil Iterasi Bakpia Cokelat

| Iterasi 1    |      |
|--------------|------|
| $Q_1$        | 109  |
| $r_1$        | 133  |
| Iterasi 2    |      |
| $\bar{S}(x)$ | 0,03 |
| $Q_2$        | 111  |
| $r_2$        | 133  |
| Iterasi 3    |      |
| $\bar{S}(x)$ | 0,03 |
| $Q_3$        | 111  |
| $r_3$        | 133  |

Jika semua variabel sudah diketahui nilainya, maka dapat dicari total biaya persediaannya. Dengan menggunakan Persamaan 2.5 dapat ditentukan total biaya persediaan. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 TC(Q, r) &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - Dl + \bar{S}(x) \right) + \pi \frac{D}{Q} \bar{S}(x) \\
 &= \frac{16810.136}{111} + 383 \left( \frac{111}{2} + 133 - 136 + 0,03 \right) + 15965 \frac{136}{111} 0,03 \\
 &= Rp \ 41.352,00
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Pemodelan Logika Fuzzy

Pembangunan model *Fuzzy* pada penelitian ini digunakan untuk memberikan kemudahan dalam menentukan jumlah bakpia yang diproduksi. Model tersebut menggunakan *Fuzzy* Sugeno Orde-Nol.

##### a. Variabel *Input* dan *Output*

Untuk membangun model *Fuzzy*, dibutuhkan variabel *input* dan *output* dalam sistem. Variabel *input* merupakan variabel yang mempengaruhi jumlah produksi bakpia. Sedangkan *output* model ini yaitu jumlah produksi bakpia. Dalam penelitian ini, perlu dimasukkan terlebih dahulu data yang berisi *input* dan *output* yang diperlukan dalam sistem. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data produksi bakpia kacang hijau.

`[data_produksi]=xlsread('fuzzy kacang hijau.xlsx')`

Perintah tersebut akan menunjukkan data produksi seperti pada lampiran Tabel A.1.

Terdapat tiga *input* pada pembangunan model ini yaitu persediaan awal, permintaan dan indeks musiman. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data *input* bakpia kacang hijau.

$$[input\_data]=data\_produksi(:,1:3)$$

Perintah tersebut akan menunjukkan data *input* berupa data persediaan awal, permintaan dan indeks musiman dari bakpia kacang hijau. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran Tabel A.1 kolom pertama hingga ketiga.

Pembangunan model Logika *Fuzzy* pada penelitian ini yaitu menghasilkan *output* berupa jumlah produksi bakpia berdasarkan data historis yang ada. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data *output* bakpia kacang hijau.

$$[output\_data]=data\_produksi(:,4)$$

Perintah tersebut akan menunjukkan data *output* berupa data jumlah produksi dari bakpia kacang hijau. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran Tabel A.1 kolom keempat.

Selain bakpia kacang hijau, dilakukan juga pembangunan model prediksi terhadap produk bakpia keju. Langkah-langkah yang dilakukan sama seperti pembangunan model prediksi terhadap bakpia kacang hijau. Langkah pertama yaitu memasukkan terlebih dahulu data yang berisi *input* dan *output* yang diperlukan dalam sistem. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data produksi bakpia keju.

$$[data\_produksi]=xlsread('fuzzy\keju.xlsx')$$

Perintah tersebut akan menunjukkan data produksi bakpia keju seperti pada lampiran Tabel A.2.

Terdapat tiga *input* pada pembangunan model ini yaitu persediaan awal, permintaan dan indeks musiman. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data *input* bakpia keju.

$$[input\_data]=data\_produksi(:,1:3)$$

Perintah tersebut akan menunjukkan data *input* berupa data persediaan awal, permintaan dan indeks musiman dari bakpia keju. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran Tabel A.2 kolom pertama hingga ketiga.

Pembangunan model Logika *Fuzzy* pada penelitian ini yaitu menghasilkan *output* berupa jumlah produksi bakpia berdasarkan data historis yang ada. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data *output* bakpia keju.

```
[output_data]=data_produksi(:,4)
```

Perintah tersebut akan menunjukkan data *output* berupa data jumlah produksi dari bakpia keju. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran Tabel A.2 kolom keempat.

Selain bakpia kacang hijau dan bakpia keju, dilakukan juga pembangunan model prediksi terhadap produk bakpia coklat. Langkah-langkah yang dilakukan sama seperti pembangunan model prediksi sebelumnya. Langkah pertama yaitu memasukkan terlebih dahulu data yang berisi *input* dan *output* yang diperlukan dalam sistem. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data produksi bakpia coklat.

```
[data_produksi]=xlsread('fuzzy coklat.xlsx')
```

Perintah tersebut akan menunjukkan data produksi bakpia coklat seperti pada lampiran Tabel A.3.

Terdapat tiga *input* pada pembangunan model ini yaitu persediaan awal, permintaan dan indeks musiman. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data *input* bakpia coklat.

```
[input_data]=data_produksi(:,1:3)
```

Perintah tersebut akan menunjukkan data *input* berupa data persediaan awal, permintaan dan indeks musiman dari bakpia coklat. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran Tabel A.3 kolom pertama hingga ketiga.

Pembangunan model Logika *Fuzzy* pada penelitian ini yaitu menghasilkan *output* berupa jumlah produksi bakpia berdasarkan data historis yang ada. Berikut adalah perintah untuk memasukkan data *output* bakpia coklat.

```
[output_data]=data_produksi(:,4)
```

Perintah tersebut akan menunjukkan data *output* berupa data jumlah produksi dari bakpia coklat. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran Tabel A.3 kolom keempat.

### b. *Membership Function*

Penelitian ini menggunakan *membership function* dan *fuzzy set* dengan komputasi secara otomatis oleh sistem setelah memasukkan data historis. Komputasi tersebut menggunakan *Subtractive Clustering*. Menurut Kusumadewi (2002), konsep dasar *Subtractive Clustering* adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki potensi tinggi terhadap titik-titik di sekitarnya. Pusat *cluster* ditentukan oleh titik dengan jumlah tetangga terbanyak.

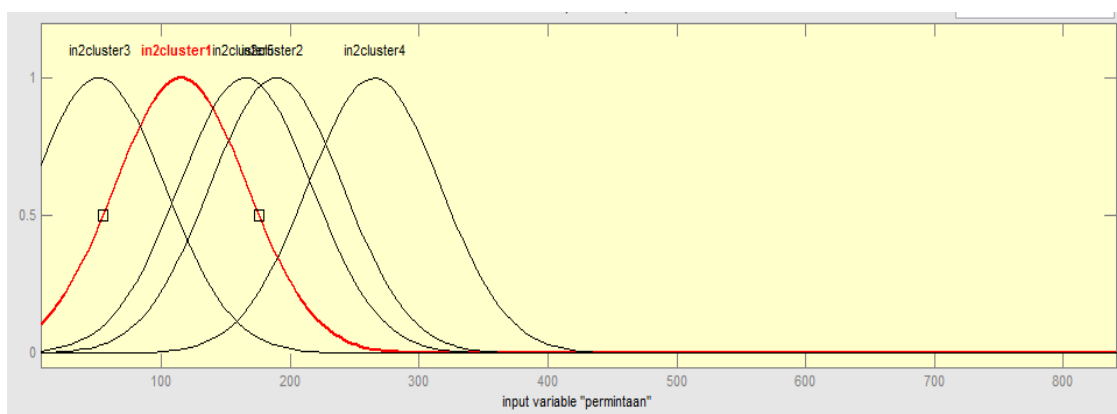
Pada penelitian ini, digunakan radius 0,175. Hal ini merupakan hasil *trial and error* dari percobaan beberapa radius yang diuji. Jika radius terlalu besar, maka *clustering* yang dihasilkan akan sedikit dan kurang spesifik. Namun jika radius terlalu kecil, maka akan membebani komputasi karena *cluster* yang terbentuk semakin banyak. Perintah untuk melakukan *Subtractive Clustering* adalah sebagai berikut.

$$[C,S]=\text{subclust}([\text{input\_data output\_data}],0.175)$$

*Subtractive Clustering* membuat *membership function* berbentuk kurva *Gauss*, sehingga *membership function* untuk ketiga variabel *input* adalah kurva *Gauss*. Sedangkan *membership function* variabel *output* yang digunakan yaitu kurva Linear. Untuk memunculkan *membership function*, maka perlu dilakukan perintah sebagai berikut.

$$\text{mfedit}(\text{myfis})$$

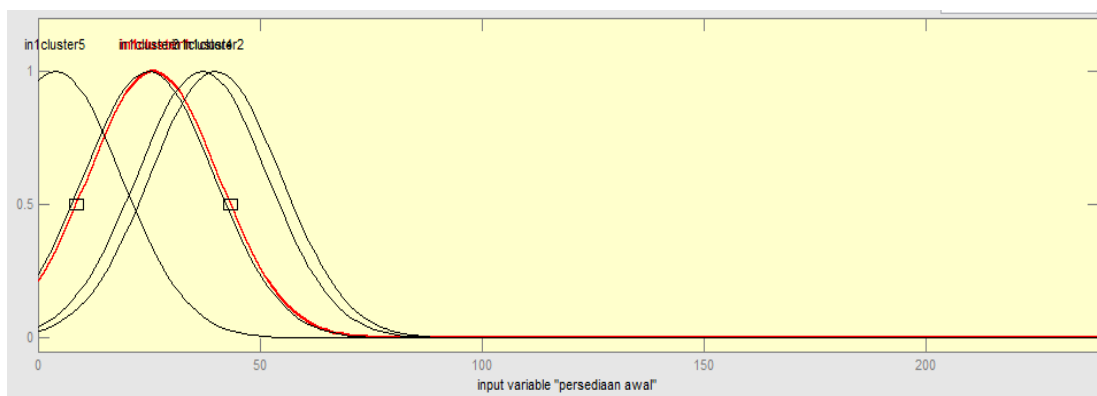
Berikut ini merupakan Gambar 4.1 yang menunjukkan *membership function* variabel Permintaan bakpia kacang hijau.



Gambar 4.1 *Membership Function* Variabel *Input* Permintaan Bakpia Kacang Hijau

Gambar 4.1 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Permintaan produk bakpia kacang hijau memiliki lima kurva *Gauss* dengan *range* 6 hingga 841. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data permintaan terhadap bakpia kacang hijau.

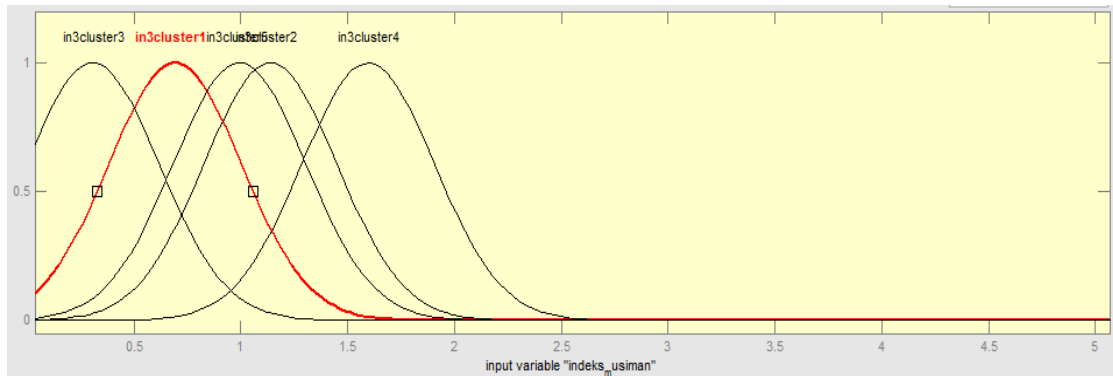
Selain permintaan, terdapat juga variabel *input* lainnya yaitu variabel persediaan awal. Berikut adalah Gambar 4.2 yang menunjukkan *membership function* variabel Persediaan awal bakpia kacang hijau.



Gambar 4.2 *Membership Function* Variabel *Input* Persediaan Bakpia Kacang Hijau

Gambar 4.2 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Persediaan produk bakpia kacang hijau memiliki lima kurva *Gauss* dengan *range* 0 hingga 239. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data persediaan awal terhadap bakpia kacang hijau.

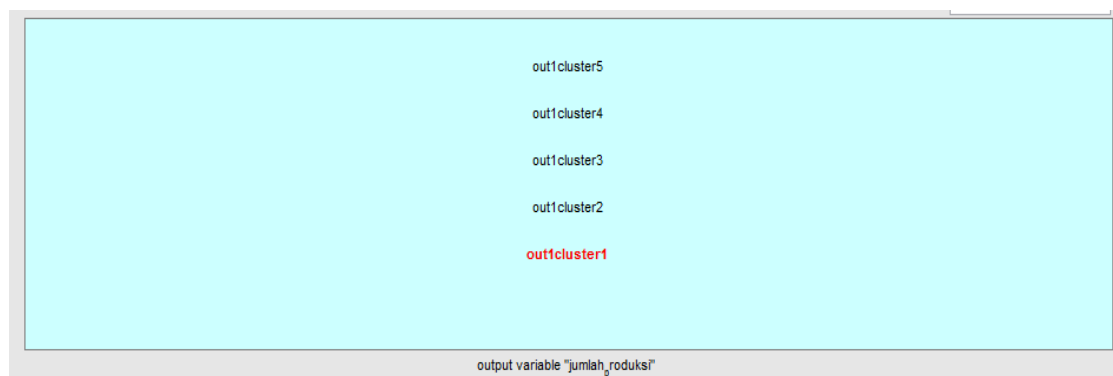
Selain itu, terdapat juga variabel *input* lain yaitu variabel indeks musiman. Berikut adalah Gambar 4.3 yang menunjukkan *membership function* variabel Indeks musiman bakpia kacang hijau.



Gambar 4.3 *Membership Function* Variabel Input Indeks Musiman Bakpia Kacang Hijau

Gambar 4.3 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Indeks musiman produk bakpia kacang hijau memiliki lima kurva *Gauss* dengan *range* 0,03614 hingga 5,066. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data indeks musiman terhadap bakpia kacang hijau.

Selain variabel *input*, terdapat juga *membership function* untuk variabel *output*. Variabel *output* pada penelitian ini yaitu jumlah produksi bakpia. Berikut adalah Gambar 4.4 yang menunjukkan *membership function* variabel Jumlah produksi bakpia kacang hijau.



Gambar 4.4 *Membership Function* Variabel Output Jumlah Produksi Bakpia Kacang Hijau

Jika pada ketiga variabel *input* menggunakan kurva *Gauss*, maka pada variabel *output* menggunakan kurva Linear. Hal ini karena model yang digunakan menggunakan metode Sugeno. Hal ini dikarenakan *output* metode Sugeno bukan berupa himpunan

*Fuzzy*, melainkan berupa konstanta. Gambar 4.4 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Jumlah produksi bakpia kacang hijau memiliki lima kurva Linear dengan *range* 0 hingga 835. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data jumlah produksi bakpia kacang hijau yang diproduksi oleh perusahaan selama periode 2015.

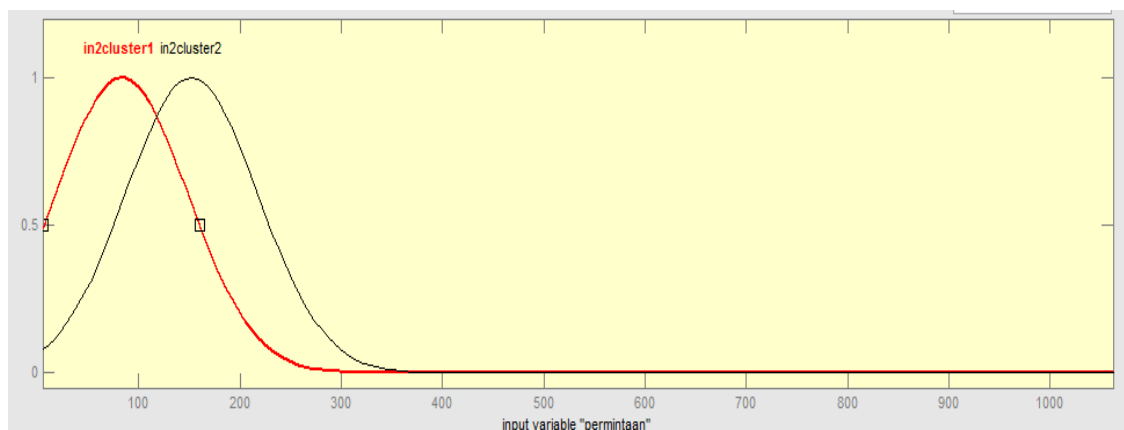
Untuk produk bakpia keju, langkah-langkah yang dilakukan sama seperti di atas. Pada penelitian ini digunakan radius 0,175. Perintah untuk melakukan *Subtractive Clustering* adalah sebagai berikut.

$$[C,S]=subclust([input\_data\ output\_data],0.175)$$

Sama seperti pada hasil *Subtractive Clustering* bakpia kacang hijau, *membership function* untuk ketiga variabel *input* adalah kurva *Gauss*. Sedangkan *membership function* variabel *output* yang digunakan yaitu kurva Linear. Untuk memunculkan *membership function*, maka perlu dilakukan perintah sebagai berikut.

$$mfedit(myfis)$$

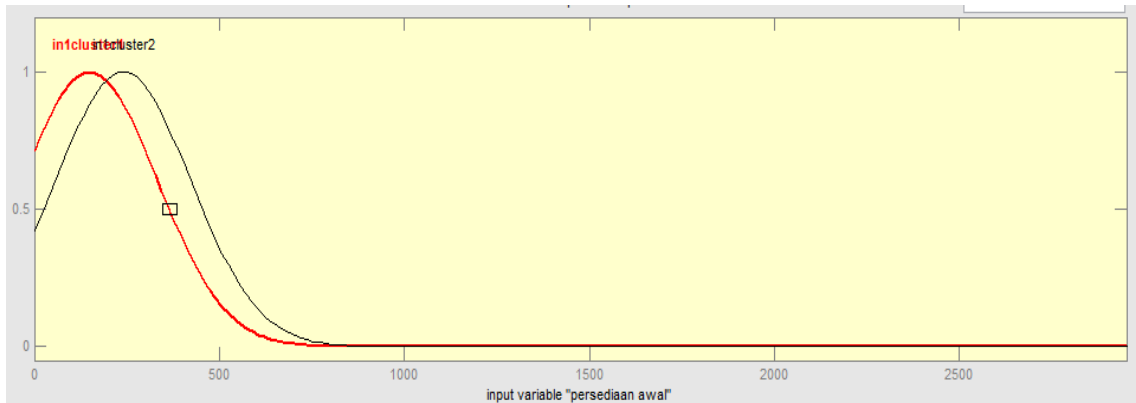
Berikut ini merupakan Gambar 4.5 yang menunjukkan *membership function* variabel Permintaan bakpia keju.



Gambar 4.5 *Membership Function* Variabel *Input* Permintaan Bakpia Keju

Gambar 4.5 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Permintaan produk bakpia keju memiliki dua kurva *Gauss* dengan *range* 5 hingga 1062. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data permintaan terhadap bakpia keju.

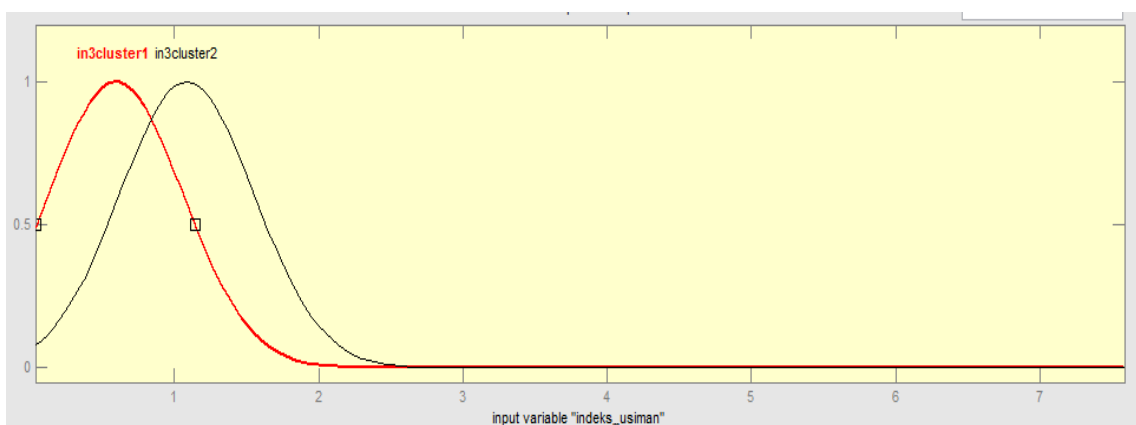
Selain permintaan, terdapat juga variabel *input* lainnya yaitu variabel persediaan awal. Berikut adalah Gambar 4.6 yang menunjukkan *membership function* variabel Persediaan bakpia keju.



Gambar 4.6 *Membership Function* Variabel *Input* Persediaan Bakpia Keju

Gambar 4.6 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Persediaan produk bakpia keju memiliki dua kurva *Gauss* dengan *range* 0 hingga 2952. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data persediaan awal terhadap bakpia keju.

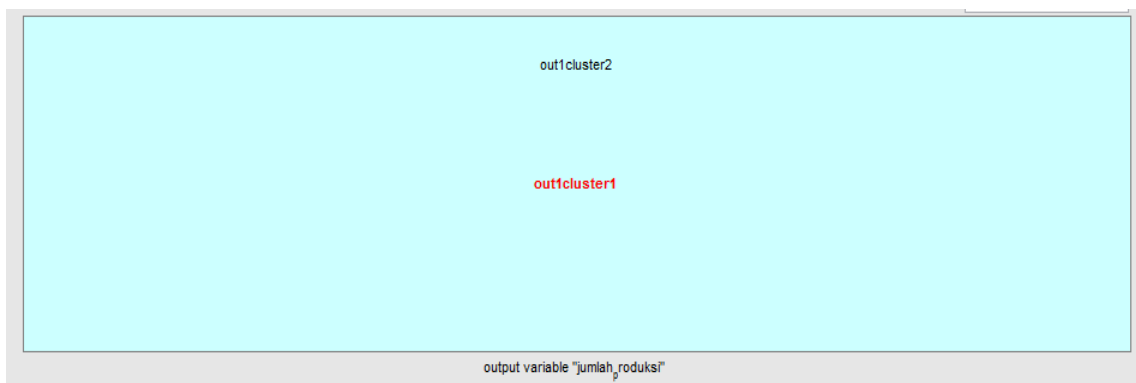
Selain itu, terdapat juga variabel *input* lain yaitu variabel indeks musiman. Berikut adalah Gambar 4.7 yang menunjukkan *membership function* variabel Indeks musiman bakpia keju.



Gambar 4.7 *Membership Function* Variabel *Input* Indeks Musiman Bakpia Keju

Gambar 4.7 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Indeks musiman produk bakpia keju memiliki dua kurva *Gauss* dengan *range* 0,03571 hingga 7,586. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data indeks musiman terhadap bakpia keju.

Selain variabel *input*, terdapat juga *membership function* untuk variabel *output*. Variabel *output* pada penelitian ini yaitu jumlah produksi bakpia. Berikut adalah Gambar 4.8 yang menunjukkan *membership function* variabel Jumlah produksi bakpia keju.



Gambar 4.8 *Membership Function* Variabel Output Jumlah Produksi Bakpia Keju

Jika pada ketiga variabel *input* menggunakan kurva *Gauss*, maka pada variabel *output* menggunakan kurva Linear. Hal ini karena model yang digunakan menggunakan metode Sugeno. Hal ini dikarenakan *output* metode Sugeno bukan berupa himpunan *Fuzzy*, melainkan berupa konstanta. Gambar 4.8 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Jumlah produksi bakpia keju memiliki dua kurva Linear dengan *range* 0 hingga 940. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data jumlah produksi bakpia keju yang diproduksi oleh perusahaan selama periode 2015.

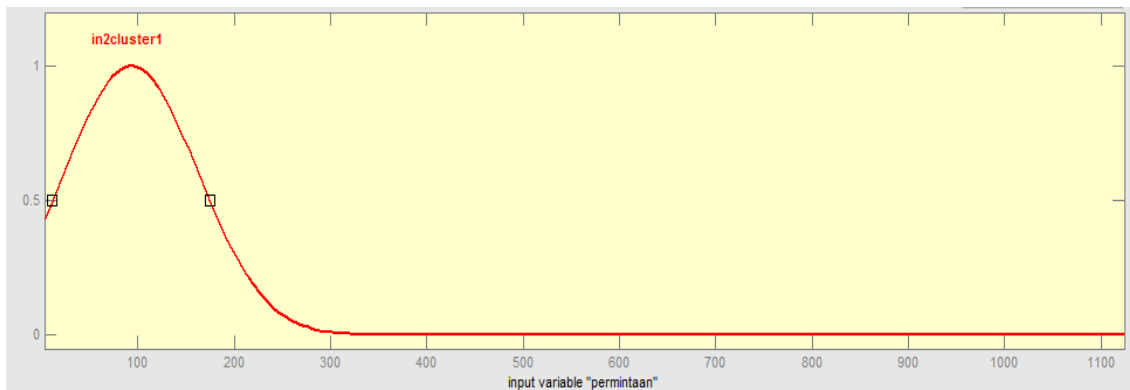
Untuk produk bakpia coklat, langkah-langkah yang dilakukan sama seperti langkah-langkah pada produk bakpia kacang hijau dan bakpia keju. Pada penelitian ini digunakan radius 0,175. Perintah untuk melakukan *Subtractive Clustering* adalah sebagai berikut.

$$[C,S]=subclust([input\_data\ output\_data],0.175)$$

Sama seperti pada hasil *Subtractive Clustering* bakpia kacang hijau dan bakpia keju, *membership function* untuk ketiga variabel *input* adalah kurva *Gauss*. Sedangkan *membership function* variabel *output* yang digunakan yaitu kurva Linear. Untuk memunculkan *membership function*, maka perlu dilakukan perintah sebagai berikut.

*mfedit(myfis)*

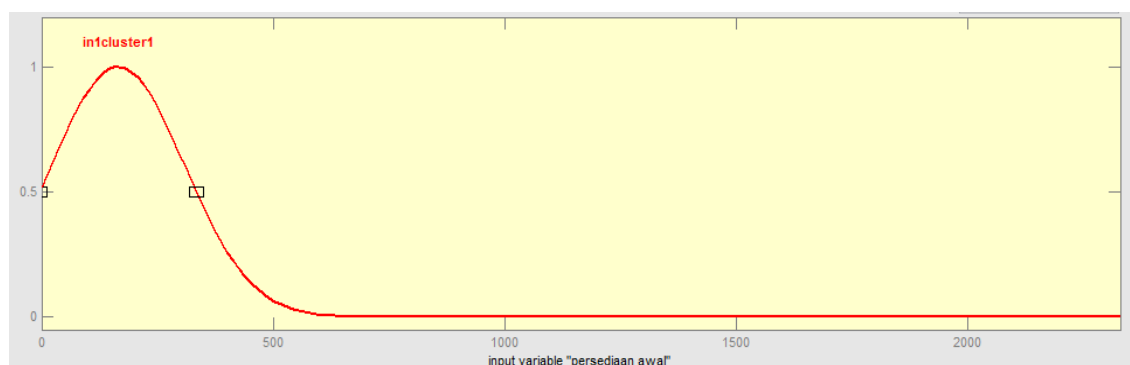
Berikut ini merupakan Gambar 4.9 yang menunjukkan *membership function* variabel Permintaan bakpia coklat.



Gambar 4.9 *Membership Function* Variabel *Input* Permintaan Bakpia Cokelat

Gambar 4.9 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Permintaan produk bakpia coklat memiliki satu kurva *Gauss* dengan *range* 3 hingga 1124. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data permintaan terhadap bakpia coklat.

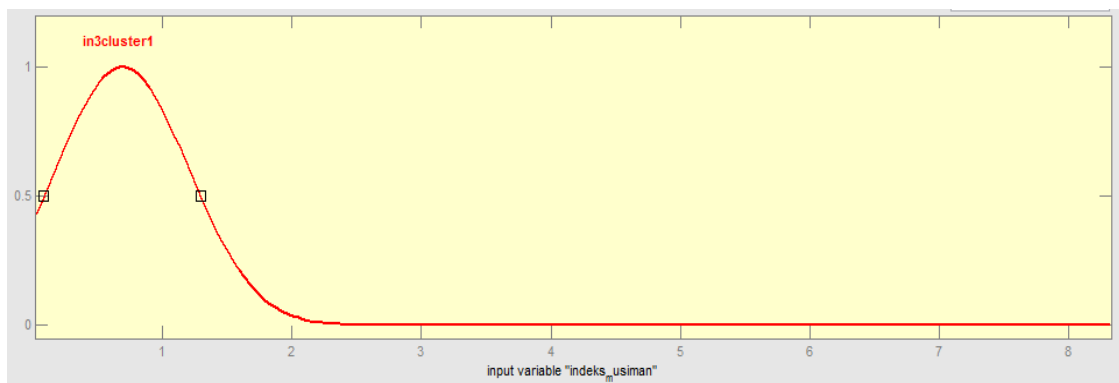
Selain permintaan, terdapat juga variabel *input* lainnya yaitu variabel persediaan awal. Berikut adalah Gambar 4.10 yang menunjukkan *membership function* variabel Persediaan bakpia coklat.



Gambar 4.10 *Membership Function* Variabel *Input* Persediaan Bakpia Cokelat

Gambar 4.10 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Persediaan produk bakpia coklat memiliki satu kurva *Gauss* dengan *range* 0 hingga 2330. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data persediaan awal terhadap bakpia coklat.

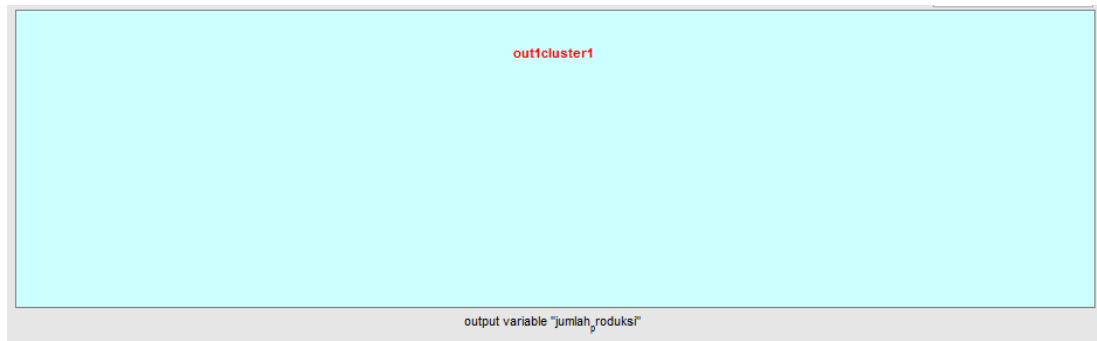
Selain itu, terdapat juga variabel *input* lain yaitu variabel indeks musiman. Berikut adalah Gambar 4.11 yang menunjukkan *membership function* variabel Indeks musiman bakpia coklat.



Gambar 4.11 *Membership Function* Variabel *Input* Indeks Musiman Bakpia Cokelat

Gambar 4.11 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Indeks musiman produk bakpia coklat memiliki satu kurva *Gauss* dengan *range* 0,02222 hingga 8,326. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data indeks musiman terhadap bakpia coklat.

Selain variabel *input*, terdapat juga *membership function* untuk variabel *output*. Variabel *output* pada penelitian ini yaitu jumlah produksi bakpia. Berikut adalah Gambar 4.12 yang menunjukkan *membership function* variabel Jumlah produksi bakpia coklat.



Gambar 4.12 *Membership Function* Variabel *Output* Jumlah Produksi Bakpia Cokelat

Jika pada ketiga variabel *input* menggunakan kurva *Gauss*, maka pada variabel *output* menggunakan kurva *Linear*. Hal ini karena model yang digunakan menggunakan metode Sugeno. Hal ini dikarenakan *output* metode Sugeno bukan berupa himpunan *Fuzzy*, melainkan berupa konstanta. Gambar 4.12 menunjukkan hasil komputasi dari data historis yang ada. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada variabel Jumlah produksi bakpia coklat memiliki satu kurva *Linear* dengan *range* 0 hingga 1169. *Range* tersebut merupakan nilai minimum dan nilai maksimum dari seluruh data jumlah produksi bakpia coklat yang diproduksi oleh perusahaan selama periode 2015.

### c. *Fuzzy Rule*

Untuk menentukan *Fuzzy rule* yang sesuai dengan sebaran datanya, maka digunakan fungsi *Genfis2*. Menurut Kusumadewi (2002), fungsi ini menggunakan fungsi *subclust* untuk melakukan *clustering* data, melatih *input-output* data dan membangkitkan *Fuzzy rule* metode Sugeno. Hal pertama yang dilakukan dalam *clustering* yaitu melakukan *Subtractive Clustering* terhadap produk bakpia kacang hijau dengan radius 0,175. Berikut adalah hasil *subclustering* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13.

```
>> [C,S] = subclust([input_data output_data],0.175)

C =

    26.0000    115.0000    0.6928    113.0000
    40.0000    189.0000    1.1386    181.0000
    25.0000     51.0000    0.3072     52.0000
    37.0000    265.0000    1.5964    268.0000
     4.0000    165.0000    0.9940    186.0000

S =

    14.7874    51.6630    0.3112    51.6630
```

Gambar 4.13 Hasil *Subtractive Clustering* Radius 0,175 Bakpia Kacang Hijau

$C$  merupakan matriks berisi pusat *cluster* dan  $S$  merupakan *sigma*,  $C$  dan  $S$  akan digunakan untuk menentukan nilai parameter fungsi keanggotaan *Gauss*. Dari Gambar 4.13 menunjukkan bahwa terdapat 4 kolom dan 5 baris dari hasil komputasi tersebut. Keempat kolom tersebut mewakili tiap variabel yang dimodelkan, yaitu variabel Permintaan, Persediaan awal, Indeks musiman dan Jumlah produksi. Sedangkan 5 baris tersebut merupakan jumlah *cluster* yang terbentuk.

Pada *cluster* pertama, pusat *cluster* variabel Permintaan berada pada *point* 115, variabel Persediaan awal berada pada *point* 26, variabel Indeks musiman berada pada *point* 0,6928 dan variabel Jumlah produksi pada *point* 113. Begitu pula dengan *cluster* lain yang terbentuk. Nilai *sigma* digunakan untuk jangkauan pusat *cluster* pada tiap dimensi variabel. Semua pusat *cluster* memiliki nilai *sigma* yang sama. Pada variabel Permintaan memiliki *sigma* yaitu 51,6630, variabel Persediaan awal memiliki *sigma* 14,7874, variabel Indeks musiman memiliki *sigma* 0,3112 dan variabel Jumlah produksi memiliki *sigma* yaitu 51,6630.

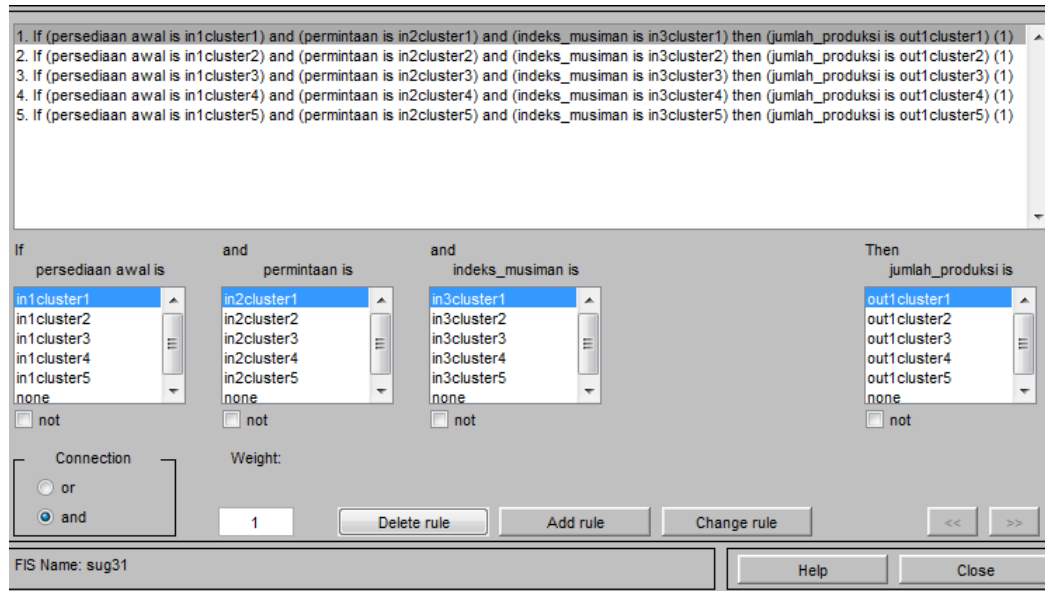
Setelah melakukan *subclustering*, selanjutnya yaitu menggunakan perintah Genfis2. Fungsi Genfis2 digunakan untuk menentukan *Fuzzy rule* yang sesuai dengan sebaran datanya. Berikut adalah perintah untuk menggunakan fungsi Genfis2 beserta hasil Genfis2 terhadap produk bakpia kacang hijau yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14.

`myfis=genfis2(input_data,output_data,0.175)`

```
myfis =
      name: 'sug31'
      type: 'sugeno'
    andMethod: 'prod'
    orMethod: 'probor'
    impMethod: 'prod'
    aggMethod: 'max'
  defuzzMethod: 'wtaver'
      input: [1x3 struct]
      output: [1x1 struct]
      rule: [1x5 struct]
```

Gambar 4.14 Hasil Genfis2 Radius 0,175 Bakpia Kacang Hijau

Dari Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa dari tiga variabel *input* dan satu variabel *output* menghasilkan lima *rule*. Ke lima *rule* tersebut merupakan hasil *subclustering* yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah hasil *Fuzzy rule* bakpia kacang hijau yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15.



Gambar 4.15 *Fuzzy Rule* Bakpia Kacang Hijau

Langkah yang sama juga dilakukan untuk produk bakpia keju. *Subtractive Clustering* yang digunakan untuk produk bakpia keju yaitu radius 0,175. Berikut adalah hasil *subclustering* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.16.

```
>> [C,S] = subclust([input_data output_data],0.175)

C =

    150.0000    83.0000    0.5929    89.0000
    240.0000   152.0000    1.0857   184.0000

S =

    182.6457    65.3985    0.4671    58.1595
```

Gambar 4.16 Hasil *Subtractive Clustering* Radius 0,175 Bakpia Keju

$C$  merupakan matriks berisi pusat *cluster* dan  $S$  merupakan *sigma*,  $C$  dan  $S$  akan digunakan untuk menentukan nilai parameter fungsi keanggotaan *Gauss*. Dari Gambar 4.16 menunjukkan bahwa terdapat 4 kolom dan 2 baris dari hasil komputasi tersebut. Ke empat kolom tersebut mewakili tiap variabel yang dimodelkan, yaitu variabel Permintaan,

Persediaan awal, Indeks musiman dan Jumlah produksi. Sedangkan 2 baris tersebut merupakan jumlah *cluster* yang terbentuk.

Pada *cluster* pertama, pusat *cluster* variabel Permintaan berada pada *point* 83, variabel Persediaan awal berada pada *point* 150, variabel Indeks musiman berada pada *point* 0,5929 dan variabel Jumlah produksi pada *point* 89. Begitu pula dengan *cluster* lain yang terbentuk. Nilai *sigma* digunakan untuk jangkauan pusat *cluster* pada tiap dimensi variabel. Semua pusat *cluster* memiliki nilai *sigma* yang sama. Pada variabel Permintaan memiliki *sigma* yaitu 65,3985, variabel Persediaan awal memiliki *sigma* 182,6457, variabel Indeks musiman memiliki *sigma* 0,4671 dan variabel Jumlah produksi memiliki *sigma* yaitu 58,1595.

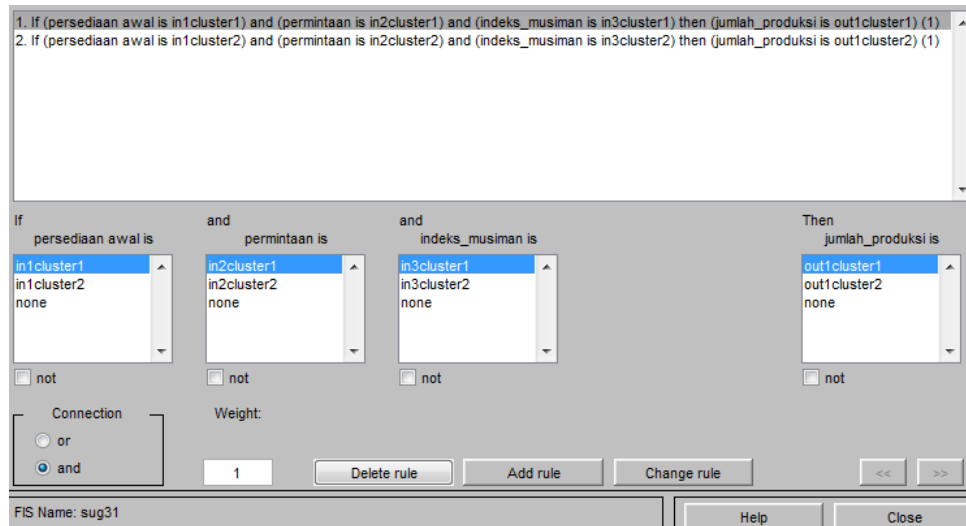
Setelah melakukan *subclustering*, selanjutnya yaitu menggunakan perintah Genfis2. Fungsi Genfis2 digunakan untuk menentukan *Fuzzy rule* yang sesuai dengan sebaran datanya. Berikut adalah perintah untuk menggunakan fungsi Genfis2 beserta hasil Genfis2 terhadap produk bakpia keju yang ditunjukkan oleh Gambar 4.17.

```
myfis=genfis2(input_data,output_data,0.175)
```

```
myfis =
      name: 'sug31'
      type: 'sugeno'
    andMethod: 'prod'
    orMethod: 'probor'
    impMethod: 'prod'
    aggMethod: 'max'
  defuzzMethod: 'wtaver'
      input: [1x3 struct]
      output: [1x1 struct]
      rule: [1x2 struct]
```

Gambar 4.17 Hasil Genfis2 Radius 0,175 Bakpia Keju

Dari Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa dari tiga variabel *input* dan satu variabel *output* menghasilkan dua *rule*. Ke dua *rule* tersebut merupakan hasil *subclustering* yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah hasil *Fuzzy rule* bakpia keju yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Fuzzy Rule Bakpia Keju

Langkah yang sama juga dilakukan untuk produk bakpia coklat. *Subtractive Clustering* yang digunakan untuk produk bakpia coklat yaitu radius 0,175. Berikut adalah hasil *subclustering* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.19.

```
>> [C,S] = subclust([input_data output_data],0.175)

C =

    165.0000    93.0000    0.6889   101.0000

S =

    144.1614    69.3583    0.5138    72.3282
```

Gambar 4.19 Hasil *Subtractive Clustering* Radius 0,175 Bakpia Cokelat

$C$  merupakan matriks berisi pusat *cluster* dan  $S$  merupakan *sigma*,  $C$  dan  $S$  akan digunakan untuk menentukan nilai parameter fungsi keanggotaan *Gauss*. Dari Gambar 4.19 menunjukkan bahwa terdapat 4 kolom dan 1 baris dari hasil komputasi tersebut. Keempat kolom tersebut mewakili tiap variabel yang dimodelkan, yaitu variabel Permintaan, Persediaan awal, Indeks musiman dan Jumlah produksi. Sedangkan 1 baris tersebut merupakan jumlah *cluster* yang terbentuk.

*Cluster* yang terbentuk tersebut memiliki pusat *cluster* variabel Permintaan yang berada pada *point* 93, variabel Persediaan awal berada pada *point* 165, variabel Indeks musiman berada pada *point* 0,6889 dan variabel Jumlah produksi pada *point* 101. Nilai

$\sigma$  digunakan untuk jangkauan pusat *cluster* pada tiap dimensi variabel. Semua pusat *cluster* memiliki nilai  $\sigma$  yang sama. Pada variabel Permintaan memiliki  $\sigma$  yaitu 69,3583, variabel Persediaan awal memiliki  $\sigma$  144,1614, variabel Indeks musiman memiliki  $\sigma$  0,5138 dan variabel Jumlah produksi memiliki  $\sigma$  yaitu 72,3282.

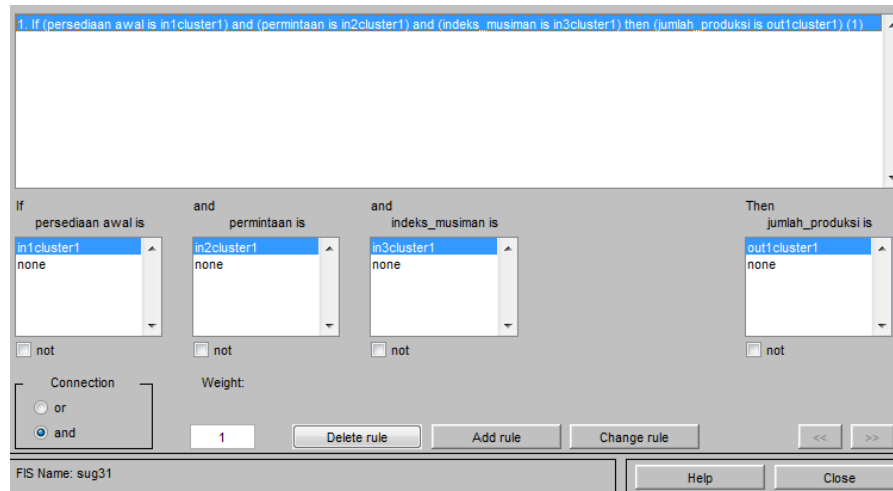
Setelah melakukan *subclustering*, selanjutnya yaitu menggunakan perintah Genfis2. Fungsi Genfis2 digunakan untuk menentukan *Fuzzy rule* yang sesuai dengan sebaran datanya. Berikut adalah perintah untuk menggunakan fungsi Genfis2 beserta hasil Genfis2 terhadap produk bakpia coklat yang ditunjukkan oleh Gambar 4.20.

`myfis=genfis2(input_data,output_data,0.175)`

```
myfis =
    name: 'sug31'
    type: 'sugeno'
    andMethod: 'prod'
    orMethod: 'probor'
    impMethod: 'prod'
    aggMethod: 'max'
    defuzzMethod: 'wtaver'
    input: [1x3 struct]
    output: [1x1 struct]
    rule: [1x1 struct]
```

Gambar 4.20 Hasil Genfis2 Radius 0,175 Bakpia Cokelat

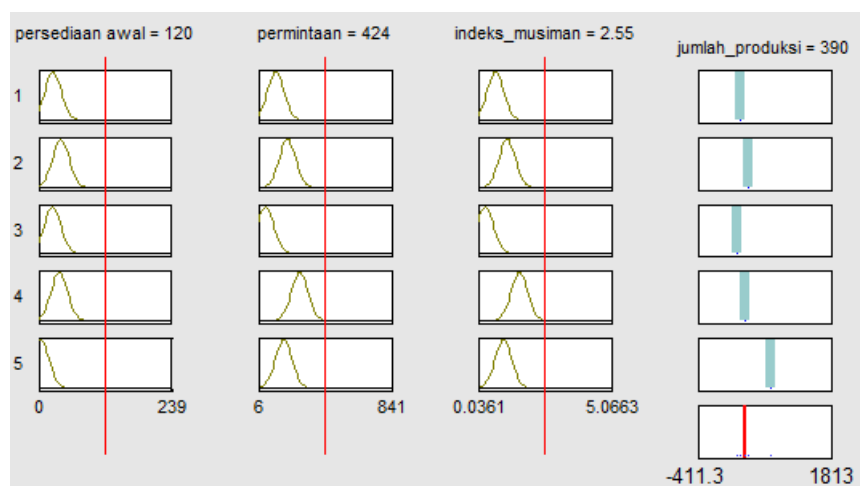
Dari Gambar 4.20 dapat dilihat bahwa dari tiga variabel *input* dan satu variabel *output* menghasilkan satu *rule*. *Rule* tersebut merupakan hasil *subclustering* yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah hasil *Fuzzy rule* bakpia coklat yang ditunjukkan oleh Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Fuzzy Rule Bakpia Cokelat

#### d. Defuzzyfikasi

Dalam mendapatkan hasil *Fuzzy*, perlu dilakukan agregasi. Agregasi yang digunakan yaitu operator *AND*, sehingga pada nilai *fire strength* ( $\alpha$ -predikat) dari tiap himpunan menggunakan nilai minimum untuk menghasilkan nilai keanggotaan dari operasi tiga *input*. Setelah diagregasi, maka dilakukan defuzzyfikasi. Pada penelitian ini, proses defuzzyfikasi yang digunakan yaitu metode rata-rata berbobot. Dengan melakukan defuzzyfikasi, maka didapatkan *output* yang dalam hal ini yaitu jumlah produksi bakpia. Berikut adalah Gambar 4.22 yang menunjukkan hasil defuzzyfikasi bakpia kacang hijau.



Gambar 4.22 Hasil Defuzzyfikasi Bakpia Kacang Hijau

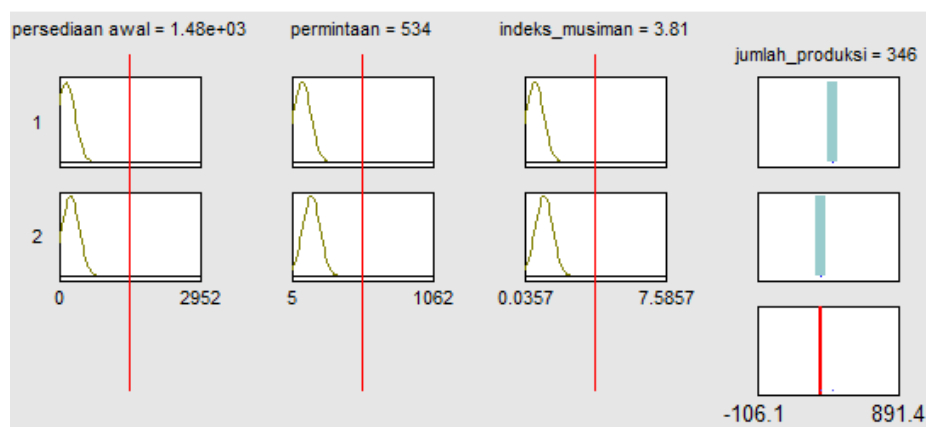
Gambar 4.22 menunjukkan hasil pemodelan *Fuzzy* jika permintaan sebesar 424, persediaan awal sebesar 120 dan indeks musiman sebesar 2,55, maka jumlah produksi

bakpia sebesar 390. Untuk mengetahui seluruh hasil pemodelan *Fuzzy*, maka digunakan perintah sebagai berikut.

*fuzout=evalfis(input\_data,myfis)*

Dengan perintah di atas, maka akan muncul *output* jumlah produksi bakpia. Data *output* jumlah produksi bakpia kacang hijau hasil perhitungan *Fuzzy* dapat dilihat pada lampiran Tabel B.1.

Langkah-langkah tersebut juga dilakukan pada produk bakpia keju. Defuzzyfikasi yang dilakukan pada bakpia keju dapat dilihat pada Gambar 4.23 yang menunjukkan hasil defuzzyfikasi bakpia keju.



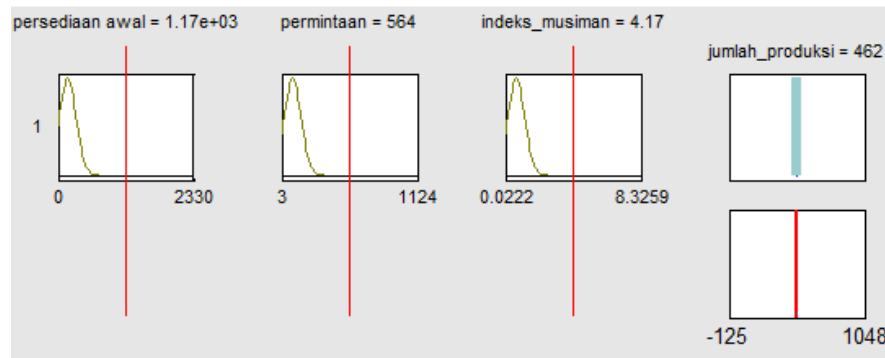
Gambar 4.23 Hasil Defuzzyfikasi Bakpia Keju

Gambar 4.23 menunjukkan hasil pemodelan *Fuzzy* jika permintaan sebesar 534, persediaan awal sebesar 1.48e+03 atau 1480 dan indeks musiman sebesar 3,81, maka jumlah produksi bakpia sebesar 346. Untuk mengetahui seluruh hasil pemodelan *Fuzzy*, maka digunakan perintah sebagai berikut.

*fuzout=evalfis(input\_data,myfis)*

Dengan perintah di atas, maka akan muncul *output* jumlah produksi bakpia. Data *output* jumlah produksi bakpia keju hasil perhitungan *Fuzzy* dapat dilihat pada lampiran Tabel B.2.

Selain bakpia kacang hijau dan bakpia keju, langkah-langkah tersebut juga dilakukan pada produk bakpia coklat. Defuzzyfikasi yang dilakukan pada bakpia coklat dapat dilihat pada Gambar 4.24 yang menunjukkan hasil defuzzyfikasi bakpia coklat.



Gambar 4.24 Hasil Defuzzyfikasi Bakpia Cokelat

Gambar 4.24 menunjukkan hasil pemodelan *Fuzzy* jika permintaan sebesar 564, persediaan awal sebesar  $1.17e+03$  atau 1170 dan indeks musiman sebesar 4,17, maka jumlah produksi bakpia sebesar 462. Untuk mengetahui seluruh hasil pemodelan *Fuzzy*, maka digunakan perintah sebagai berikut.

*fuzout=evalfis(input\_data,myfis)*

Dengan perintah di atas, maka akan muncul *output* jumlah produksi bakpia. Data *output* jumlah produksi bakpia coklat hasil perhitungan *Fuzzy* dapat dilihat pada lampiran Tabel B.3.

#### 4.2.3 Algoritma Genetika

Dalam mencari *reorder point* dan *order quantity*, menggunakan perhitungan matematis akan memakan waktu yang lama. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan Algoritma Genetika dalam pencarian *reorder point* dan *order quantity* untuk mendapatkan *total cost* yang optimal dengan *software* Generator. Pada tahap ini, Algoritma Genetika digunakan dalam mencari *total cost inventory* bakpia kacang hijau, bakpia keju dan bakpia coklat. Hasil pengolahan *Fuzzy* selanjutnya digunakan untuk menentukan rata-rata permintaan per tahun atau *demand*. Dalam melakukan perhitungan total biaya persediaan menggunakan *Continuous Review System* yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika, diperlukan beberapa variabel dalam perhitungannya. Berikut adalah Tabel 4.9 yang menunjukkan variabel-variabel dalam perhitungan total biaya persediaan.

Tabel 4.9 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Kacang Hijau (AG)

| Variabel             | Simbol | Kuantitas | Satuan           |
|----------------------|--------|-----------|------------------|
| Biaya pesan          | $A$    | Rp 16.629 | Per sekali pesan |
| Rata-rata permintaan | $D$    | 167       | Kotak/hari       |
| Biaya simpan         | $h$    | Rp 383    | Per kotak/hari   |

| Variabel              | Simbol | Kuantitas | Satuan    |
|-----------------------|--------|-----------|-----------|
| Biaya kekurangan      | $\pi$  | Rp 16.266 | Per kotak |
| Lead time             | $l$    | 1         | Hari      |
| Demand saat lead time | $Dl$   | 167       | Kotak     |

Selain variabel-variabel yang ditunjukkan oleh Tabel 4.9, terdapat ekspektasi jumlah kekurangan yang dapat dicari dengan Persamaan 2.4 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia kacang hijau di mana nilai  $r$  atau *reorder point* dicari menggunakan Algoritma Genetika.

$$\begin{aligned}
 \bar{S}(x) &= \int_0^{\infty} S(x)f(x)dx = \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx \\
 \bar{S}(x) &= \int_r^{167} (x-r) \frac{1}{167} dx \\
 &= \frac{1}{167} \cdot \frac{1}{2} (x-r)^2 \Big|_r^{167} \\
 &= \frac{1}{334} [(x^2 - 2xr + r^2)]_r^{167} \\
 &= \frac{1}{334} [(27889 - 334r + r^2) - (r^2 - 2r^2 + r^2)] \\
 &= \frac{1}{334} (27889 - 334r + r^2) \\
 &= 83,5 - r + \frac{r^2}{334}
 \end{aligned}$$

Untuk bakpia keju, variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Keju (AG)

| Variabel              | Simbol | Kuantitas | Satuan           |
|-----------------------|--------|-----------|------------------|
| Biaya pesan           | $A$    | Rp 16.749 | Per sekali pesan |
| Rata-rata permintaan  | $D$    | 141       | Kotak/hari       |
| Biaya simpan          | $h$    | Rp 383    | Per kotak/hari   |
| Biaya kekurangan      | $\pi$  | Rp 18.005 | Per kotak        |
| Lead time             | $l$    | 1         | Hari             |
| Demand saat lead time | $Dl$   | 141       | Kotak            |

Selain variabel-variabel yang ditunjukkan oleh Tabel 4.10, terdapat ekspektasi jumlah kekurangan yang dapat dicari dengan Persamaan 2.4 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia keju di mana nilai  $r$  atau *reorder point* dicari menggunakan Algoritma Genetika.



$$\begin{aligned}
\bar{S}(x) &= \int_0^{\infty} S(x)f(x)dx = \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx \\
\bar{S}(x) &= \int_r^{141} (x-r)\frac{1}{141}dx \\
&= \frac{1}{141} \cdot \frac{1}{2} (x-r)^2 \Big|_r^{141} \\
&= \frac{1}{282} [(x^2 - 2xr + r^2)]_r^{141} \\
&= \frac{1}{282} [(19881 - 282r + r^2) - (r^2 - 2r^2 + r^2)] \\
&= \frac{1}{282} (19881 - 282r + r^2) \\
&= 70,5 - r + \frac{r^2}{282}
\end{aligned}$$

Untuk bakpia coklat, variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Variabel Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Cokelat (AG)

| Variabel              | Simbol | Kuantitas | Satuan           |
|-----------------------|--------|-----------|------------------|
| Biaya pesan           | $A$    | Rp 16.810 | Per sekali pesan |
| Rata-rata permintaan  | $D$    | 136       | Kotak/hari       |
| Biaya simpan          | $h$    | Rp 383    | Per kotak/hari   |
| Biaya kekurangan      | $\pi$  | Rp 15.965 | Per kotak        |
| Lead time             | $l$    | 1         | Hari             |
| Demand saat lead time | $Dl$   | 136       | Kotak            |

Selain variabel-variabel yang ditunjukkan oleh Tabel 4.11, terdapat ekspektasi jumlah kekurangan yang dapat dicari dengan Persamaan 2.4 (Alwi, 2005). Berikut adalah hasil perhitungan ekspektasi jumlah kekurangan bakpia coklat di mana nilai  $r$  atau *reorder point* dicari menggunakan Algoritma Genetika.

$$\begin{aligned}
\bar{S}(x) &= \int_0^{\infty} S(x)f(x)dx = \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx \\
\bar{S}(x) &= \int_r^{136} (x-r)\frac{1}{136}dx \\
&= \frac{1}{136} \cdot \frac{1}{2} (x-r)^2 \Big|_r^{136} \\
&= \frac{1}{272} [(x^2 - 2xr + r^2)]_r^{136} \\
&= \frac{1}{272} [(18496 - 272r + r^2) - (r^2 - 2r^2 + r^2)] \\
&= \frac{1}{272} (18496 - 272r + r^2) \\
&= 68 - r + \frac{r^2}{272}
\end{aligned}$$

a. Desain Kromosom

Tahap pertama yaitu desain kromosom. Kromosom adalah gabungan dari beberapa gen yang membentuk nilai tertentu. Kromosom pada penelitian ini yaitu *order quantity* dan *reorder point*.

b. Fungsi *Fitness*

Dengan menggunakan Persamaan 3.3 (Alwi, 2005), kekuatan *fitness* dari individu-individu terbaik akan dievaluasi untuk mendapatkan solusi yang optimum. Berikut adalah persamaan nilai *fitness* untuk individu atau kromosom.

$$Fitness = TC$$

Di mana nilai *fitness* yang digunakan merupakan total biaya persediaan minimum dari tiap produk bakpia yang berasal dari kedua kromosom, yaitu *order quantity* dan *reorder point*.

c. Populasi

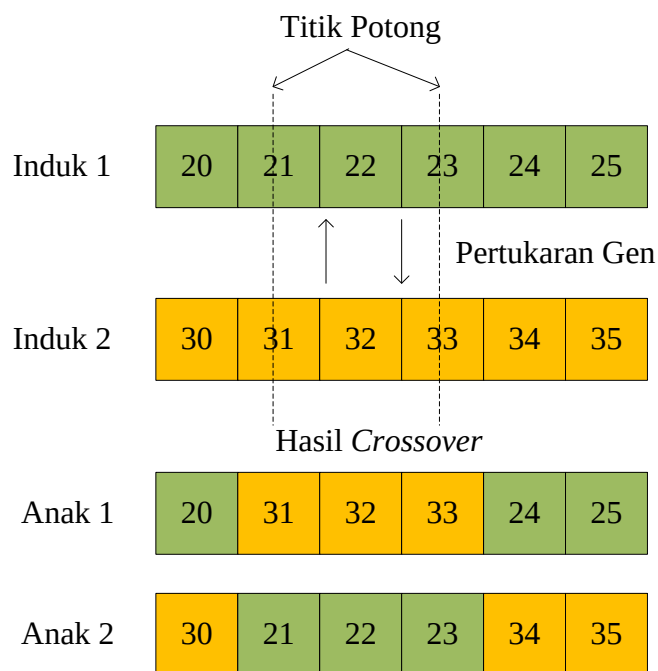
Ukuran populasi dirancang untuk membentuk individu-individu yang menjelaskan mengenai solusi dari kriteria yang akan dicari. Pada penelitian ini, digunakan 20 individu yang dibangkitkan menggunakan *random generator*.

#### d. Seleksi

Seleksi dilakukan untuk memilih individu yang akan dipilih untuk *crossover* dan mutasi. Penelitian ini menggunakan metode seleksi dengan seleksi turnamen. Seleksi turnamen yaitu seleksi dengan menentukan nilai *tour* untuk individu-individu yang dipilih secara acak dalam suatu populasi (Entin, 2010). Pada penelitian ini, ditentukan ukuran *tour* bernilai 3. Langkah tersebut menghasilkan 3 individu terbaik di tiap generasi yang dipertahankan untuk dijadikan induk pada generasi berikutnya.

#### e. Pindah Silang (Crossover)

Dalam penelitian ini, *crossover* yang digunakan adalah *two point crossover*. *Two point crossover* digunakan untuk mendapatkan *offspring* atau kromosom anakan yang berbeda dari sepasang kromosom induk, di mana gen dari dua lokasi yang berbeda akan pindah silang. Berikut adalah ilustrasi *crossover* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.25.



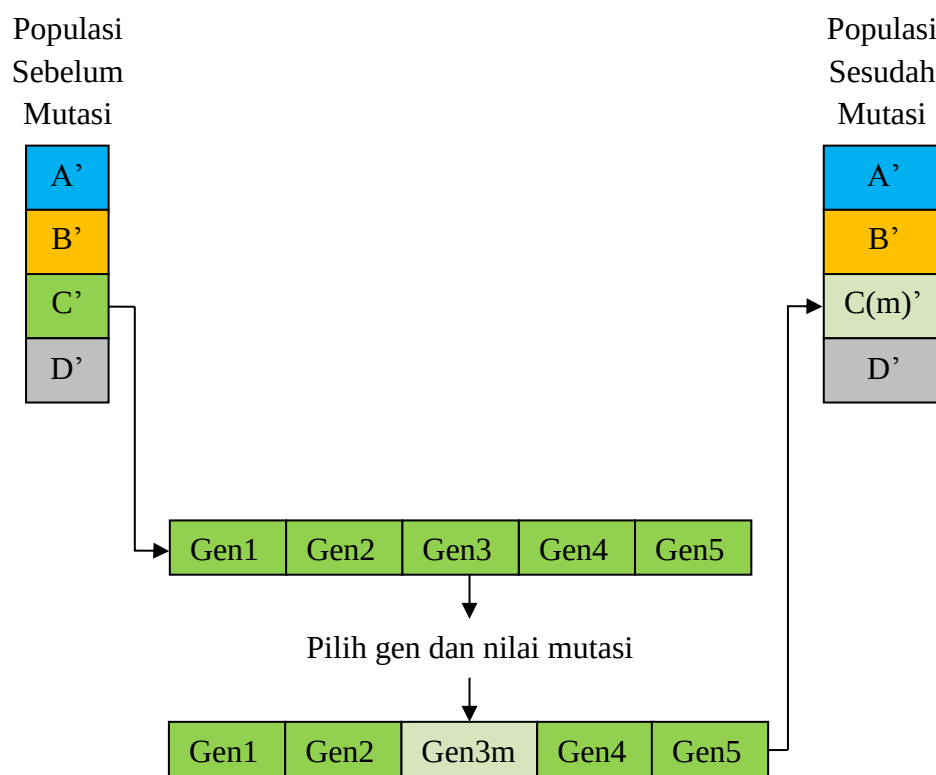
Gambar 4.25 Crossover

#### f. Mutasi

Mutasi berperan untuk menggantikan gen yang hilang akibat proses seleksi (Entin, 2010). Mutasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Random Mutation Hill Climb* untuk proses optimalisasi Algoritma Genetika. *Random mutation hill climb* memodifikasi semua individu sedemikian rupa hingga keseluruhan *fitness* dimaksimalkan.

Pada proses *random mutation hill climb*, parameter pertama yaitu probabilitas populasi mutasi di mana pemilihan anggota populasi yang mengalami mutasi secara *random* ditentukan oleh probabilitas populasi mutasinya. Pada penelitian ini, probabilitas yang digunakan sebesar 80% dari keseluruhan populasi. Selanjutnya parameter kedua yaitu probabilitas mutasi gen, di mana anggota populasi secara acak akan dipilih untuk menentukan gen yang akan bermutasi menurut probabilitas mutasi gennya. Pada penelitian ini, probabilitas mutasi gen yang digunakan yaitu 10% sebagai persentase jumlah total gen pada populasi yang mengalami mutasi.

Selanjutnya, *offspring* atau kromosom anakan dimutasi dengan menambahkan nilai *random* yang sangat kecil dengan probabilitas rendah di mana dalam penelitian ini probabilitas yang digunakan yaitu 5%. Pada *random mutation hill climb* ditentukan banyaknya mutasi acak atau *random mutation* yang terjadi. Pada penelitian ini dilakukan lima langkah mutasi, di mana akan terjadi proses mutasi sebanyak lima kali berturut-turut. Gambar 4.26 berikut menunjukkan ilustrasi mutasi yang terjadi.



Gambar 4.26 Mutasi

#### g. Hasil Pengolahan Algoritma Genetika

Hasil pengolahan Algoritma Gentika selesai dengan didapatkannya nilai *fitness* yang optimum, di mana dalam penelitian ini adalah total biaya persediaan yang optimum. Penelitian ini diujikan untuk produk bakpia kacang hijau, bakpia keju dan bakpia coklat. Berikut adalah Gambar 4.27 yang menunjukkan hasil pengolahan Algoritma Genetika produk bakpia kacang hijau dan Gambar 4.28 yang menunjukkan grafik kekuatan *fitness*.

Time Elapsed: 00 minutes, 38 seconds

Generation: 120

Best Fitness: 45573

Problem Definition:

Exit After 120 Generations

Find Fitness Minimum

Population Size: 20

Keep Best: 3

Mutation:

Random Mutation Hill Climb

Mutation Probability:

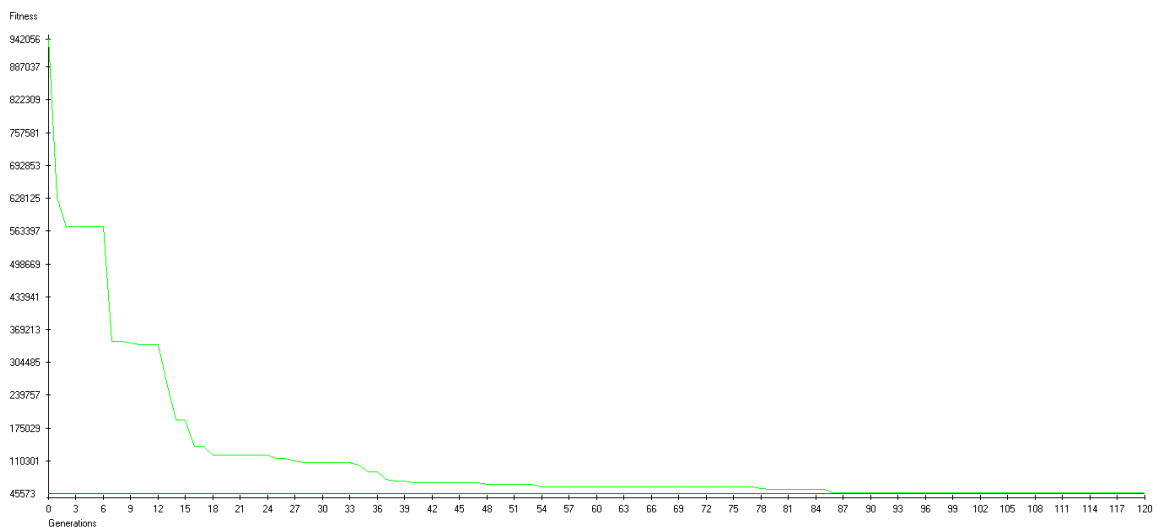
80. Percent Of Population

10. Percent Of Genes

Mutation Size: 5. Percent of Range

Hill Climb Steps: 5

Gambar 4.27 Hasil Pengolahan Algoritma Genetika Bakpia Kacang Hijau



Gambar 4.28 Grafik Kekuatan *Fitness* Bakpia Kacang Hijau

Pada Gambar 4.27 menunjukkan bahwa pada percobaan tersebut dilakukan dengan 120 generasi dengan *best fitness* atau nilai *fitness* terbaik adalah 45573. Gambar 4.28 menunjukkan terdapat dua kurva. Kurva berwarna hijau adalah nilai *fitness* rata-rata dan kurva warna merah adalah nilai *fitness* terbaik. Sumbu X menunjukkan jumlah generasi, sedangkan sumbu Y menunjukkan kekuatan nilai *fitness*. Tabel 4.12 menunjukkan hasil perhitungan total biaya persediaan bakpia kacang hijau.

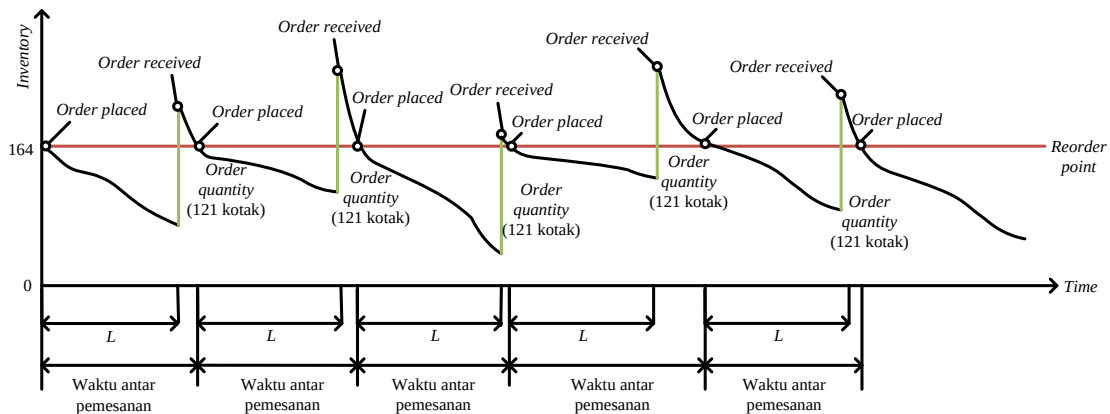
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Kacang Hijau

| <i>Order Quantity</i> | <i>Reorder Point</i> | <i>Total Biaya Persediaan</i> |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 121                   | 164                  | Rp 45.573,00                  |

Frekuensi pemesanan dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.7. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$N = \frac{D}{Q} = \frac{167}{121} = 1,4 \text{ kali}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa frekuensi pemesanan terjadi sebanyak 1,4 kali per hari atau jika dalam waktu 10 hari maka frekuensi pemesanan dilakukan sebanyak 14 kali. Berikut adalah Gambar 4.29 yang menunjukkan grafik *Continuous Review System* bakpia kacang hijau.

Gambar 4.29 Grafik *Continuous Review System* Bakpia Kacang Hijau

Gambar 4.29 menunjukkan bahwa pemesanan kembali dilakukan jika mencapai *reorder point*. *Reorder point* pada bakpia kacang hijau yaitu 164. Sedangkan *order quantity* atau jumlah tiap kali pemesanan yaitu 121. Ekspektasi kekurangan produk pada bakpia kacang hijau yaitu 0,02. Waktu atau periode pemesanan tidak selalu sama karena bergantung dari persediaan yang ada tidak selalu konstan.

Selain bakpia kacang hijau, diperoleh hasil pengolahan Algoritma Genetika terhadap produk bakpia keju. Berikut adalah Gambar 4.30 yang menunjukkan hasil pengolahan Algoritma Genetika produk bakpia keju dan Gambar 4.31 yang menunjukkan grafik kekuatan *fitness*.

Time Elapsed: 00 minutes, 39 seconds  
 Generation: 120  
 Best Fitness: 42099

Problem Definition:

Exit After 120 Generations

Find Fitness Minimum

Population Size: 20

Keep Best: 3

Mutation:

Random Mutation Hill Climb

Mutation Probability:

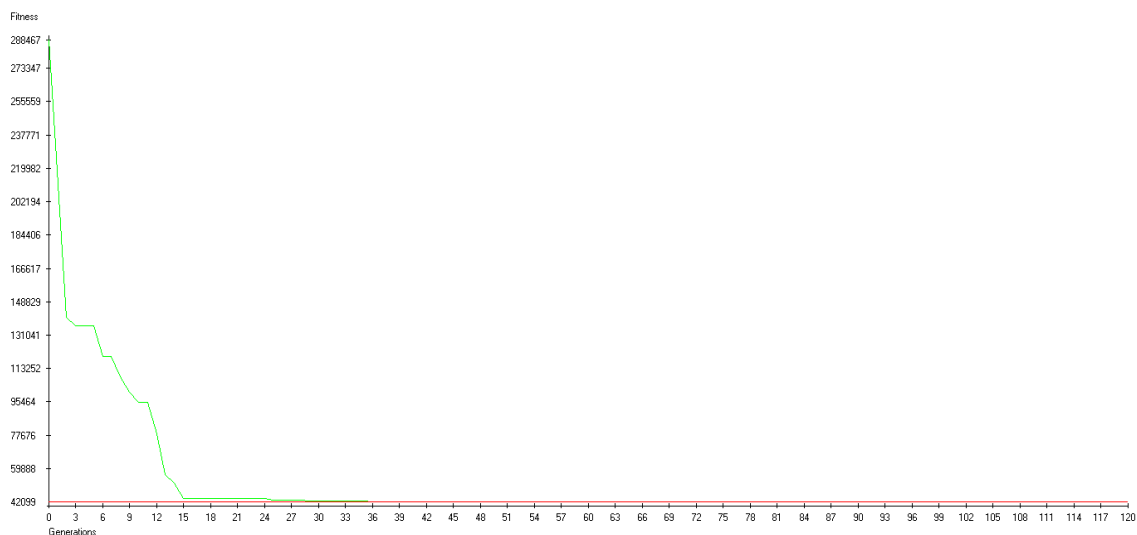
80. Percent Of Population

10. Percent Of Genes

Mutation Size: 5. Percent of Range

Hill Climb Steps: 5

Gambar 4.30 Hasil Pengolahan Algoritma Genetika Bakpia Keju



Gambar 4.31 Grafik Kekuatan *Fitness* Bakpia Keju

Pada Gambar 4.30 menunjukkan bahwa pada percobaan tersebut dilakukan dengan 120 generasi dengan *best fitness* atau nilai *fitness* terbaik adalah 42099. Gambar 4.31 menunjukkan terdapat dua kurva. Kurva berwarna hijau adalah nilai *fitness* rata-rata dan kurva warna merah adalah nilai *fitness* terbaik. Sumbu X menunjukkan jumlah generasi, sedangkan sumbu Y menunjukkan kekuatan nilai *fitness*. Tabel 4.13 menunjukkan hasil perhitungan total biaya persediaan bakpia keju.

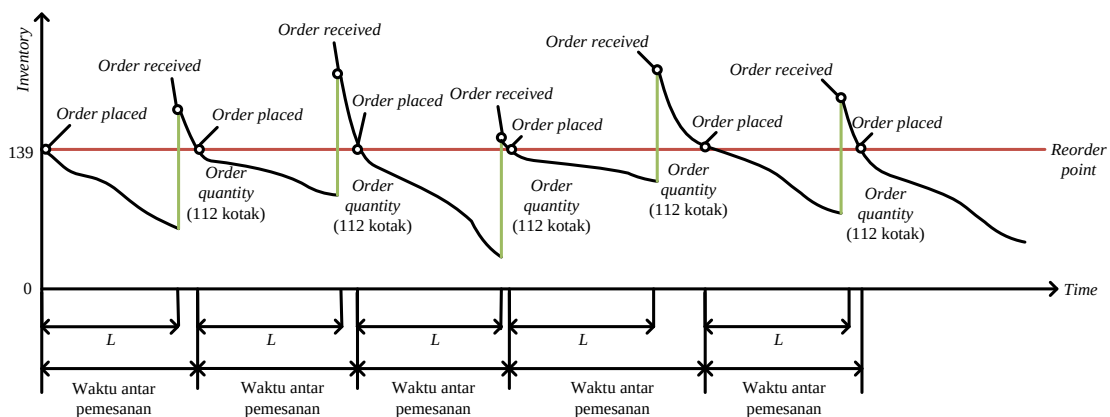
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Keju

| <i>Order Quantity</i> | <i>Reorder Point</i> | <i>Total Biaya Persediaan</i> |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 112                   | 139                  | Rp 42.099,00                  |

Frekuensi pemesanan dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.7. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$N = \frac{D}{Q} = \frac{141}{112} = 1,3 \text{ kali}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa frekuensi pemesanan terjadi sebanyak 1,3 kali per hari atau jika dalam waktu 10 hari maka frekuensi pemesanan dilakukan sebanyak 13 kali. Berikut adalah Gambar 4.32 yang menunjukkan grafik *Continuous Review System* bakpia keju.



Gambar 4.32 Grafik *Continuous Review System* Bakpia Keju

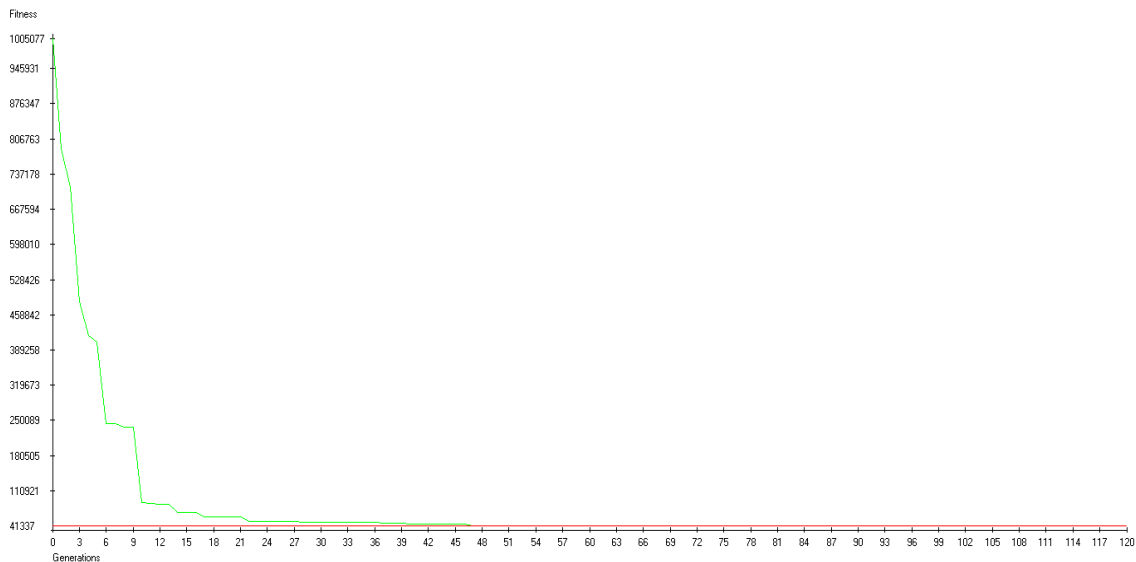
Gambar 4.32 menunjukkan bahwa pemesanan kembali dilakukan jika mencapai *reorder point*. *Reorder point* pada bakpia keju yaitu 139. Sedangkan *order quantity* atau jumlah tiap kali pemesanan yaitu 112. Ekspektasi kekurangan produk pada bakpia kacang hijau yaitu 0,02. Waktu atau periode pemesanan tidak selalu sama karena bergantung dari persediaan yang ada tidak selalu konstan.

Selain bakpia kacang hijau dan bakpia keju, diperoleh hasil pengolahan Algoritma Genetika terhadap produk bakpia coklat. Berikut adalah Gambar 4.33 yang menunjukkan hasil pengolahan Algoritma Genetika produk bakpia coklat dan Gambar 4.34 yang menunjukkan grafik kekuatan *fitness*.

Time Elapsed: 00 minutes, 32 seconds  
 Generation: 120  
 Best Fitness: 41337

Problem Definition:  
 Exit After 120 Generations  
 Find Fitness Minimum  
 Population Size: 20  
 Keep Best: 3  
 Mutation:  
 Random Mutation Hill Climb  
 Mutation Probability:  
 80. Percent Of Population  
 10. Percent Of Genes  
 Mutation Size: 5. Percent of Range  
 Hill Climb Steps: 5

Gambar 4.33 Hasil Pengolahan Algoritma Genetika Bakpia Cokelat



Gambar 4.34 Grafik Kekuatan *Fitness* Bakpia Cokelat

Pada Gambar 4.33 menunjukkan bahwa pada percobaan tersebut dilakukan dengan 120 generasi dengan *best fitness* atau nilai *fitness* terbaik adalah 41337. Gambar 4.34 menunjukkan terdapat dua kurva. Kurva berwarna hijau adalah nilai *fitness* rata-rata dan kurva warna merah adalah nilai *fitness* terbaik. Sumbu X menunjukkan jumlah generasi, sedangkan sumbu Y menunjukkan kekuatan nilai *fitness*. Tabel 4.14 menunjukkan hasil perhitungan total biaya persediaan bakpia coklat.

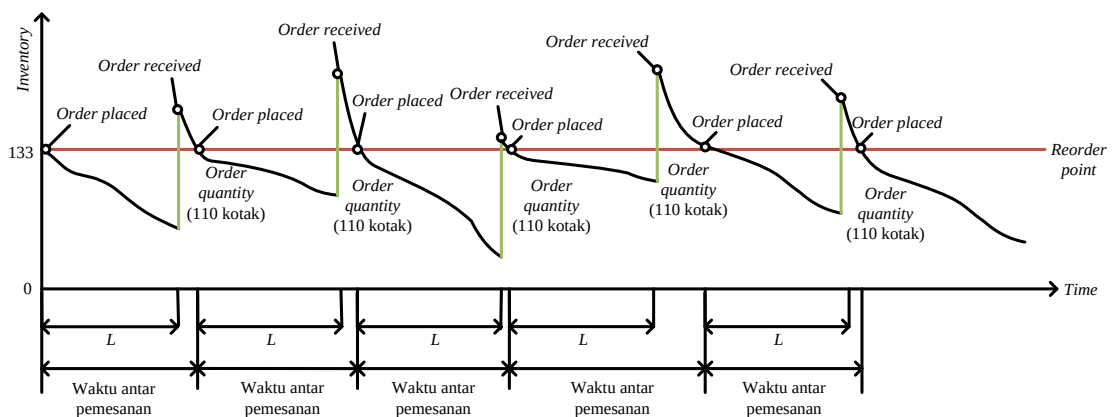
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Bakpia Cokelat

| <i>Order Quantity</i> | <i>Reorder Point</i> | <b>Total Biaya Persediaan</b> |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 110                   | 133                  | Rp 41.337,00                  |

Frekuensi pemesanan dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.7. Berikut adalah hasil perhitungannya.

$$N = \frac{D}{Q} = \frac{136}{110} = 1,2 \text{ kali}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa frekuensi pemesanan terjadi sebanyak 1,2 kali per hari atau jika dalam waktu 10 hari maka frekuensi pemesanan dilakukan sebanyak 12 kali. Berikut adalah Gambar 4.35 yang menunjukkan grafik *Continuous Review System* bakpia keju.



Gambar 4.35 Grafik *Continuous Review System* Bakpia Cokelat

Gambar 4.35 menunjukkan bahwa pemesanan kembali dilakukan jika mencapai *reorder point*. *Reorder point* pada bakpia coklat yaitu 133. Sedangkan *order quantity* atau jumlah tiap kali pemesanan yaitu 110. Ekspektasi kekurangan produk pada bakpia kacang hijau yaitu 0,02. Waktu atau periode pemesanan tidak selalu sama karena bergantung dari persediaan yang ada tidak selalu konstan.

Setelah diperoleh total biaya persediaan bakpia kacang hijau, bakpia keju dan bakpia coklat, maka diperoleh total biaya persediaan keseluruhan. Berikut adalah Tabel 4.15 yang menunjukkan perbandingan total biaya persediaan bakpia kacang hijau, bakpia keju dan bakpia coklat dari hasil Algoritma Genetika dengan total biaya persediaan sebelum dioptimasi menggunakan Algoritma Genetika.

Tabel 4.15 Total Biaya Persediaan Keseluruhan

| Variabel                                  | Kacang Hijau                                          |                  | Keju             |                  | Cokelat          |                  |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                           | Sebelum Optimasi                                      | Sesudah Optimasi | Sebelum Optimasi | Sesudah Optimasi | Sebelum Optimasi | Sesudah Optimasi |
| Biaya pesan ( $A$ )                       | Rp 22.788                                             | Rp 22.951        | Rp 21.046        | Rp 21.046        | Rp 20.671        | Rp 20.776        |
| Biaya simpan ( $h$ )                      | Rp 22.248                                             | Rp 22.094        | Rp 20.596        | Rp 20.596        | Rp 20.173        | Rp 20.077        |
| Biaya kekurangan ( $\pi$ )                | Rp 549                                                | Rp 528           | Rp 457           | Rp 457           | Rp 508           | Rp 483           |
| Lead time ( $l$ )                         |                                                       |                  | 1 hari           |                  |                  |                  |
| Rata-rata permintaan ( $D$ )              | 167                                                   | 167              | 141              | 141              | 136              | 136              |
| Demand saat lead time ( $Dl$ )            | 167                                                   | 167              | 141              | 141              | 136              | 136              |
| Order quantity ( $Q$ )                    | 122                                                   | 121              | 112              | 112              | 111              | 110              |
| Reorder point ( $r$ )                     | 164                                                   | 164              | 139              | 139              | 133              | 133              |
| Frekuensi pemesanan ( $N$ )               | 1,4                                                   | 1,4              | 1,3              | 1,3              | 1,2              | 1,2              |
| Ekspektasi kekurangan ( $\bar{S}(x)$ )    | 0,02                                                  | 0,02             | 0,02             | 0,02             | 0,03             | 0,02             |
| Total biaya persediaan                    | Rp 45.585                                             | Rp 45.573        | Rp 42.099        | Rp 42.099        | Rp 41.352        | Rp 41.337        |
| <b>Total Keseluruhan Sebelum Optimasi</b> | <b>Rp 129.036,00/hari atau Rp 47.098.170,00/tahun</b> |                  |                  |                  |                  |                  |
| <b>Total Keseluruhan Sesudah Optimasi</b> | <b>Rp 129.009,00/hari atau Rp 47.088.285/tahun</b>    |                  |                  |                  |                  |                  |
| <b>Penghematan</b>                        | <b>Rp 27,00/hari atau Rp 9.885,00/tahun (0,02%)</b>   |                  |                  |                  |                  |                  |

Dari Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa persentase penghematan sebesar 0,02%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Algoritma Genetika dapat menjadi solusi dalam memudahkan pencarian nilai optimum untuk menekan total biaya persediaan.

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Pembahasan

Dalam pembangunan model prediksi jumlah produksi bakpia, penelitian ini menggunakan Logika *Fuzzy*. Logika *Fuzzy* digunakan karena memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat dan mengandung ketidakpastian (Kusumadewi S. , 2002). Metode pembangunan model dalam penelitian ini menggunakan *Fuzzy* Sugeno. Hal ini dikarenakan metode Sugeno komputasinya lebih efisien, bekerja paling baik untuk teknik optimasi dan cocok untuk analisis secara matematis (Kusumadewi S. , 2002).

Dalam pembangunan model prediksi menggunakan Logika *Fuzzy*, variabel yang mempengaruhi jumlah produksi bakpia dalam penelitian ini yaitu permintaan, persediaan awal dan indeks musiman. Ketiga variabel tersebut selanjutnya menjadi *input* dalam pengolahan *Fuzzy*. Sedangkan *output*nya yaitu jumlah produksi bakpia. Pembangunan model prediksi terhadap jumlah produksi bakpia yang dibangun sudah mendekati kondisi riil. Hal ini dapat dilihat pada total jumlah produksi bakpia dari data historis dibandingkan dengan total jumlah produksi bakpia dari hasil pengolahan *Fuzzy* memiliki perbedaan yang tidak signifikan. Perlu adanya penambahan data historis agar hasil yang diperoleh dapat lebih mendekati kondisi riil.

Penelitian ini juga menggunakan metode *Continuous Review System*. Hasil jumlah produksi bakpia pengolahan *Fuzzy* selanjutnya digunakan dalam menentukan rata-rata permintaan per tahun dalam perhitungan menggunakan *Continuous Review System*. Dalam pencarian nilai optimal persediaan, model matematis membutuhkan waktu yang lama dan rumit. Oleh karena itu, digunakan Algoritma Genetika untuk mempermudah perhitungan yang kompleks.

Perhitungan total biaya persediaan menggunakan *Continuous Review System* yang diintegrasikan dengan Logika *Fuzzy* dan Algoritma Genetika menghasilkan penghematan sebesar Rp 27,00/hari atau Rp 9.885,00/tahun dengan persentase penghematan sebesar 0,02% dari total biaya persediaan sebelum dioptimasi menggunakan Algoritma Genetika. Namun, penghematan tersebut juga memiliki resiko yaitu terjadinya *stockout* atau kehabisan persediaan. *Stockout* kemungkinan akan terjadi jika permintaan melonjak ekstrim seperti pada masa libur atau hari raya. Jika perusahaan menggunakan metode ini, perlu adanya kebijakan khusus untuk menghadapi permintaan dengan jumlah yang ekstrim.

Dalam penelitian ini terdapat ekspektasi jumlah kekurangan untuk tiap produk. Ekspektasi jumlah kekurangan tersebut dapat digunakan untuk menghitung *service level* perusahaan. *Service level* merupakan nilai di mana suatu perusahaan dapat memenuhi ketersediaan produk (Hasian, 2012). *Service level* dapat dicari dengan 1 dikurangi persentase kekurangan produk (Bartmann & Beckmann, 1992). *Service level* untuk produk bakpia kacang hijau dan bakpia keju memiliki nilai yang sama yaitu 99,99%, di mana persentase resiko produk tidak terpenuhi yaitu 0,01%. Sedangkan untuk produk bakpia coklat memiliki *service level* sebesar 99,98%, di mana persentase resiko produk tidak terpenuhi yaitu 0,02%.

Penelitian ini belum memasukkan aspek *safety stock* atau stok pengaman. *Safety stock* digunakan untuk mengatasi lonjakan permintaan. Belum dimasukkannya aspek *safety stock* dalam penelitian ini karena kasus pada perusahaan cenderung kelebihan stok sehingga perusahaan harus melakukan penarikan produk. Jika perusahaan nantinya menerapkan metode *Continuous Review System* yang diintegrasikan dengan Logika *Fuzzy* dan Algoritma Genetika, maka perlu dilakukan evaluasi produksi secara berkala untuk melihat apakah produksi yang dilakukan terjadi kekurangan persediaan atau kelebihan persediaan. Jika terjadi kekurangan persediaan, maka penelitian selanjutnya dapat menggunakan *safety stock* dalam penyelesaian masalah tersebut.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dalam membangun model prediksi untuk menentukan jumlah bakpia yang diproduksi, variabel penentunya yaitu indeks musiman, persediaan awal dan permintaan. Dengan menggunakan *Fuzzy Logic*, maka dapat dilakukan fuzzyfikasi dengan membuat *membership function* dan *fuzzy set* yang merepresentasikan nilai-nilai dari tiap *input* maupun *output*. Selanjutnya *Fuzzy rule* digunakan untuk memetakan *input* tiap *rule* agar dapat ditentukan nilai keanggotannya. Inferensi *Fuzzy* digunakan untuk mengagregasi *rule* yang telah ditetapkan agar nantinya diperoleh nilai *output*. Langkah terakhir dalam *Fuzzy Logic* yaitu defuzzyfikasi untuk memperoleh *output*, yang dalam hal ini yaitu jumlah produksi untuk bakpia kacang hijau, bakpia keju dan bakpia coklat. Setelah pengolahan data menggunakan *Fuzzy*, diperoleh hasil bahwa total jumlah produksi periode 2015 bakpia kacang hijau sebesar 50538 kotak, bakpia keju sebesar 42710 kotak dan bakpia coklat sebesar 41217 kotak.
- b. *Order quantity* yang optimal setelah dioptimasi menggunakan Algoritma Genetika untuk bakpia kacang hijau adalah 121 kotak, bakpia keju 112 kotak dan bakpia coklat 110 kotak. Sedangkan untuk *reorder point* hasil pengolahan Algoritma Genetika untuk bakpia kacang hijau adalah 164, bakpia keju adalah 139 dan bakpia coklat adalah 133.
- c. Setelah melakukan optimalisasi, diperoleh hasil bahwa total biaya persediaan bakpia tahun 2015 mengalami penghematan sebesar Rp 9.885,00 dalam setahun dengan persentase penghematan sebesar 0,02% dari total biaya persediaan sebelum dioptimasi menggunakan Algoritma Genetika.

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan bagi perusahaan dan bagi penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- a. Bakpiapia Djogja dapat menggunakan pengendalian persediaan menggunakan *Continuous Review System* yang diintegrasikan dengan Logika *Fuzzy* dan Algoritma Genetika untuk meminimalisir terjadinya penarikan produk.
- b. Perlu dilakukan evaluasi produksi secara berkala untuk melihat apakah produksi yang dilakukan terjadi kekurangan persediaan atau kelebihan persediaan.
- c. Bagi penelitian selanjutnya untuk menggunakan lebih banyak data historis atau menggunakan metode pengendalian persediaan yang lain dalam pengolahan datanya agar hasil yang didapatkan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, S. (2005). Minimasi Biaya Total Persediaan Bahan Baku dengan Pendekatan Inventory Probabilistik di PT. Aneka Tambang. *Transistor Vol. 5*, 73-82.
- Anggaran, W. (2013). Penerapan Metode Continuous Review System (Metode Q) pada Sistem Pengelolaan Persediaan Barang Berbasis Web di Toko Barokah.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Bartmann, D., & Beckmann, M. (1992). *Inventory Control*. Berlin: Springer-Verlag.
- Baykasoglu, A., Subulan, K., & Karaslan, F. S. (2016). A New Fuzzy Linear Assignment Method for Multi-attribute Decision Making with an Application to Spare Parts Inventory Classification. *Applied Soft Computing*, 1-17.
- Celebi, D. (2015). Inventory Control in a Centralized Distribution Network Using Genetic Algorithms: A Case Study. *Computers & Industrial Engineering*, 532-539.
- Chen, S. C., Teng, J. T., & Skouri, K. (2014). Economic Production Quantity Models for Deteriorating Items with Up-stream Full Trade Credit and Down-stream Partial Trade Credit. *Int. J. Production Economics*, 302-309.
- Chou, S.-Y., Julian, P. C., & Hung, K.-C. (2009). A Note on Fuzzy Inventory Model with Storage Space and Budget Constraints. *Applied Mathematical Modelling*, 4069-4077.
- Das, B. C., Das, B., & Mondal, S. K. (2015). An Integrated Production Inventory Model Under Interactive Fuzzy Credit Period for Deteriorating Item with Several Markets. *Applied Soft Computing*, 453-465.
- Dey, O., & Chakraborty, D. (2011). A Fuzzy Random Continuous Review Inventory System. *Int. J. Production Economics*, 101-106.
- Duong, L. N., Wood, L. C., & Wang, W. Y. (2015). A Multi-criteria Inventory Management System for Perishable & Substitutable Products. *Procedia Manufacturing*, 66-76.
- Entin. (2010). *Kecerdasan Buatan*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya .
- Fattahi, P., Hajipour, V., & Nobari, A. (2015). A Bi-Objective Continuous Review Inventory Control Model: Pareto-Based Meta-Heuristic Algorithms. *Applied Soft Computing*, 211-223.

- Gen, M., & Cheng. (2000). *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*. Canada: John Wiley and Sons Inc.
- Ghiami, Y., & Williams, T. (2015). A Two-echelon Production-inventory Model for Deteriorating Items with Multiple Buyers. *Int. J. Production Economics*, 233-240.
- Ginting, R. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Goldberg, D. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Canada: Addison Wesley Longman Inc.
- Gozali, L., Adianto, & Halim, H. (2013). Usulan Sistem Pengendalian Bahan Baku dengan Metode Continuous Review Backorder pada PT. Karuniatama Polypack. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1-11.
- Guchhait, P., Maiti, M. K., & Maiti, M. (2015). An EOQ Model of Deteriorating Item in Imprecise Environment with Dynamic Deterioration and Credit Linked Demand. *Applied Mathematical Modelling*, 6553-6567.
- Hadiguna, R. A. (2009). Model Persediaan Minyak Sawit Kasar di Tangki Timbun Pelabuhan. *Jurnal Teknik Industri*, 111-121.
- Hasian, D. P. (2012). Konsep Persediaan Minimum-Maksimum Pengendalian Part Alat Berat Tambang PT. Semen Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 203-207.
- Hongjie, L., Ruxian, L., Zhigao, L., & Ruijiang, W. (2011). Study on the Inventory Control of Deteriorating Items under VMI Model based on Bi-level Programming. *Expert Systems with Applications*, 9287-9295.
- Indrajit, R. E., & Djokopranoto, R. (2003). *Manajemen Persediaan*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Jauhari, W. A. (2008). Penentuan Model Persediaan Spare Part dengan Mempertimbangkan Terjadinya Backorder. *Gema Teknik*, 6-11.
- Kusuma, H. (2009). *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: ANDI.
- Kusumadewi, S. (2001). *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik & Manajemen Industri Universitas Islam Indonesia.
- Kusumadewi, S. (2002). *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2006). *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2005). *Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-Teknik Heuristik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Maihami, R., & Karimi, B. (2014). Optimizing the Pricing and Replenishment Policy for Non-instantaneous Deteriorating Items with Stochastic Demand and Promotional Efforts. *Computers & Operations Research*, 302-312.
- Mitchell, M. (1999). *An Introduction to Genetic Algorithm*. London: MIT Press.
- Nasution, A. H., & Prasetyawan, Y. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ongkunaruk, P., Wahab, M. I., & Chen, Y. (2016). A Genetic Algorithm for a Joint Replenishment Problem with Resource and Shipment Constraints and Defective Items. *Int. J. Production Economics*, 142-152.
- Pamungkas, S. B., Winarni, & Asih, E. W. (2014). Peningkatan Penjualan Bakpia Pathok 25 Yogyakarta dengan Analisis SWOT dan AHP. *Jurnal REKAVASI*, 47-53.
- Pasandideh, S. H., Niaki, S. T., & Tokhmehchi, N. (2011). A Parameter-tuned Genetic Algorithm to Optimize Two-Echelon Continuous Review Inventory Systems. *Expert Systems with Applications*, 11708-11714.
- Priyan, S., & Uthayakumar, R. (2015). Continuous Review Inventory Model with Controllable Lead Time, Lost Sales Rate and Order Processing Cost When the Received Quantity is Uncertain. *Journal of Manufacturing Systems*, 23-33.
- Pujawan, I. N. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Ramuna, M. D., & Mahmudy, W. F. (2015). Optimasi Persediaan Barang dalam Produksi Jilbab Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*.
- Rochman, S. F., & Yadrifil. (2013). Penentuan Kebijakan Persediaan Spare Parts pada Perusahaan Migas dengan Pendekatan Simulasi Monte Carlo.
- Samadi, F., Mirzazadeh, A., & Pedram, M. M. (2013). Fuzzy Pricing, Marketing and Service Planning in a Fuzzy Inventory Model: A Geometric Programming Approach. *Applied Mathematical Modelling*, 6683-6694.
- Saracoglu, I., Topaloglu, S., & Keskindurk, T. (2014). A Genetic Algorithm Approach for Multi-product Multi-period Continuous Review Inventory Models. *Expert Systems with Applications*, 8189-8202.

- Septadiani, A. T., Usadha, I. G., & Wahyuningsih, N. (2013). Sistem Pengendalian Persediaan dengan Permintaan dan Pasokan Tidak Pasti (Studi Kasus pada PT.XYZ). *Jurnal Teknik POMITS*, 1-6.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Verawaty, D. M., Damayanti, D. D., & Santosa, B. (2015). Perencanaan Kebijakan Persediaan Obat dengan Menggunakan Metode Probabilistik .
- Wang, L., Fu, Q.-L., & Zeng, Y.-R. (2012). Continuous Review Inventory Models with a Mixture of Backorders and Lost Sales Under Fuzzy Demand and Different Decision Situations. *Expert Systems with Applications*, 4181-4189.
- Wang, S. P., Lee, W., & Chang, C. Y. (2012). Modeling the consignment inventory for a deteriorating item while the buyer has warehouse capacity constraint. *Int. J. Production Economics*, 284-292.
- Wu, J., & Chan, Y. L. (2014). Lot-sizing Policies for Deteriorating Items with Expiration Dates and Partial Trade Credit to Credit-risk Customers. *Int. J. Production Economics*, 292-301.
- Yamit, Z. (2003). *Manajemen Produksi dan Operasi* (Vol. Edisi Kedua). Yogyakarta: Ekonisia.
- Yunusoglu, M. G., & Selim, H. (2013). A Fuzzy Rule Based Expert System for Stock Evaluation and Portfolio Construction: An Application to Istanbul Stock Exchange. *Expert Systems with Applications*, 908-920.
- Zukhri, Z. (2013). *Algoritma Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. Yogyakarta: ANDI.

## LAMPIRAN

### A. Data Historis

A.1 Tabel Data Produksi Bakpia Kacang Hijau

| Persediaan Awal | Permintaan | Indeks Musiman | Jumlah Produksi |
|-----------------|------------|----------------|-----------------|
| 11              | 153        | 0,92           | 146             |
| 4               | 88         | 0,53           | 104             |
| 20              | 54         | 0,33           | 36              |
| 2               | 99         | 0,60           | 102             |
| 5               | 103        | 0,62           | 111             |
| 13              | 104        | 0,63           | 94              |
| 3               | 214        | 1,29           | 241             |
| 30              | 88         | 0,53           | 78              |
| 20              | 19         | 0,11           | 0               |
| 1               | 229        | 1,38           | 270             |
| 42              | 78         | 0,47           | 36              |
| 0               | 209        | 1,26           | 243             |
| 34              | 138        | 0,83           | 104             |
| 0               | 91         | 0,55           | 126             |
| 35              | 98         | 0,59           | 75              |
| 12              | 116        | 0,70           | 111             |
| 7               | 125        | 0,75           | 146             |
| 28              | 253        | 1,52           | 236             |
| 11              | 134        | 0,81           | 152             |
| 29              | 182        | 1,10           | 155             |
| 2               | 208        | 1,25           | 232             |
| 26              | 41         | 0,25           | 32              |
| 17              | 65         | 0,39           | 64              |
| 16              | 161        | 0,97           | 161             |
| 16              | 160        | 0,96           | 165             |
| 21              | 243        | 1,46           | 244             |
| 22              | 253        | 1,52           | 261             |
| 30              | 48         | 0,29           | 37              |
| 19              | 98         | 0,59           | 91              |
| 12              | 93         | 0,56           | 81              |
| 0               | 209        | 1,26           | 244             |
| 35              | 240        | 1,45           | 253             |
| 48              | 212        | 1,28           | 165             |
| 1               | 422        | 2,54           | 436             |
| 15              | 95         | 0,57           | 105             |
| 25              | 51         | 0,31           | 52              |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 26                         | 115               | 0,69                      | 113                        |
| 24                         | 132               | 0,80                      | 140                        |
| 32                         | 100               | 0,60                      | 100                        |
| 32                         | 216               | 1,30                      | 227                        |
| 43                         | 184               | 1,11                      | 173                        |
| 32                         | 48                | 0,29                      | 71                         |
| 55                         | 86                | 0,52                      | 69                         |
| 38                         | 194               | 1,17                      | 161                        |
| 5                          | 66                | 0,40                      | 72                         |
| 11                         | 83                | 0,50                      | 89                         |
| 17                         | 306               | 1,84                      | 318                        |
| 29                         | 137               | 0,83                      | 118                        |
| 10                         | 45                | 0,27                      | 51                         |
| 16                         | 39                | 0,23                      | 36                         |
| 13                         | 99                | 0,60                      | 123                        |
| 37                         | 169               | 1,02                      | 164                        |
| 32                         | 115               | 0,69                      | 131                        |
| 48                         | 215               | 1,30                      | 217                        |
| 50                         | 214               | 1,29                      | 165                        |
| 1                          | 115               | 0,69                      | 115                        |
| 1                          | 83                | 0,50                      | 99                         |
| 17                         | 118               | 0,71                      | 106                        |
| 5                          | 165               | 0,99                      | 208                        |
| 48                         | 264               | 1,59                      | 263                        |
| 47                         | 220               | 1,33                      | 231                        |
| 58                         | 375               | 2,26                      | 333                        |
| 16                         | 51                | 0,31                      | 50                         |
| 15                         | 103               | 0,62                      | 97                         |
| 9                          | 120               | 0,72                      | 138                        |
| 27                         | 85                | 0,51                      | 90                         |
| 32                         | 145               | 0,87                      | 149                        |
| 36                         | 263               | 1,58                      | 283                        |
| 56                         | 95                | 0,57                      | 64                         |
| 25                         | 85                | 0,51                      | 69                         |
| 9                          | 86                | 0,52                      | 101                        |
| 24                         | 149               | 0,90                      | 204                        |
| 79                         | 313               | 1,89                      | 384                        |
| 150                        | 251               | 1,51                      | 193                        |
| 92                         | 423               | 2,55                      | 331                        |
| 0                          | 418               | 2,52                      | 426                        |
| 8                          | 157               | 0,95                      | 153                        |
| 4                          | 126               | 0,76                      | 142                        |
| 20                         | 171               | 1,03                      | 167                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 16                         | 151               | 0,91                      | 171                        |
| 36                         | 201               | 1,21                      | 205                        |
| 40                         | 230               | 1,39                      | 235                        |
| 45                         | 77                | 0,46                      | 36                         |
| 4                          | 165               | 0,99                      | 186                        |
| 25                         | 72                | 0,43                      | 72                         |
| 25                         | 125               | 0,75                      | 161                        |
| 61                         | 183               | 1,10                      | 147                        |
| 25                         | 149               | 0,90                      | 179                        |
| 55                         | 272               | 1,64                      | 248                        |
| 31                         | 194               | 1,17                      | 194                        |
| 31                         | 77                | 0,46                      | 46                         |
| 0                          | 77                | 0,46                      | 120                        |
| 43                         | 176               | 1,06                      | 163                        |
| 30                         | 153               | 0,92                      | 173                        |
| 50                         | 172               | 1,04                      | 165                        |
| 43                         | 100               | 0,60                      | 120                        |
| 63                         | 243               | 1,46                      | 181                        |
| 1                          | 127               | 0,77                      | 158                        |
| 32                         | 205               | 1,23                      | 211                        |
| 38                         | 145               | 0,87                      | 190                        |
| 83                         | 290               | 1,75                      | 245                        |
| 38                         | 150               | 0,90                      | 174                        |
| 62                         | 85                | 0,51                      | 55                         |
| 32                         | 160               | 0,96                      | 169                        |
| 41                         | 107               | 0,64                      | 66                         |
| 0                          | 355               | 2,14                      | 395                        |
| 40                         | 24                | 0,14                      | 25                         |
| 41                         | 515               | 3,10                      | 475                        |
| 1                          | 193               | 1,16                      | 207                        |
| 15                         | 268               | 1,61                      | 278                        |
| 25                         | 841               | 5,07                      | 816                        |
| 0                          | 336               | 2,02                      | 357                        |
| 21                         | 205               | 1,23                      | 212                        |
| 28                         | 306               | 1,84                      | 286                        |
| 8                          | 397               | 2,39                      | 421                        |
| 32                         | 42                | 0,25                      | 10                         |
| 0                          | 6                 | 0,04                      | 43                         |
| 37                         | 265               | 1,60                      | 268                        |
| 40                         | 189               | 1,14                      | 181                        |
| 32                         | 143               | 0,86                      | 163                        |
| 52                         | 101               | 0,61                      | 78                         |
| 29                         | 126               | 0,76                      | 110                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 18                         | 160               | 0,96                      | 190                        |
| 48                         | 160               | 0,96                      | 155                        |
| 43                         | 141               | 0,85                      | 131                        |
| 33                         | 92                | 0,55                      | 73                         |
| 14                         | 145               | 0,87                      | 196                        |
| 64                         | 207               | 1,25                      | 197                        |
| 54                         | 111               | 0,67                      | 132                        |
| 75                         | 194               | 1,17                      | 197                        |
| 78                         | 213               | 1,28                      | 231                        |
| 96                         | 160               | 0,96                      | 120                        |
| 56                         | 63                | 0,38                      | 39                         |
| 32                         | 114               | 0,69                      | 137                        |
| 55                         | 120               | 0,72                      | 82                         |
| 17                         | 203               | 1,22                      | 380                        |
| 194                        | 609               | 3,67                      | 507                        |
| 154                        | 262               | 1,58                      | 200                        |
| 92                         | 260               | 1,57                      | 269                        |
| 101                        | 697               | 4,20                      | 835                        |
| 239                        | 474               | 2,86                      | 344                        |
| 109                        | 203               | 1,22                      | 200                        |
| 106                        | 317               | 1,91                      | 318                        |
| 107                        | 418               | 2,52                      | 397                        |
| 44                         | 62                | 0,37                      | 23                         |
| 5                          | 217               | 1,31                      | 236                        |
| 24                         | 174               | 1,05                      | 165                        |
| 40                         | 151               | 0,91                      | 127                        |
| 16                         | 164               | 0,99                      | 233                        |
| 85                         | 181               | 1,09                      | 143                        |
| 47                         | 132               | 0,80                      | 106                        |
| 21                         | 82                | 0,49                      | 78                         |
| 17                         | 144               | 0,87                      | 140                        |
| 48                         | 96                | 0,58                      | 79                         |
| 31                         | 100               | 0,60                      | 97                         |
| 28                         | 230               | 1,39                      | 285                        |
| 83                         | 227               | 1,37                      | 188                        |
| 44                         | 144               | 0,87                      | 134                        |
| 34                         | 165               | 0,99                      | 159                        |
| 28                         | 140               | 0,84                      | 140                        |
| 28                         | 105               | 0,63                      | 120                        |
| 48                         | 125               | 0,75                      | 128                        |
| 51                         | 273               | 1,64                      | 286                        |
| 64                         | 209               | 1,26                      | 184                        |
| 39                         | 205               | 1,23                      | 220                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 54                         | 319               | 1,92                      | 336                        |
| 71                         | 88                | 0,53                      | 45                         |
| 26                         | 177               | 1,07                      | 207                        |
| 56                         | 133               | 0,80                      | 95                         |
| 18                         | 174               | 1,05                      | 195                        |
| 39                         | 319               | 1,92                      | 365                        |
| 85                         | 155               | 0,93                      | 82                         |
| 12                         | 63                | 0,38                      | 71                         |
| 20                         | 120               | 0,72                      | 108                        |
| 8                          | 110               | 0,66                      | 128                        |
| 26                         | 65                | 0,39                      | 73                         |
| 9                          | 238               | 1,43                      | 274                        |
| 42                         | 243               | 1,46                      | 240                        |
| 0                          | 229               | 1,38                      | 259                        |
| 30                         | 120               | 0,72                      | 118                        |
| 28                         | 133               | 0,80                      | 136                        |
| 31                         | 62                | 0,37                      | 59                         |
| 28                         | 104               | 0,63                      | 105                        |
| 29                         | 172               | 1,04                      | 183                        |
| 40                         | 222               | 1,34                      | 232                        |
| 50                         | 107               | 0,64                      | 76                         |
| 19                         | 110               | 0,66                      | 134                        |
| 43                         | 84                | 0,51                      | 81                         |
| 40                         | 84                | 0,51                      | 78                         |
| 34                         | 148               | 0,89                      | 159                        |
| 45                         | 177               | 1,07                      | 183                        |
| 51                         | 267               | 1,61                      | 239                        |
| 23                         | 84                | 0,51                      | 88                         |
| 27                         | 86                | 0,52                      | 83                         |
| 24                         | 91                | 0,55                      | 81                         |
| 14                         | 98                | 0,59                      | 101                        |
| 20                         | 107               | 0,64                      | 163                        |
| 76                         | 190               | 1,14                      | 159                        |
| 45                         | 172               | 1,04                      | 159                        |
| 32                         | 111               | 0,67                      | 99                         |
| 20                         | 135               | 0,81                      | 121                        |
| 6                          | 135               | 0,81                      | 160                        |
| 31                         | 289               | 1,74                      | 292                        |
| 34                         | 53                | 0,32                      | 75                         |
| 56                         | 75                | 0,45                      | 95                         |
| 76                         | 305               | 1,84                      | 277                        |
| 48                         | 200               | 1,20                      | 176                        |
| 24                         | 143               | 0,86                      | 140                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 21                         | 128               | 0,77                      | 137                        |
| 30                         | 102               | 0,61                      | 101                        |
| 28                         | 130               | 0,78                      | 181                        |
| 79                         | 160               | 0,96                      | 115                        |
| 34                         | 124               | 0,75                      | 118                        |
| 28                         | 142               | 0,86                      | 141                        |
| 27                         | 106               | 0,64                      | 98                         |
| 19                         | 109               | 0,66                      | 114                        |
| 24                         | 82                | 0,49                      | 72                         |
| 14                         | 98                | 0,59                      | 129                        |
| 45                         | 230               | 1,39                      | 263                        |
| 78                         | 228               | 1,37                      | 181                        |
| 31                         | 84                | 0,51                      | 81                         |
| 28                         | 45                | 0,27                      | 35                         |
| 18                         | 237               | 1,43                      | 276                        |
| 57                         | 240               | 1,45                      | 254                        |
| 71                         | 102               | 0,61                      | 68                         |
| 37                         | 90                | 0,54                      | 108                        |
| 55                         | 232               | 1,40                      | 221                        |
| 44                         | 279               | 1,68                      | 271                        |
| 36                         | 132               | 0,80                      | 110                        |
| 14                         | 91                | 0,55                      | 91                         |
| 14                         | 108               | 0,65                      | 126                        |
| 32                         | 148               | 0,89                      | 126                        |
| 10                         | 112               | 0,67                      | 162                        |
| 60                         | 206               | 1,24                      | 183                        |
| 37                         | 238               | 1,43                      | 235                        |
| 34                         | 95                | 0,57                      | 78                         |
| 17                         | 74                | 0,45                      | 71                         |
| 14                         | 81                | 0,49                      | 110                        |
| 43                         | 112               | 0,67                      | 119                        |
| 50                         | 170               | 1,02                      | 152                        |
| 32                         | 155               | 0,93                      | 154                        |
| 31                         | 127               | 0,77                      | 134                        |
| 38                         | 119               | 0,72                      | 95                         |
| 14                         | 45                | 0,27                      | 39                         |
| 8                          | 76                | 0,46                      | 88                         |
| 20                         | 165               | 0,99                      | 193                        |
| 48                         | 84                | 0,51                      | 81                         |
| 45                         | 215               | 1,30                      | 208                        |
| 38                         | 111               | 0,67                      | 94                         |
| 21                         | 143               | 0,86                      | 152                        |
| 30                         | 83                | 0,50                      | 69                         |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 16                         | 59                | 0,36                      | 55                         |
| 12                         | 144               | 0,87                      | 182                        |
| 50                         | 147               | 0,89                      | 118                        |
| 21                         | 143               | 0,86                      | 152                        |
| 30                         | 149               | 0,90                      | 151                        |
| 32                         | 101               | 0,61                      | 82                         |
| 13                         | 92                | 0,55                      | 99                         |
| 20                         | 122               | 0,73                      | 116                        |
| 14                         | 100               | 0,60                      | 117                        |
| 31                         | 204               | 1,23                      | 230                        |
| 57                         | 179               | 1,08                      | 154                        |
| 32                         | 123               | 0,74                      | 118                        |
| 27                         | 170               | 1,02                      | 178                        |
| 35                         | 67                | 0,40                      | 38                         |
| 6                          | 80                | 0,48                      | 96                         |
| 22                         | 76                | 0,46                      | 103                        |
| 49                         | 160               | 0,96                      | 162                        |
| 51                         | 200               | 1,20                      | 201                        |
| 52                         | 151               | 0,91                      | 122                        |
| 23                         | 236               | 1,42                      | 228                        |
| 15                         | 40                | 0,24                      | 56                         |
| 31                         | 98                | 0,59                      | 69                         |
| 2                          | 150               | 0,90                      | 189                        |
| 41                         | 139               | 0,84                      | 152                        |
| 54                         | 193               | 1,16                      | 202                        |
| 63                         | 196               | 1,18                      | 181                        |
| 48                         | 152               | 0,92                      | 151                        |
| 47                         | 75                | 0,45                      | 39                         |
| 11                         | 114               | 0,69                      | 122                        |
| 19                         | 75                | 0,45                      | 114                        |
| 58                         | 105               | 0,63                      | 73                         |
| 26                         | 283               | 1,70                      | 309                        |
| 52                         | 141               | 0,85                      | 109                        |
| 20                         | 63                | 0,38                      | 71                         |
| 28                         | 154               | 0,93                      | 138                        |
| 12                         | 141               | 0,85                      | 146                        |
| 17                         | 145               | 0,87                      | 187                        |
| 59                         | 119               | 0,72                      | 88                         |
| 28                         | 398               | 2,40                      | 417                        |
| 47                         | 81                | 0,49                      | 38                         |
| 4                          | 136               | 0,82                      | 137                        |
| 5                          | 237               | 1,43                      | 317                        |
| 85                         | 188               | 1,13                      | 189                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 86                         | 375               | 2,26                      | 401                        |
| 112                        | 285               | 1,72                      | 285                        |
| 112                        | 574               | 3,46                      | 573                        |
| 111                        | 490               | 2,95                      | 403                        |
| 24                         | 418               | 2,52                      | 504                        |
| 110                        | 234               | 1,41                      | 201                        |
| 77                         | 275               | 1,66                      | 275                        |
| 77                         | 269               | 1,62                      | 279                        |

A.2 Tabel Data Produksi Bakpia Keju

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 317                        | 137               | 0,98                      | 0                          |
| 180                        | 54                | 0,39                      | 0                          |
| 126                        | 52                | 0,37                      | 80                         |
| 154                        | 25                | 0,18                      | 7                          |
| 136                        | 93                | 0,66                      | 94                         |
| 137                        | 67                | 0,48                      | 96                         |
| 166                        | 120               | 0,86                      | 90                         |
| 136                        | 34                | 0,24                      | 0                          |
| 102                        | 104               | 0,74                      | 95                         |
| 93                         | 106               | 0,76                      | 188                        |
| 175                        | 92                | 0,66                      | 195                        |
| 278                        | 132               | 0,94                      | 95                         |
| 241                        | 123               | 0,88                      | 9                          |
| 127                        | 82                | 0,59                      | 92                         |
| 137                        | 81                | 0,58                      | 186                        |
| 242                        | 82                | 0,59                      | 100                        |
| 260                        | 73                | 0,52                      | 186                        |
| 373                        | 163               | 1,16                      | 95                         |
| 305                        | 133               | 0,95                      | 83                         |
| 255                        | 245               | 1,75                      | 107                        |
| 117                        | 76                | 0,54                      | 63                         |
| 104                        | 61                | 0,44                      | 91                         |
| 134                        | 18                | 0,13                      | 0                          |
| 116                        | 102               | 0,73                      | 211                        |
| 225                        | 142               | 1,01                      | 157                        |
| 240                        | 152               | 1,09                      | 184                        |
| 272                        | 188               | 1,34                      | 82                         |
| 166                        | 51                | 0,36                      | 95                         |
| 210                        | 77                | 0,55                      | 20                         |
| 153                        | 94                | 0,67                      | 180                        |
| 239                        | 102               | 0,73                      | 154                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 291                        | 170               | 1,21                      | 199                        |
| 320                        | 233               | 1,66                      | 176                        |
| 263                        | 274               | 1,96                      | 68                         |
| 57                         | 150               | 1,07                      | 201                        |
| 108                        | 36                | 0,26                      | 95                         |
| 167                        | 59                | 0,42                      | 37                         |
| 145                        | 62                | 0,44                      | 188                        |
| 271                        | 100               | 0,71                      | 184                        |
| 355                        | 175               | 1,25                      | 173                        |
| 353                        | 120               | 0,86                      | 0                          |
| 233                        | 19                | 0,14                      | 39                         |
| 253                        | 27                | 0,19                      | 0                          |
| 226                        | 72                | 0,51                      | 0                          |
| 154                        | 70                | 0,50                      | 87                         |
| 171                        | 85                | 0,61                      | 90                         |
| 176                        | 216               | 1,54                      | 176                        |
| 136                        | 60                | 0,43                      | 97                         |
| 173                        | 49                | 0,35                      | 0                          |
| 124                        | 24                | 0,17                      | 0                          |
| 100                        | 42                | 0,30                      | 61                         |
| 119                        | 117               | 0,84                      | 121                        |
| 123                        | 82                | 0,59                      | 186                        |
| 227                        | 178               | 1,27                      | 183                        |
| 232                        | 168               | 1,20                      | 88                         |
| 152                        | 59                | 0,42                      | 0                          |
| 93                         | 39                | 0,28                      | 172                        |
| 226                        | 70                | 0,50                      | 86                         |
| 242                        | 91                | 0,65                      | 168                        |
| 319                        | 170               | 1,21                      | 89                         |
| 238                        | 289               | 2,06                      | 215                        |
| 164                        | 258               | 1,84                      | 150                        |
| 56                         | 48                | 0,34                      | 87                         |
| 95                         | 100               | 0,71                      | 176                        |
| 171                        | 79                | 0,56                      | 90                         |
| 182                        | 70                | 0,50                      | 137                        |
| 249                        | 82                | 0,59                      | 207                        |
| 374                        | 210               | 1,50                      | 174                        |
| 338                        | 66                | 0,47                      | 174                        |
| 446                        | 46                | 0,33                      | 158                        |
| 558                        | 50                | 0,36                      | 86                         |
| 594                        | 87                | 0,62                      | 85                         |
| 592                        | 217               | 1,55                      | 80                         |
| 455                        | 125               | 0,89                      | 182                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 512                        | 322               | 2,30                      | 89                         |
| 279                        | 285               | 2,04                      | 99                         |
| 93                         | 136               | 0,97                      | 136                        |
| 93                         | 127               | 0,91                      | 218                        |
| 184                        | 86                | 0,61                      | 79                         |
| 177                        | 123               | 0,88                      | 159                        |
| 213                        | 110               | 0,79                      | 176                        |
| 279                        | 197               | 1,41                      | 175                        |
| 257                        | 124               | 0,89                      | 0                          |
| 133                        | 67                | 0,48                      | 87                         |
| 153                        | 30                | 0,21                      | 89                         |
| 212                        | 85                | 0,61                      | 175                        |
| 302                        | 125               | 0,89                      | 175                        |
| 352                        | 126               | 0,90                      | 177                        |
| 403                        | 258               | 1,84                      | 175                        |
| 320                        | 58                | 0,41                      | 86                         |
| 348                        | 450               | 3,21                      | 436                        |
| 334                        | 477               | 3,41                      | 392                        |
| 249                        | 296               | 2,11                      | 256                        |
| 209                        | 360               | 2,57                      | 417                        |
| 266                        | 447               | 3,19                      | 524                        |
| 343                        | 513               | 3,66                      | 511                        |
| 341                        | 427               | 3,05                      | 433                        |
| 347                        | 859               | 6,14                      | 852                        |
| 340                        | 424               | 3,03                      | 422                        |
| 338                        | 811               | 5,79                      | 712                        |
| 239                        | 331               | 2,36                      | 378                        |
| 286                        | 967               | 6,91                      | 940                        |
| 259                        | 529               | 3,78                      | 494                        |
| 224                        | 816               | 5,83                      | 796                        |
| 204                        | 691               | 4,94                      | 666                        |
| 179                        | 171               | 1,22                      | 118                        |
| 126                        | 118               | 0,84                      | 104                        |
| 112                        | 96                | 0,69                      | 120                        |
| 136                        | 136               | 0,97                      | 155                        |
| 155                        | 139               | 0,99                      | 89                         |
| 105                        | 105               | 0,75                      | 68                         |
| 68                         | 60                | 0,43                      | 48                         |
| 56                         | 40                | 0,29                      | 47                         |
| 63                         | 39                | 0,28                      | 47                         |
| 71                         | 63                | 0,45                      | 95                         |
| 103                        | 95                | 0,68                      | 112                        |
| 120                        | 120               | 0,86                      | 138                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 138                        | 122               | 0,87                      | 91                         |
| 107                        | 99                | 0,71                      | 74                         |
| 82                         | 82                | 0,59                      | 69                         |
| 69                         | 70                | 0,50                      | 118                        |
| 117                        | 89                | 0,64                      | 167                        |
| 195                        | 112               | 0,80                      | 100                        |
| 183                        | 122               | 0,87                      | 183                        |
| 244                        | 103               | 0,74                      | 197                        |
| 338                        | 69                | 0,49                      | 186                        |
| 455                        | 95                | 0,68                      | 95                         |
| 455                        | 128               | 0,91                      | 513                        |
| 840                        | 129               | 0,92                      | 100                        |
| 811                        | 74                | 0,53                      | 497                        |
| 1234                       | 135               | 0,96                      | 101                        |
| 1200                       | 103               | 0,74                      | 682                        |
| 1779                       | 55                | 0,39                      | 278                        |
| 2002                       | 66                | 0,47                      | 601                        |
| 2537                       | 80                | 0,57                      | 495                        |
| 2952                       | 171               | 1,22                      | 0                          |
| 2781                       | 394               | 2,81                      | 0                          |
| 2387                       | 109               | 0,78                      | 0                          |
| 2278                       | 272               | 1,94                      | 0                          |
| 2006                       | 466               | 3,33                      | 0                          |
| 1540                       | 253               | 1,81                      | 0                          |
| 1287                       | 126               | 0,90                      | 0                          |
| 1161                       | 1062              | 7,59                      | 0                          |
| 99                         | 198               | 1,41                      | 753                        |
| 654                        | 35                | 0,25                      | 0                          |
| 619                        | 29                | 0,21                      | 0                          |
| 590                        | 46                | 0,33                      | 0                          |
| 544                        | 90                | 0,64                      | 0                          |
| 454                        | 222               | 1,59                      | 0                          |
| 232                        | 5                 | 0,04                      | 0                          |
| 227                        | 43                | 0,31                      | 0                          |
| 184                        | 60                | 0,43                      | 0                          |
| 124                        | 135               | 0,96                      | 68                         |
| 57                         | 65                | 0,46                      | 143                        |
| 135                        | 50                | 0,36                      | 93                         |
| 178                        | 56                | 0,40                      | 92                         |
| 214                        | 166               | 1,19                      | 98                         |
| 146                        | 104               | 0,74                      | 101                        |
| 143                        | 117               | 0,84                      | 93                         |
| 119                        | 146               | 1,04                      | 101                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 74                         | 83                | 0,59                      | 95                         |
| 86                         | 63                | 0,45                      | 100                        |
| 123                        | 76                | 0,54                      | 196                        |
| 243                        | 359               | 2,56                      | 194                        |
| 78                         | 123               | 0,88                      | 245                        |
| 200                        | 89                | 0,64                      | 47                         |
| 158                        | 289               | 2,06                      | 242                        |
| 111                        | 130               | 0,93                      | 95                         |
| 76                         | 120               | 0,86                      | 91                         |
| 47                         | 63                | 0,45                      | 191                        |
| 175                        | 160               | 1,14                      | 190                        |
| 205                        | 217               | 1,55                      | 147                        |
| 135                        | 135               | 0,96                      | 136                        |
| 136                        | 37                | 0,26                      | 0                          |
| 99                         | 78                | 0,56                      | 92                         |
| 113                        | 52                | 0,37                      | 158                        |
| 219                        | 79                | 0,56                      | 74                         |
| 214                        | 166               | 1,19                      | 192                        |
| 240                        | 152               | 1,09                      | 97                         |
| 185                        | 192               | 1,37                      | 143                        |
| 136                        | 113               | 0,81                      | 96                         |
| 119                        | 70                | 0,50                      | 97                         |
| 146                        | 61                | 0,44                      | 97                         |
| 182                        | 59                | 0,42                      | 99                         |
| 222                        | 121               | 0,86                      | 106                        |
| 207                        | 121               | 0,86                      | 105                        |
| 191                        | 84                | 0,60                      | 0                          |
| 107                        | 143               | 1,02                      | 223                        |
| 187                        | 96                | 0,69                      | 72                         |
| 163                        | 75                | 0,54                      | 75                         |
| 163                        | 72                | 0,51                      | 98                         |
| 189                        | 141               | 1,01                      | 106                        |
| 154                        | 106               | 0,76                      | 103                        |
| 151                        | 39                | 0,28                      | 0                          |
| 112                        | 42                | 0,30                      | 56                         |
| 126                        | 59                | 0,42                      | 98                         |
| 165                        | 45                | 0,32                      | 46                         |
| 166                        | 68                | 0,49                      | 93                         |
| 191                        | 195               | 1,39                      | 162                        |
| 158                        | 277               | 1,98                      | 320                        |
| 201                        | 198               | 1,41                      | 121                        |
| 124                        | 211               | 1,51                      | 201                        |
| 114                        | 97                | 0,69                      | 231                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 248                        | 242               | 1,73                      | 143                        |
| 149                        | 73                | 0,52                      | 136                        |
| 212                        | 106               | 0,76                      | 167                        |
| 273                        | 140               | 1,00                      | 44                         |
| 177                        | 166               | 1,19                      | 94                         |
| 105                        | 92                | 0,66                      | 98                         |
| 111                        | 175               | 1,25                      | 198                        |
| 134                        | 134               | 0,96                      | 0                          |
| 0                          | 66                | 0,47                      | 215                        |
| 149                        | 84                | 0,60                      | 245                        |
| 310                        | 121               | 0,86                      | 47                         |
| 236                        | 93                | 0,66                      | 0                          |
| 143                        | 64                | 0,46                      | 46                         |
| 125                        | 54                | 0,39                      | 49                         |
| 120                        | 57                | 0,41                      | 100                        |
| 163                        | 44                | 0,31                      | 99                         |
| 218                        | 147               | 1,05                      | 96                         |
| 167                        | 113               | 0,81                      | 83                         |
| 137                        | 83                | 0,59                      | 116                        |
| 170                        | 32                | 0,23                      | 98                         |
| 236                        | 235               | 1,68                      | 98                         |
| 99                         | 176               | 1,26                      | 275                        |
| 198                        | 81                | 0,58                      | 99                         |
| 216                        | 81                | 0,58                      | 47                         |
| 182                        | 129               | 0,92                      | 98                         |
| 151                        | 163               | 1,16                      | 96                         |
| 84                         | 113               | 0,81                      | 101                        |
| 72                         | 78                | 0,56                      | 167                        |
| 161                        | 75                | 0,54                      | 101                        |
| 187                        | 58                | 0,41                      | 100                        |
| 229                        | 111               | 0,79                      | 99                         |
| 217                        | 180               | 1,29                      | 103                        |
| 140                        | 148               | 1,06                      | 101                        |
| 93                         | 53                | 0,38                      | 99                         |
| 139                        | 57                | 0,41                      | 51                         |
| 133                        | 29                | 0,21                      | 0                          |
| 104                        | 65                | 0,46                      | 98                         |
| 137                        | 131               | 0,94                      | 198                        |
| 204                        | 86                | 0,61                      | 0                          |
| 118                        | 93                | 0,66                      | 147                        |
| 172                        | 86                | 0,61                      | 47                         |
| 133                        | 11                | 0,08                      | 51                         |
| 173                        | 56                | 0,40                      | 0                          |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 117                        | 48                | 0,34                      | 96                         |
| 165                        | 98                | 0,70                      | 104                        |
| 171                        | 169               | 1,21                      | 96                         |
| 98                         | 89                | 0,64                      | 109                        |
| 118                        | 88                | 0,63                      | 92                         |
| 122                        | 84                | 0,60                      | 98                         |
| 136                        | 41                | 0,29                      | 99                         |
| 194                        | 91                | 0,65                      | 98                         |
| 201                        | 90                | 0,64                      | 108                        |
| 219                        | 113               | 0,81                      | 49                         |
| 155                        | 98                | 0,70                      | 49                         |
| 106                        | 59                | 0,42                      | 46                         |
| 93                         | 74                | 0,53                      | 104                        |
| 123                        | 87                | 0,62                      | 93                         |
| 129                        | 59                | 0,42                      | 107                        |
| 177                        | 129               | 0,92                      | 186                        |
| 234                        | 155               | 1,11                      | 99                         |
| 178                        | 98                | 0,70                      | 47                         |
| 127                        | 127               | 0,91                      | 101                        |
| 101                        | 48                | 0,34                      | 99                         |
| 152                        | 57                | 0,41                      | 45                         |
| 140                        | 78                | 0,56                      | 95                         |
| 157                        | 208               | 1,49                      | 102                        |
| 51                         | 42                | 0,30                      | 148                        |
| 157                        | 435               | 3,11                      | 385                        |
| 107                        | 143               | 1,02                      | 96                         |
| 60                         | 64                | 0,46                      | 98                         |
| 94                         | 57                | 0,41                      | 97                         |
| 134                        | 86                | 0,61                      | 115                        |
| 163                        | 106               | 0,76                      | 93                         |
| 150                        | 146               | 1,04                      | 146                        |
| 150                        | 83                | 0,59                      | 89                         |
| 156                        | 161               | 1,15                      | 85                         |
| 80                         | 72                | 0,51                      | 158                        |
| 166                        | 19                | 0,14                      | 44                         |
| 191                        | 65                | 0,46                      | 42                         |
| 168                        | 105               | 0,75                      | 93                         |
| 156                        | 174               | 1,24                      | 94                         |
| 76                         | 72                | 0,51                      | 92                         |
| 96                         | 54                | 0,39                      | 87                         |
| 129                        | 56                | 0,40                      | 95                         |
| 168                        | 92                | 0,66                      | 136                        |
| 212                        | 89                | 0,64                      | 90                         |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 213                        | 120               | 0,86                      | 139                        |
| 232                        | 218               | 1,56                      | 93                         |
| 107                        | 65                | 0,46                      | 184                        |
| 226                        | 120               | 0,86                      | 174                        |
| 280                        | 131               | 0,94                      | 203                        |
| 352                        | 192               | 1,37                      | 189                        |
| 349                        | 248               | 1,77                      | 193                        |
| 294                        | 211               | 1,51                      | 267                        |
| 350                        | 306               | 2,19                      | 279                        |
| 323                        | 435               | 3,11                      | 180                        |
| 68                         | 265               | 1,89                      | 437                        |
| 240                        | 209               | 1,49                      | 41                         |
| 72                         | 201               | 1,44                      | 280                        |
| 151                        | 358               | 2,56                      | 358                        |

A.3 Tabel Data Produksi Bakpia Cokelat

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 224                        | 119               | 0,88                      | 71                         |
| 176                        | 35                | 0,26                      | 34                         |
| 175                        | 29                | 0,21                      | 0                          |
| 146                        | 26                | 0,19                      | 0                          |
| 120                        | 65                | 0,48                      | 124                        |
| 179                        | 72                | 0,53                      | 116                        |
| 223                        | 121               | 0,90                      | 117                        |
| 219                        | 66                | 0,49                      | 0                          |
| 153                        | 105               | 0,78                      | 104                        |
| 152                        | 111               | 0,82                      | 131                        |
| 172                        | 114               | 0,84                      | 218                        |
| 276                        | 129               | 0,96                      | 99                         |
| 246                        | 83                | 0,61                      | 26                         |
| 189                        | 85                | 0,63                      | 16                         |
| 120                        | 73                | 0,54                      | 114                        |
| 161                        | 89                | 0,66                      | 112                        |
| 184                        | 82                | 0,61                      | 112                        |
| 214                        | 146               | 1,08                      | 165                        |
| 233                        | 122               | 0,90                      | 106                        |
| 217                        | 235               | 1,74                      | 119                        |
| 101                        | 88                | 0,65                      | 91                         |
| 104                        | 45                | 0,33                      | 108                        |
| 167                        | 21                | 0,16                      | 13                         |
| 159                        | 93                | 0,69                      | 120                        |
| 186                        | 130               | 0,96                      | 207                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 263                        | 149               | 1,10                      | 110                        |
| 224                        | 174               | 1,29                      | 111                        |
| 161                        | 30                | 0,22                      | 44                         |
| 175                        | 68                | 0,50                      | 125                        |
| 232                        | 67                | 0,50                      | 110                        |
| 275                        | 122               | 0,90                      | 107                        |
| 260                        | 202               | 1,50                      | 197                        |
| 255                        | 190               | 1,41                      | 117                        |
| 182                        | 283               | 2,10                      | 191                        |
| 90                         | 128               | 0,95                      | 139                        |
| 101                        | 20                | 0,15                      | 3                          |
| 84                         | 52                | 0,39                      | 98                         |
| 130                        | 39                | 0,29                      | 215                        |
| 306                        | 114               | 0,84                      | 169                        |
| 361                        | 171               | 1,27                      | 106                        |
| 296                        | 112               | 0,83                      | 0                          |
| 184                        | 20                | 0,15                      | 4                          |
| 168                        | 32                | 0,24                      | 0                          |
| 136                        | 78                | 0,58                      | 112                        |
| 170                        | 54                | 0,40                      | 0                          |
| 116                        | 89                | 0,66                      | 218                        |
| 245                        | 199               | 1,47                      | 186                        |
| 232                        | 88                | 0,65                      | 6                          |
| 150                        | 29                | 0,21                      | 0                          |
| 121                        | 9                 | 0,07                      | 0                          |
| 112                        | 3                 | 0,02                      | 0                          |
| 109                        | 100               | 0,74                      | 101                        |
| 110                        | 122               | 0,90                      | 247                        |
| 235                        | 134               | 0,99                      | 58                         |
| 159                        | 144               | 1,07                      | 69                         |
| 84                         | 46                | 0,34                      | 35                         |
| 73                         | 43                | 0,32                      | 108                        |
| 138                        | 69                | 0,51                      | 187                        |
| 256                        | 82                | 0,61                      | 113                        |
| 287                        | 205               | 1,52                      | 218                        |
| 300                        | 250               | 1,85                      | 148                        |
| 198                        | 243               | 1,80                      | 162                        |
| 117                        | 42                | 0,31                      | 5                          |
| 80                         | 60                | 0,44                      | 73                         |
| 93                         | 84                | 0,62                      | 128                        |
| 137                        | 60                | 0,44                      | 208                        |
| 285                        | 110               | 0,81                      | 209                        |
| 384                        | 196               | 1,45                      | 216                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 404                        | 65                | 0,48                      | 0                          |
| 339                        | 52                | 0,39                      | 91                         |
| 378                        | 82                | 0,61                      | 240                        |
| 536                        | 106               | 0,79                      | 73                         |
| 503                        | 203               | 1,50                      | 106                        |
| 406                        | 135               | 1,00                      | 135                        |
| 406                        | 334               | 2,47                      | 211                        |
| 283                        | 281               | 2,08                      | 87                         |
| 89                         | 100               | 0,74                      | 99                         |
| 88                         | 109               | 0,81                      | 105                        |
| 84                         | 106               | 0,79                      | 203                        |
| 181                        | 122               | 0,90                      | 109                        |
| 168                        | 99                | 0,73                      | 110                        |
| 179                        | 181               | 1,34                      | 217                        |
| 215                        | 151               | 1,12                      | 94                         |
| 158                        | 49                | 0,36                      | 10                         |
| 119                        | 53                | 0,39                      | 220                        |
| 286                        | 67                | 0,50                      | 109                        |
| 328                        | 132               | 0,98                      | 157                        |
| 353                        | 110               | 0,81                      | 105                        |
| 348                        | 210               | 1,56                      | 157                        |
| 295                        | 88                | 0,65                      | 94                         |
| 301                        | 401               | 2,97                      | 359                        |
| 259                        | 318               | 2,36                      | 263                        |
| 204                        | 450               | 3,33                      | 618                        |
| 372                        | 472               | 3,50                      | 467                        |
| 367                        | 467               | 3,46                      | 439                        |
| 339                        | 553               | 4,10                      | 547                        |
| 333                        | 873               | 6,47                      | 814                        |
| 274                        | 454               | 3,36                      | 391                        |
| 211                        | 756               | 5,60                      | 773                        |
| 228                        | 217               | 1,61                      | 354                        |
| 365                        | 955               | 7,07                      | 826                        |
| 236                        | 358               | 2,65                      | 447                        |
| 325                        | 919               | 6,81                      | 826                        |
| 232                        | 351               | 2,60                      | 298                        |
| 179                        | 273               | 2,02                      | 262                        |
| 168                        | 160               | 1,19                      | 138                        |
| 146                        | 146               | 1,08                      | 113                        |
| 113                        | 89                | 0,66                      | 68                         |
| 92                         | 313               | 2,32                      | 326                        |
| 105                        | 349               | 2,59                      | 343                        |
| 99                         | 99                | 0,73                      | 84                         |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 84                         | 84                | 0,62                      | 68                         |
| 68                         | 52                | 0,39                      | 64                         |
| 80                         | 56                | 0,41                      | 72                         |
| 96                         | 88                | 0,65                      | 58                         |
| 66                         | 58                | 0,43                      | 92                         |
| 100                        | 100               | 0,74                      | 71                         |
| 71                         | 55                | 0,41                      | 95                         |
| 111                        | 95                | 0,70                      | 74                         |
| 90                         | 84                | 0,62                      | 102                        |
| 108                        | 79                | 0,59                      | 116                        |
| 145                        | 115               | 0,85                      | 83                         |
| 113                        | 106               | 0,79                      | 263                        |
| 270                        | 135               | 1,00                      | 100                        |
| 235                        | 115               | 0,85                      | 116                        |
| 236                        | 82                | 0,61                      | 231                        |
| 385                        | 86                | 0,64                      | 549                        |
| 848                        | 131               | 0,97                      | 181                        |
| 898                        | 142               | 1,05                      | 561                        |
| 1317                       | 91                | 0,67                      | 22                         |
| 1248                       | 134               | 0,99                      | 599                        |
| 1713                       | 113               | 0,84                      | 122                        |
| 1722                       | 63                | 0,47                      | 602                        |
| 2261                       | 82                | 0,61                      | 120                        |
| 2299                       | 71                | 0,53                      | 102                        |
| 2330                       | 172               | 1,27                      | 0                          |
| 2158                       | 412               | 3,05                      | 0                          |
| 1746                       | 101               | 0,75                      | 222                        |
| 1867                       | 212               | 1,57                      | 261                        |
| 1916                       | 532               | 3,94                      | 0                          |
| 1384                       | 150               | 1,11                      | 0                          |
| 1234                       | 91                | 0,67                      | 0                          |
| 1143                       | 208               | 1,54                      | 0                          |
| 935                        | 197               | 1,46                      | 0                          |
| 738                        | 43                | 0,32                      | 0                          |
| 695                        | 24                | 0,18                      | 0                          |
| 671                        | 54                | 0,40                      | 0                          |
| 617                        | 91                | 0,67                      | 0                          |
| 526                        | 236               | 1,75                      | 0                          |
| 290                        | 3                 | 0,02                      | 0                          |
| 287                        | 35                | 0,26                      | 0                          |
| 252                        | 18                | 0,13                      | 0                          |
| 234                        | 197               | 1,46                      | 30                         |
| 67                         | 74                | 0,55                      | 119                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 112                        | 81                | 0,60                      | 122                        |
| 153                        | 49                | 0,36                      | 60                         |
| 164                        | 162               | 1,20                      | 72                         |
| 74                         | 74                | 0,55                      | 109                        |
| 109                        | 64                | 0,47                      | 10                         |
| 55                         | 131               | 0,97                      | 108                        |
| 32                         | 109               | 0,81                      | 190                        |
| 113                        | 77                | 0,57                      | 76                         |
| 112                        | 184               | 1,36                      | 243                        |
| 171                        | 171               | 1,27                      | 110                        |
| 110                        | 125               | 0,93                      | 204                        |
| 189                        | 115               | 0,85                      | 107                        |
| 181                        | 233               | 1,73                      | 124                        |
| 72                         | 112               | 0,83                      | 120                        |
| 80                         | 136               | 1,01                      | 115                        |
| 59                         | 104               | 0,77                      | 170                        |
| 125                        | 220               | 1,63                      | 245                        |
| 150                        | 198               | 1,47                      | 185                        |
| 137                        | 116               | 0,86                      | 103                        |
| 124                        | 44                | 0,33                      | 0                          |
| 80                         | 46                | 0,34                      | 125                        |
| 159                        | 66                | 0,49                      | 0                          |
| 93                         | 66                | 0,49                      | 184                        |
| 211                        | 174               | 1,29                      | 117                        |
| 154                        | 142               | 1,05                      | 183                        |
| 195                        | 187               | 1,39                      | 109                        |
| 117                        | 107               | 0,79                      | 128                        |
| 138                        | 66                | 0,49                      | 112                        |
| 184                        | 65                | 0,48                      | 122                        |
| 241                        | 49                | 0,36                      | 0                          |
| 192                        | 138               | 1,02                      | 109                        |
| 163                        | 163               | 1,21                      | 139                        |
| 139                        | 121               | 0,90                      | 114                        |
| 132                        | 55                | 0,41                      | 34                         |
| 111                        | 66                | 0,49                      | 109                        |
| 154                        | 82                | 0,61                      | 65                         |
| 137                        | 57                | 0,42                      | 120                        |
| 200                        | 137               | 1,01                      | 98                         |
| 161                        | 152               | 1,13                      | 205                        |
| 214                        | 33                | 0,24                      | 0                          |
| 181                        | 34                | 0,25                      | 0                          |
| 147                        | 76                | 0,56                      | 121                        |
| 192                        | 35                | 0,26                      | 0                          |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 157                        | 116               | 0,86                      | 141                        |
| 182                        | 98                | 0,73                      | 110                        |
| 194                        | 216               | 1,60                      | 108                        |
| 86                         | 76                | 0,56                      | 54                         |
| 64                         | 29                | 0,21                      | 69                         |
| 104                        | 132               | 0,98                      | 132                        |
| 104                        | 243               | 1,80                      | 227                        |
| 88                         | 34                | 0,25                      | 141                        |
| 195                        | 40                | 0,30                      | 93                         |
| 248                        | 117               | 0,87                      | 51                         |
| 182                        | 86                | 0,64                      | 8                          |
| 104                        | 313               | 2,32                      | 237                        |
| 28                         | 21                | 0,16                      | 173                        |
| 180                        | 180               | 1,33                      | 0                          |
| 0                          | 42                | 0,31                      | 275                        |
| 233                        | 61                | 0,45                      | 121                        |
| 293                        | 121               | 0,90                      | 46                         |
| 218                        | 68                | 0,50                      | 16                         |
| 166                        | 69                | 0,51                      | 0                          |
| 97                         | 63                | 0,47                      | 135                        |
| 169                        | 48                | 0,36                      | 0                          |
| 121                        | 48                | 0,36                      | 116                        |
| 189                        | 151               | 1,12                      | 181                        |
| 219                        | 114               | 0,84                      | 61                         |
| 166                        | 67                | 0,50                      | 112                        |
| 211                        | 30                | 0,22                      | 125                        |
| 306                        | 233               | 1,73                      | 129                        |
| 202                        | 179               | 1,33                      | 77                         |
| 100                        | 62                | 0,46                      | 155                        |
| 193                        | 96                | 0,71                      | 84                         |
| 181                        | 110               | 0,81                      | 122                        |
| 193                        | 162               | 1,20                      | 53                         |
| 84                         | 124               | 0,92                      | 118                        |
| 78                         | 84                | 0,62                      | 143                        |
| 137                        | 1124              | 8,33                      | 1169                       |
| 182                        | 53                | 0,39                      | 93                         |
| 222                        | 111               | 0,82                      | 74                         |
| 185                        | 153               | 1,13                      | 136                        |
| 168                        | 127               | 0,94                      | 119                        |
| 160                        | 49                | 0,36                      | 0                          |
| 111                        | 69                | 0,51                      | 123                        |
| 165                        | 33                | 0,24                      | 0                          |
| 132                        | 59                | 0,44                      | 125                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 198                        | 123               | 0,91                      | 86                         |
| 161                        | 97                | 0,72                      | 48                         |
| 112                        | 97                | 0,72                      | 102                        |
| 117                        | 72                | 0,53                      | 54                         |
| 99                         | 33                | 0,24                      | 60                         |
| 126                        | 62                | 0,46                      | 53                         |
| 117                        | 39                | 0,29                      | 99                         |
| 177                        | 101               | 0,75                      | 141                        |
| 217                        | 150               | 1,11                      | 60                         |
| 127                        | 90                | 0,67                      | 115                        |
| 152                        | 64                | 0,47                      | 0                          |
| 88                         | 62                | 0,46                      | 112                        |
| 138                        | 29                | 0,21                      | 56                         |
| 165                        | 93                | 0,69                      | 101                        |
| 173                        | 113               | 0,84                      | 131                        |
| 191                        | 98                | 0,73                      | 60                         |
| 153                        | 113               | 0,84                      | 53                         |
| 93                         | 122               | 0,90                      | 117                        |
| 88                         | 15                | 0,11                      | 58                         |
| 131                        | 133               | 0,99                      | 112                        |
| 110                        | 55                | 0,41                      | 111                        |
| 166                        | 129               | 0,96                      | 109                        |
| 146                        | 173               | 1,28                      | 131                        |
| 104                        | 65                | 0,48                      | 117                        |
| 156                        | 63                | 0,47                      | 53                         |
| 146                        | 52                | 0,39                      | 56                         |
| 150                        | 145               | 1,07                      | 115                        |
| 120                        | 29                | 0,21                      | 92                         |
| 183                        | 172               | 1,27                      | 145                        |
| 156                        | 32                | 0,24                      | 55                         |
| 179                        | 209               | 1,55                      | 114                        |
| 84                         | 84                | 0,62                      | 63                         |
| 63                         | 75                | 0,56                      | 104                        |
| 92                         | 54                | 0,40                      | 138                        |
| 176                        | 87                | 0,64                      | 135                        |
| 224                        | 126               | 0,93                      | 104                        |
| 202                        | 134               | 0,99                      | 119                        |
| 187                        | 75                | 0,56                      | 52                         |
| 164                        | 108               | 0,80                      | 50                         |
| 106                        | 67                | 0,50                      | 117                        |
| 156                        | 38                | 0,28                      | 0                          |
| 118                        | 57                | 0,42                      | 112                        |
| 173                        | 99                | 0,73                      | 114                        |

| <b>Persediaan<br/>Awal</b> | <b>Permintaan</b> | <b>Indeks<br/>Musiman</b> | <b>Jumlah<br/>Produksi</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 188                        | 173               | 1,28                      | 113                        |
| 128                        | 84                | 0,62                      | 113                        |
| 157                        | 51                | 0,38                      | 54                         |
| 160                        | 93                | 0,69                      | 114                        |
| 181                        | 86                | 0,64                      | 107                        |
| 202                        | 85                | 0,63                      | 78                         |
| 195                        | 137               | 1,01                      | 188                        |
| 246                        | 222               | 1,64                      | 72                         |
| 96                         | 67                | 0,50                      | 226                        |
| 255                        | 119               | 0,88                      | 220                        |
| 356                        | 109               | 0,81                      | 206                        |
| 453                        | 194               | 1,44                      | 145                        |
| 404                        | 258               | 1,91                      | 231                        |
| 377                        | 418               | 3,10                      | 350                        |
| 309                        | 322               | 2,39                      | 323                        |
| 310                        | 395               | 2,93                      | 107                        |
| 22                         | 202               | 1,50                      | 240                        |
| 60                         | 242               | 1,79                      | 402                        |
| 220                        | 225               | 1,67                      | 266                        |
| 261                        | 213               | 1,58                      | 192                        |

## B. Hasil Pengolahan Logika *Fuzzy*

B.1 Tabel Hasil *Fuzzy* Jumlah Produksi dan Selisih dengan Data Historis Bakpia

Kacang Hijau

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 180                       | 153               | 27             |
| 101                       | 88                | 13             |
| 56                        | 54                | 2              |
| 110                       | 99                | 11             |
| 115                       | 103               | 12             |
| 116                       | 104               | 12             |
| 254                       | 214               | 40             |
| 85                        | 88                | -3             |
| 23                        | 19                | 4              |
| 269                       | 229               | 40             |
| 63                        | 78                | -15            |
| 243                       | 209               | 34             |
| 135                       | 138               | -3             |
| 102                       | 91                | 11             |
| 92                        | 98                | -6             |
| 130                       | 116               | 14             |
| 141                       | 125               | 16             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 266                       | 253               | 13             |
| 153                       | 134               | 19             |
| 194                       | 182               | 12             |
| 245                       | 208               | 37             |
| 37                        | 41                | -4             |
| 70                        | 65                | 5              |
| 190                       | 161               | 29             |
| 189                       | 160               | 29             |
| 263                       | 243               | 20             |
| 270                       | 253               | 17             |
| 40                        | 48                | -8             |
| 105                       | 98                | 7              |
| 104                       | 93                | 11             |
| 243                       | 209               | 34             |
| 248                       | 240               | 8              |
| 208                       | 212               | -4             |
| 452                       | 422               | 30             |
| 104                       | 95                | 9              |
| 48                        | 51                | -3             |
| 119                       | 115               | 4              |
| 141                       | 132               | 9              |
| 97                        | 100               | -3             |
| 225                       | 216               | 9              |
| 176                       | 184               | -8             |
| 38                        | 48                | -10            |
| 62                        | 86                | -24            |
| 193                       | 194               | -1             |
| 81                        | 66                | 15             |
| 93                        | 83                | 10             |
| 325                       | 306               | 19             |
| 141                       | 137               | 4              |
| 57                        | 45                | 12             |
| 45                        | 39                | 6              |
| 110                       | 99                | 11             |
| 165                       | 169               | -4             |
| 113                       | 115               | -2             |
| 211                       | 215               | -4             |
| 209                       | 214               | -5             |
| 124                       | 115               | 9              |
| 97                        | 83                | 14             |
| 130                       | 118               | 12             |
| 192                       | 165               | 27             |
| 265                       | 264               | 1              |
| 218                       | 220               | -2             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 373                       | 375               | -2             |
| 57                        | 51                | 6              |
| 113                       | 103               | 10             |
| 135                       | 120               | 15             |
| 84                        | 85                | -1             |
| 146                       | 145               | 1              |
| 271                       | 263               | 8              |
| 72                        | 95                | -23            |
| 85                        | 85                | 0              |
| 98                        | 86                | 12             |
| 163                       | 149               | 14             |
| 299                       | 313               | -14            |
| 202                       | 251               | -49            |
| 405                       | 423               | -18            |
| 449                       | 418               | 31             |
| 184                       | 157               | 27             |
| 140                       | 126               | 14             |
| 199                       | 171               | 28             |
| 176                       | 151               | 25             |
| 204                       | 201               | 3              |
| 234                       | 230               | 4              |
| 59                        | 77                | -18            |
| 190                       | 165               | 25             |
| 70                        | 72                | -2             |
| 132                       | 125               | 7              |
| 164                       | 183               | -19            |
| 162                       | 149               | 13             |
| 270                       | 272               | -2             |
| 203                       | 194               | 9              |
| 71                        | 77                | -6             |
| 92                        | 77                | 15             |
| 167                       | 176               | -9             |
| 158                       | 153               | 5              |
| 157                       | 172               | -15            |
| 88                        | 100               | -12            |
| 236                       | 243               | -7             |
| 137                       | 127               | 10             |
| 214                       | 205               | 9              |
| 137                       | 145               | -8             |
| 273                       | 290               | -17            |
| 143                       | 150               | -7             |
| 56                        | 85                | -29            |
| 163                       | 160               | 3              |
| 97                        | 107               | -10            |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 384                       | 355               | 29             |
| 7                         | 24                | -17            |
| 526                       | 515               | 11             |
| 223                       | 193               | 30             |
| 289                       | 268               | 21             |
| 870                       | 841               | 29             |
| 364                       | 336               | 28             |
| 235                       | 205               | 30             |
| 319                       | 306               | 13             |
| 423                       | 397               | 26             |
| 32                        | 42                | -10            |
| 33                        | 6                 | 27             |
| 272                       | 265               | 7              |
| 185                       | 189               | -4             |
| 143                       | 143               | 0              |
| 82                        | 101               | -19            |
| 128                       | 126               | 2              |
| 187                       | 160               | 27             |
| 144                       | 160               | -16            |
| 128                       | 141               | -13            |
| 87                        | 92                | -5             |
| 168                       | 145               | 23             |
| 193                       | 207               | -14            |
| 90                        | 111               | -21            |
| 172                       | 194               | -22            |
| 194                       | 213               | -19            |
| 120                       | 160               | -40            |
| 33                        | 63                | -30            |
| 112                       | 114               | -2             |
| 98                        | 120               | -22            |
| 241                       | 203               | 38             |
| 542                       | 609               | -67            |
| 211                       | 262               | -51            |
| 239                       | 260               | -21            |
| 682                       | 697               | -15            |
| 379                       | 474               | -95            |
| 167                       | 203               | -36            |
| 289                       | 317               | -28            |
| 392                       | 418               | -26            |
| 42                        | 62                | -20            |
| 259                       | 217               | 42             |
| 195                       | 174               | 21             |
| 141                       | 151               | -10            |
| 194                       | 164               | 30             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 151                       | 181               | -30            |
| 116                       | 132               | -16            |
| 85                        | 82                | 3              |
| 165                       | 144               | 21             |
| 79                        | 96                | -17            |
| 98                        | 100               | -2             |
| 244                       | 230               | 14             |
| 208                       | 227               | -19            |
| 130                       | 144               | -14            |
| 165                       | 165               | 0              |
| 146                       | 140               | 6              |
| 106                       | 105               | 1              |
| 108                       | 125               | -17            |
| 273                       | 273               | 0              |
| 195                       | 209               | -14            |
| 206                       | 205               | 1              |
| 318                       | 319               | -1             |
| 52                        | 88                | -36            |
| 194                       | 177               | 17             |
| 109                       | 133               | -24            |
| 206                       | 174               | 32             |
| 326                       | 319               | 7              |
| 119                       | 155               | -36            |
| 72                        | 63                | 9              |
| 130                       | 120               | 10             |
| 123                       | 110               | 13             |
| 62                        | 65                | -3             |
| 277                       | 238               | 39             |
| 247                       | 243               | 4              |
| 268                       | 229               | 39             |
| 121                       | 120               | 1              |
| 138                       | 133               | 5              |
| 54                        | 62                | -8             |
| 105                       | 104               | 1              |
| 182                       | 172               | 10             |
| 225                       | 222               | 3              |
| 90                        | 107               | -17            |
| 119                       | 110               | 9              |
| 69                        | 84                | -15            |
| 72                        | 84                | -12            |
| 146                       | 148               | -2             |
| 166                       | 177               | -11            |
| 267                       | 267               | 0              |
| 86                        | 84                | 2              |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 85                        | 86                | -1             |
| 93                        | 91                | 2              |
| 108                       | 98                | 10             |
| 115                       | 107               | 8              |
| 166                       | 190               | -24            |
| 160                       | 172               | -12            |
| 109                       | 111               | -2             |
| 150                       | 135               | 15             |
| 153                       | 135               | 18             |
| 300                       | 289               | 11             |
| 41                        | 53                | -12            |
| 48                        | 75                | -27            |
| 292                       | 305               | -13            |
| 193                       | 200               | -7             |
| 155                       | 143               | 12             |
| 140                       | 128               | 12             |
| 101                       | 102               | -1             |
| 134                       | 130               | 4              |
| 128                       | 160               | -32            |
| 121                       | 124               | -3             |
| 148                       | 142               | 6              |
| 108                       | 106               | 2              |
| 118                       | 109               | 9              |
| 83                        | 82                | 1              |
| 108                       | 98                | 10             |
| 231                       | 230               | 1              |
| 211                       | 228               | -17            |
| 79                        | 84                | -5             |
| 39                        | 45                | -6             |
| 263                       | 237               | 26             |
| 235                       | 240               | -5             |
| 68                        | 102               | -34            |
| 81                        | 90                | -9             |
| 228                       | 232               | -4             |
| 283                       | 279               | 4              |
| 127                       | 132               | -5             |
| 100                       | 91                | 9              |
| 120                       | 108               | 12             |
| 149                       | 148               | 1              |
| 126                       | 112               | 14             |
| 194                       | 206               | -12            |
| 244                       | 238               | 6              |
| 89                        | 95                | -6             |
| 79                        | 74                | 5              |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 89                        | 81                | 8              |
| 100                       | 112               | -12            |
| 154                       | 170               | -16            |
| 157                       | 155               | 2              |
| 127                       | 127               | 0              |
| 112                       | 119               | -7             |
| 53                        | 45                | 8              |
| 88                        | 76                | 12             |
| 191                       | 165               | 26             |
| 65                        | 84                | -19            |
| 213                       | 215               | -2             |
| 104                       | 111               | -7             |
| 160                       | 143               | 17             |
| 79                        | 83                | -4             |
| 65                        | 59                | 6              |
| 167                       | 144               | 23             |
| 128                       | 147               | -19            |
| 160                       | 143               | 17             |
| 153                       | 149               | 4              |
| 98                        | 101               | -3             |
| 102                       | 92                | 10             |
| 133                       | 122               | 11             |
| 111                       | 100               | 11             |
| 214                       | 204               | 10             |
| 161                       | 179               | -18            |
| 122                       | 123               | -1             |
| 184                       | 170               | 14             |
| 56                        | 67                | -11            |
| 93                        | 80                | 13             |
| 77                        | 76                | 1              |
| 143                       | 160               | -17            |
| 191                       | 200               | -9             |
| 131                       | 151               | -20            |
| 255                       | 236               | 19             |
| 47                        | 40                | 7              |
| 95                        | 98                | -3             |
| 167                       | 150               | 17             |
| 128                       | 139               | -11            |
| 181                       | 193               | -12            |
| 180                       | 196               | -16            |
| 135                       | 152               | -17            |
| 55                        | 75                | -20            |
| 128                       | 114               | 14             |
| 79                        | 75                | 4              |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b>   |
|---------------------------|-------------------|------------------|
| 81                        | 105               | -24              |
| 276                       | 283               | -7               |
| 120                       | 141               | -21              |
| 55                        | 63                | -8               |
| 163                       | 154               | 9                |
| 133                       | 141               | -8               |
| 136                       | 145               | -9               |
| 94                        | 119               | -25              |
| 403                       | 398               | 5                |
| 63                        | 81                | -18              |
| 132                       | 136               | -4               |
| 229                       | 237               | -8               |
| 159                       | 188               | -29              |
| 359                       | 375               | -16              |
| 253                       | 285               | -32              |
| 549                       | 574               | -25              |
| 463                       | 490               | -27              |
| 406                       | 418               | -12              |
| 203                       | 234               | -31              |
| 251                       | 275               | -24              |
| 245                       | 269               | -24              |
| <b>50538</b>              | <b>50546</b>      | <b>Total</b>     |
| <b>167</b>                | <b>167</b>        | <b>Rata-Rata</b> |

B.2 Tabel Hasil *Fuzzy* Jumlah Produksi dan Selisih dengan Data Historis Bakpia Keju

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 149                       | 137               | 12             |
| 82                        | 54                | 28             |
| 77                        | 52                | 25             |
| 62                        | 25                | 37             |
| 108                       | 93                | 15             |
| 88                        | 67                | 21             |
| 132                       | 120               | 12             |
| 66                        | 34                | 32             |
| 115                       | 104               | 11             |
| 116                       | 106               | 10             |
| 109                       | 92                | 17             |
| 145                       | 132               | 13             |
| 137                       | 123               | 14             |
| 98                        | 82                | 16             |
| 98                        | 81                | 17             |
| 105                       | 82                | 23             |
| 99                        | 73                | 26             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 166                       | 163               | 3              |
| 146                       | 133               | 13             |
| 221                       | 245               | -24            |
| 93                        | 76                | 17             |
| 82                        | 61                | 21             |
| 56                        | 18                | 38             |
| 114                       | 102               | 12             |
| 152                       | 142               | 10             |
| 160                       | 152               | 8              |
| 185                       | 188               | -3             |
| 79                        | 51                | 28             |
| 99                        | 77                | 22             |
| 109                       | 94                | 15             |
| 120                       | 102               | 18             |
| 172                       | 170               | 2              |
| 212                       | 233               | -21            |
| 238                       | 274               | -36            |
| 156                       | 150               | 6              |
| 66                        | 36                | 30             |
| 84                        | 59                | 25             |
| 85                        | 62                | 23             |
| 120                       | 100               | 20             |
| 174                       | 175               | -1             |
| 137                       | 120               | 17             |
| 63                        | 19                | 44             |
| 69                        | 27                | 42             |
| 97                        | 72                | 25             |
| 91                        | 70                | 21             |
| 103                       | 85                | 18             |
| 206                       | 216               | -10            |
| 83                        | 60                | 23             |
| 78                        | 49                | 29             |
| 59                        | 24                | 35             |
| 69                        | 42                | 27             |
| 128                       | 117               | 11             |
| 98                        | 82                | 16             |
| 179                       | 178               | 1              |
| 172                       | 168               | 4              |
| 83                        | 59                | 24             |
| 67                        | 39                | 28             |
| 95                        | 70                | 25             |
| 112                       | 91                | 21             |
| 172                       | 170               | 2              |
| 248                       | 289               | -41            |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 232                       | 258               | -26            |
| 70                        | 48                | 22             |
| 111                       | 100               | 11             |
| 99                        | 79                | 20             |
| 93                        | 70                | 23             |
| 105                       | 82                | 23             |
| 196                       | 210               | -14            |
| 98                        | 66                | 32             |
| 91                        | 46                | 45             |
| 99                        | 50                | 49             |
| 119                       | 87                | 32             |
| 192                       | 217               | -25            |
| 141                       | 125               | 16             |
| 258                       | 322               | -64            |
| 244                       | 285               | -41            |
| 144                       | 136               | 8              |
| 136                       | 127               | 9              |
| 105                       | 86                | 19             |
| 135                       | 123               | 12             |
| 125                       | 110               | 15             |
| 191                       | 197               | -6             |
| 138                       | 124               | 14             |
| 88                        | 67                | 21             |
| 65                        | 30                | 35             |
| 105                       | 85                | 20             |
| 140                       | 125               | 15             |
| 141                       | 126               | 15             |
| 224                       | 258               | -34            |
| 92                        | 58                | 34             |
| 340                       | 450               | -110           |
| 356                       | 477               | -121           |
| 252                       | 296               | -44            |
| 291                       | 360               | -69            |
| 341                       | 447               | -106           |
| 377                       | 513               | -136           |
| 326                       | 427               | -101           |
| 582                       | 859               | -277           |
| 324                       | 424               | -100           |
| 554                       | 811               | -257           |
| 273                       | 331               | -58            |
| 648                       | 967               | -319           |
| 390                       | 529               | -139           |
| 561                       | 816               | -255           |
| 488                       | 691               | -203           |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 175                       | 171               | 4              |
| 129                       | 118               | 11             |
| 109                       | 96                | 13             |
| 145                       | 136               | 9              |
| 148                       | 139               | 9              |
| 116                       | 105               | 11             |
| 79                        | 60                | 19             |
| 65                        | 40                | 25             |
| 65                        | 39                | 26             |
| 81                        | 63                | 18             |
| 107                       | 95                | 12             |
| 130                       | 120               | 10             |
| 133                       | 122               | 11             |
| 111                       | 99                | 12             |
| 96                        | 82                | 14             |
| 86                        | 70                | 16             |
| 103                       | 89                | 14             |
| 126                       | 112               | 14             |
| 135                       | 122               | 13             |
| 121                       | 103               | 18             |
| 100                       | 69                | 31             |
| 121                       | 95                | 26             |
| 142                       | 128               | 14             |
| 134                       | 129               | 5              |
| 112                       | 74                | 38             |
| 122                       | 135               | -13            |
| 108                       | 103               | 5              |
| 64                        | 55                | 9              |
| 55                        | 66                | -11            |
| 39                        | 80                | -41            |
| 76                        | 171               | -95            |
| 215                       | 394               | -179           |
| 61                        | 109               | -48            |
| 161                       | 272               | -111           |
| 287                       | 466               | -179           |
| 178                       | 253               | -75            |
| 115                       | 126               | -11            |
| 672                       | 1062              | -390           |
| 195                       | 198               | -3             |
| 95                        | 35                | 60             |
| 90                        | 29                | 61             |
| 98                        | 46                | 52             |
| 120                       | 90                | 30             |
| 200                       | 222               | -22            |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 55                        | 5                 | 50             |
| 77                        | 43                | 34             |
| 86                        | 60                | 26             |
| 144                       | 135               | 9              |
| 81                        | 65                | 16             |
| 76                        | 50                | 26             |
| 83                        | 56                | 27             |
| 171                       | 166               | 5              |
| 117                       | 104               | 13             |
| 129                       | 117               | 12             |
| 154                       | 146               | 8              |
| 96                        | 83                | 13             |
| 82                        | 63                | 19             |
| 94                        | 76                | 18             |
| 290                       | 359               | -69            |
| 131                       | 123               | 8              |
| 108                       | 89                | 19             |
| 251                       | 289               | -38            |
| 139                       | 130               | 9              |
| 128                       | 120               | 8              |
| 79                        | 63                | 16             |
| 166                       | 160               | 6              |
| 205                       | 217               | -12            |
| 144                       | 135               | 9              |
| 68                        | 37                | 31             |
| 94                        | 78                | 16             |
| 76                        | 52                | 24             |
| 101                       | 79                | 22             |
| 171                       | 166               | 5              |
| 160                       | 152               | 8              |
| 190                       | 192               | -2             |
| 125                       | 113               | 12             |
| 89                        | 70                | 19             |
| 84                        | 61                | 23             |
| 85                        | 59                | 26             |
| 135                       | 121               | 14             |
| 134                       | 121               | 13             |
| 104                       | 84                | 20             |
| 151                       | 143               | 8              |
| 113                       | 96                | 17             |
| 95                        | 75                | 20             |
| 93                        | 72                | 21             |
| 151                       | 141               | 10             |
| 120                       | 106               | 14             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 70                        | 39                | 31             |
| 70                        | 42                | 28             |
| 82                        | 59                | 23             |
| 75                        | 45                | 30             |
| 90                        | 68                | 22             |
| 191                       | 195               | -4             |
| 244                       | 277               | -33            |
| 193                       | 198               | -5             |
| 204                       | 211               | -7             |
| 110                       | 97                | 13             |
| 220                       | 242               | -22            |
| 93                        | 73                | 20             |
| 122                       | 106               | 16             |
| 151                       | 140               | 11             |
| 171                       | 166               | 5              |
| 105                       | 92                | 13             |
| 178                       | 175               | 3              |
| 143                       | 134               | 9              |
| 78                        | 66                | 12             |
| 101                       | 84                | 17             |
| 137                       | 121               | 16             |
| 113                       | 93                | 20             |
| 86                        | 64                | 22             |
| 78                        | 54                | 24             |
| 80                        | 57                | 23             |
| 74                        | 44                | 30             |
| 156                       | 147               | 9              |
| 126                       | 113               | 13             |
| 100                       | 83                | 17             |
| 67                        | 32                | 35             |
| 216                       | 235               | -19            |
| 179                       | 176               | 3              |
| 102                       | 81                | 21             |
| 103                       | 81                | 22             |
| 141                       | 129               | 12             |
| 169                       | 163               | 6              |
| 122                       | 113               | 9              |
| 92                        | 78                | 14             |
| 95                        | 75                | 20             |
| 85                        | 58                | 27             |
| 127                       | 111               | 16             |
| 181                       | 180               | 1              |
| 156                       | 148               | 8              |
| 76                        | 53                | 23             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 81                        | 57                | 24             |
| 63                        | 29                | 34             |
| 84                        | 65                | 19             |
| 141                       | 131               | 10             |
| 106                       | 86                | 20             |
| 107                       | 93                | 14             |
| 104                       | 86                | 18             |
| 52                        | 11                | 41             |
| 83                        | 56                | 27             |
| 74                        | 48                | 26             |
| 113                       | 98                | 15             |
| 173                       | 169               | 4              |
| 102                       | 89                | 13             |
| 103                       | 88                | 15             |
| 100                       | 84                | 16             |
| 71                        | 41                | 30             |
| 109                       | 91                | 18             |
| 109                       | 90                | 19             |
| 128                       | 113               | 15             |
| 113                       | 98                | 15             |
| 80                        | 59                | 21             |
| 90                        | 74                | 16             |
| 102                       | 87                | 15             |
| 82                        | 59                | 23             |
| 140                       | 129               | 11             |
| 162                       | 155               | 7              |
| 114                       | 98                | 16             |
| 137                       | 127               | 10             |
| 73                        | 48                | 25             |
| 82                        | 57                | 25             |
| 96                        | 78                | 18             |
| 201                       | 208               | -7             |
| 66                        | 42                | 24             |
| 338                       | 435               | -97            |
| 151                       | 143               | 8              |
| 81                        | 64                | 17             |
| 78                        | 57                | 21             |
| 102                       | 86                | 16             |
| 120                       | 106               | 14             |
| 154                       | 146               | 8              |
| 101                       | 83                | 18             |
| 167                       | 161               | 6              |
| 88                        | 72                | 16             |
| 59                        | 19                | 40             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b>   |
|---------------------------|-------------------|------------------|
| 90                        | 65                | 25               |
| 119                       | 105               | 14               |
| 177                       | 174               | 3                |
| 88                        | 72                | 16               |
| 76                        | 54                | 22               |
| 80                        | 56                | 24               |
| 109                       | 92                | 17               |
| 109                       | 89                | 20               |
| 134                       | 120               | 14               |
| 205                       | 218               | -13              |
| 85                        | 65                | 20               |
| 134                       | 120               | 14               |
| 144                       | 131               | 13               |
| 185                       | 192               | -7               |
| 220                       | 248               | -28              |
| 199                       | 211               | -12              |
| 254                       | 306               | -52              |
| 332                       | 435               | -103             |
| 240                       | 265               | -25              |
| 199                       | 209               | -10              |
| 198                       | 201               | -3               |
| 292                       | 358               | -66              |
| <b>42710</b>              | <b>42722</b>      | <b>Total</b>     |
| <b>141</b>                | <b>141</b>        | <b>Rata-Rata</b> |

B.3 Tabel Hasil *Fuzzy* Jumlah Produksi dan Selisih dengan Data Historis Bakpia

Cokelat

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 124                       | 119               | 5              |
| 56                        | 35                | 21             |
| 52                        | 29                | 23             |
| 50                        | 26                | 24             |
| 82                        | 65                | 17             |
| 87                        | 72                | 15             |
| 125                       | 121               | 4              |
| 81                        | 66                | 15             |
| 114                       | 105               | 9              |
| 119                       | 111               | 8              |
| 121                       | 114               | 7              |
| 131                       | 129               | 2              |
| 94                        | 83                | 11             |
| 97                        | 85                | 12             |
| 89                        | 73                | 16             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 101                       | 89                | 12             |
| 95                        | 82                | 13             |
| 146                       | 146               | 0              |
| 126                       | 122               | 4              |
| 219                       | 235               | -16            |
| 102                       | 88                | 14             |
| 67                        | 45                | 22             |
| 45                        | 21                | 24             |
| 104                       | 93                | 11             |
| 134                       | 130               | 4              |
| 147                       | 149               | -2             |
| 169                       | 174               | -5             |
| 53                        | 30                | 23             |
| 83                        | 68                | 15             |
| 81                        | 67                | 14             |
| 125                       | 122               | 3              |
| 191                       | 202               | -11            |
| 181                       | 190               | -9             |
| 259                       | 283               | -24            |
| 135                       | 128               | 7              |
| 46                        | 20                | 26             |
| 73                        | 52                | 21             |
| 61                        | 39                | 22             |
| 118                       | 114               | 4              |
| 163                       | 171               | -8             |
| 116                       | 112               | 4              |
| 44                        | 20                | 24             |
| 54                        | 32                | 22             |
| 93                        | 78                | 15             |
| 72                        | 54                | 18             |
| 102                       | 89                | 13             |
| 189                       | 199               | -10            |
| 98                        | 88                | 10             |
| 52                        | 29                | 23             |
| 37                        | 9                 | 28             |
| 32                        | 3                 | 29             |
| 111                       | 100               | 11             |
| 129                       | 122               | 7              |
| 136                       | 134               | 2              |
| 146                       | 144               | 2              |
| 68                        | 46                | 22             |
| 66                        | 43                | 23             |
| 85                        | 69                | 16             |
| 93                        | 82                | 11             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 192                       | 205               | -13            |
| 229                       | 250               | -21            |
| 226                       | 243               | -17            |
| 64                        | 42                | 22             |
| 79                        | 60                | 19             |
| 99                        | 84                | 15             |
| 78                        | 60                | 18             |
| 115                       | 110               | 5              |
| 182                       | 196               | -14            |
| 75                        | 65                | 10             |
| 66                        | 52                | 14             |
| 90                        | 82                | 8              |
| 105                       | 106               | -1             |
| 185                       | 203               | -18            |
| 132                       | 135               | -3             |
| 295                       | 334               | -39            |
| 255                       | 281               | -26            |
| 112                       | 100               | 12             |
| 119                       | 109               | 10             |
| 117                       | 106               | 11             |
| 127                       | 122               | 5              |
| 109                       | 99                | 10             |
| 176                       | 181               | -5             |
| 150                       | 151               | -1             |
| 68                        | 49                | 19             |
| 73                        | 53                | 20             |
| 80                        | 67                | 13             |
| 132                       | 132               | 0              |
| 113                       | 110               | 3              |
| 195                       | 210               | -15            |
| 97                        | 88                | 9              |
| 352                       | 401               | -49            |
| 285                       | 318               | -33            |
| 395                       | 450               | -55            |
| 408                       | 472               | -64            |
| 404                       | 467               | -63            |
| 475                       | 553               | -78            |
| 737                       | 873               | -136           |
| 396                       | 454               | -58            |
| 645                       | 756               | -111           |
| 204                       | 217               | -13            |
| 803                       | 955               | -152           |
| 319                       | 358               | -39            |
| 775                       | 919               | -144           |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 313                       | 351               | -38            |
| 251                       | 273               | -22            |
| 159                       | 160               | -1             |
| 148                       | 146               | 2              |
| 102                       | 89                | 13             |
| 286                       | 313               | -27            |
| 315                       | 349               | -34            |
| 111                       | 99                | 12             |
| 99                        | 84                | 15             |
| 73                        | 52                | 21             |
| 76                        | 56                | 20             |
| 102                       | 88                | 14             |
| 78                        | 58                | 20             |
| 112                       | 100               | 12             |
| 76                        | 55                | 21             |
| 107                       | 95                | 12             |
| 99                        | 84                | 15             |
| 94                        | 79                | 15             |
| 123                       | 115               | 8              |
| 116                       | 106               | 10             |
| 136                       | 135               | 1              |
| 120                       | 115               | 5              |
| 93                        | 82                | 11             |
| 93                        | 86                | 7              |
| 117                       | 131               | -14            |
| 125                       | 142               | -17            |
| 72                        | 91                | -19            |
| 109                       | 134               | -25            |
| 79                        | 113               | -34            |
| 38                        | 63                | -25            |
| 40                        | 82                | -42            |
| 30                        | 71                | -41            |
| 111                       | 172               | -61            |
| 312                       | 412               | -100           |
| 69                        | 101               | -32            |
| 156                       | 212               | -56            |
| 416                       | 532               | -116           |
| 118                       | 150               | -32            |
| 74                        | 91                | -17            |
| 172                       | 208               | -36            |
| 169                       | 197               | -28            |
| 48                        | 43                | 5              |
| 34                        | 24                | 10             |
| 59                        | 54                | 5              |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 91                        | 91                | 0              |
| 211                       | 236               | -25            |
| 27                        | 3                 | 24             |
| 54                        | 35                | 19             |
| 41                        | 18                | 23             |
| 187                       | 197               | -10            |
| 91                        | 74                | 17             |
| 96                        | 81                | 15             |
| 69                        | 49                | 20             |
| 161                       | 162               | -1             |
| 91                        | 74                | 17             |
| 82                        | 64                | 18             |
| 138                       | 131               | 7              |
| 121                       | 109               | 12             |
| 92                        | 77                | 15             |
| 180                       | 184               | -4             |
| 168                       | 171               | -3             |
| 132                       | 125               | 7              |
| 121                       | 115               | 6              |
| 218                       | 233               | -15            |
| 122                       | 112               | 10             |
| 142                       | 136               | 6              |
| 116                       | 104               | 12             |
| 209                       | 220               | -11            |
| 190                       | 198               | -8             |
| 124                       | 116               | 8              |
| 65                        | 44                | 21             |
| 68                        | 46                | 22             |
| 82                        | 66                | 16             |
| 84                        | 66                | 18             |
| 169                       | 174               | -5             |
| 144                       | 142               | 2              |
| 180                       | 187               | -7             |
| 117                       | 107               | 10             |
| 83                        | 66                | 17             |
| 81                        | 65                | 16             |
| 66                        | 49                | 17             |
| 140                       | 138               | 2              |
| 161                       | 163               | -2             |
| 128                       | 121               | 7              |
| 74                        | 55                | 19             |
| 84                        | 66                | 18             |
| 95                        | 82                | 13             |
| 75                        | 57                | 18             |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 139                       | 137               | 2              |
| 152                       | 152               | 0              |
| 54                        | 33                | 21             |
| 56                        | 34                | 22             |
| 91                        | 76                | 15             |
| 56                        | 35                | 21             |
| 123                       | 116               | 7              |
| 108                       | 98                | 10             |
| 204                       | 216               | -12            |
| 92                        | 76                | 16             |
| 55                        | 29                | 26             |
| 138                       | 132               | 6              |
| 228                       | 243               | -15            |
| 58                        | 34                | 24             |
| 60                        | 40                | 20             |
| 122                       | 117               | 5              |
| 98                        | 86                | 12             |
| 285                       | 313               | -28            |
| 49                        | 21                | 28             |
| 175                       | 180               | -5             |
| 67                        | 42                | 25             |
| 76                        | 61                | 15             |
| 124                       | 121               | 3              |
| 82                        | 68                | 14             |
| 85                        | 69                | 16             |
| 81                        | 63                | 18             |
| 67                        | 48                | 19             |
| 69                        | 48                | 21             |
| 151                       | 151               | 0              |
| 120                       | 114               | 6              |
| 83                        | 67                | 16             |
| 51                        | 30                | 21             |
| 215                       | 233               | -18            |
| 173                       | 179               | -6             |
| 81                        | 62                | 19             |
| 106                       | 96                | 10             |
| 118                       | 110               | 8              |
| 160                       | 162               | -2             |
| 132                       | 124               | 8              |
| 99                        | 84                | 15             |
| 947                       | 1124              | -177           |
| 71                        | 53                | 18             |
| 117                       | 111               | 6              |
| 153                       | 153               | 0              |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b> |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| 132                       | 127               | 5              |
| 68                        | 49                | 19             |
| 86                        | 69                | 17             |
| 55                        | 33                | 22             |
| 77                        | 59                | 18             |
| 128                       | 123               | 5              |
| 108                       | 97                | 11             |
| 109                       | 97                | 12             |
| 88                        | 72                | 16             |
| 57                        | 33                | 24             |
| 80                        | 62                | 18             |
| 61                        | 39                | 22             |
| 110                       | 101               | 9              |
| 149                       | 150               | -1             |
| 103                       | 90                | 13             |
| 81                        | 64                | 17             |
| 81                        | 62                | 19             |
| 53                        | 29                | 24             |
| 104                       | 93                | 11             |
| 120                       | 113               | 7              |
| 108                       | 98                | 10             |
| 121                       | 113               | 8              |
| 130                       | 122               | 8              |
| 42                        | 15                | 27             |
| 138                       | 133               | 5              |
| 75                        | 55                | 20             |
| 134                       | 129               | 5              |
| 170                       | 173               | -3             |
| 83                        | 65                | 18             |
| 80                        | 63                | 17             |
| 71                        | 52                | 19             |
| 147                       | 145               | 2              |
| 53                        | 29                | 24             |
| 168                       | 172               | -4             |
| 55                        | 32                | 23             |
| 199                       | 209               | -10            |
| 99                        | 84                | 15             |
| 92                        | 75                | 17             |
| 74                        | 54                | 20             |
| 99                        | 87                | 12             |
| 130                       | 126               | 4              |
| 137                       | 134               | 3              |
| 89                        | 75                | 14             |
| 116                       | 108               | 8              |

| <b>Hasil <i>Fuzzy</i></b> | <b>Permintaan</b> | <b>Selisih</b>   |
|---------------------------|-------------------|------------------|
| 84                        | 67                | 17               |
| 29                        | 38                | -9               |
| 55                        | 57                | -2               |
| 89                        | 99                | -10              |
| 169                       | 173               | -4               |
| 74                        | 84                | -10              |
| 54                        | 51                | 3                |
| 104                       | 93                | 11               |
| 76                        | 86                | -10              |
| 77                        | 85                | -8               |
| 139                       | 137               | 2                |
| 207                       | 222               | -15              |
| 65                        | 67                | -2               |
| 103                       | 119               | -16              |
| 112                       | 109               | 3                |
| 179                       | 194               | -15              |
| 233                       | 258               | -25              |
| 364                       | 418               | -54              |
| 287                       | 322               | -35              |
| 347                       | 395               | -48              |
| 197                       | 202               | -5               |
| 229                       | 242               | -13              |
| 211                       | 225               | -14              |
| 200                       | 213               | -13              |
| <b>41217</b>              | <b>41233</b>      | <b>Total</b>     |
| <b>136</b>                | <b>136</b>        | <b>Rata-Rata</b> |