

## ***Fuzzy Inference System dan Fuzzy Database sebagai Kecerdasan Basis Data untuk Kontrol Stok***

**Gusti Ngurah Mega Nata<sup>1</sup>, Putu Pande Yudiastra<sup>2</sup>**

Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali

e-mail: <sup>1</sup>mega@stikom-bali.ac.id, <sup>2</sup>yudiastra@stikom-bali.ac.id

Diajukan: 16 Mei 2020; Direvisi: 18 Mei 2020; Diterima: 25 Mei 2022

### ***Abtrak***

*Pengaturan stok merupakan aktivitas penting dalam bisnis retail. Penentuan jumlah stok harus dilakukan secara sistematis berdasarkan riwayat penjualan dan stok yang masih tersedia. Stok yang tidak stabil akan membuat konsumennya berpindah ke bisnis retail lain yang memiliki stok lebih stabil. Paper ini membahas penentuan stok ideal suatu produk dengan menerapkan algoritma Fuzzy Inference System (FIS) model sugeno dan algoritma fuzzy database model tahani ke dalam sistem manajemen basis data (DBMS). Fungsi keanggotaan untuk fuzzifikasi menggunakan representasi linear dan representasi segitiga. Metode pembangunan sistem menggunakan metode waterfall, sedangkan metode pengujian dengan membandingkan hasil rekomendasi sistem dengan fakta penjualan pada bulan berikutnya. Dari 16 item produk yang diteliti 9 item terjual sesuai rekomendasi sistem, 5 item terjual dibawah rekomendasi sistem, dan hanya 2 produk terjual diatas rekomendasi sistem. Pada hasil ini produk yang terjual sesuai rekomendasi adalah suatu perhitungan yang tepat karena stok produk sesuai kebutuhan konsumen dan akan menguntungkan perusahaan retail. Jadi dari hasil pengujian implementasi FIS dan Fuzzy database ketepatan dapat menghitung stok ideal dari suatu produk sekitar 60%.*

***Kata kunci:*** Kontrol Stok, Logika Fuzzy, Sistem Inferensi Fuzzy, Basis Data Fuzzy, Basis Data.

### ***Abstract***

*Stock management is an important activity in the retail business. Determination of the amount of stock must be done systematically based on sales history and available stock. An unstable stock will make consumers move to other retail businesses that have more stable stocks. This paper discusses the determination of the ideal stock of a product by applying the Fuzzy Inference System (FIS) algorithm and fuzzy database algorithm into the database management system (DBMS). The membership function for fuzzification uses linear representation and triangular representation. The system development method uses the waterfall method, while the testing method compares the results of system recommendations with sales facts in the following month. Of the 16 product items studied, 9 items were sold according to the system recommendation, 5 items were sold under the system recommendation, and only 2 products were sold above the system recommendation. In this result, the product sold according to the recommendation is an accurate calculation because the product stock is according to consumer needs and will benefit the retail company. So from the results of testing the implementation of FIS and Fuzzy database accuracy can calculate the ideal stock of a product about 60%.*

***Keywords:*** Stock Control, Fuzzy Logic, Fuzzy Inference System, Fuzzy Database, Database.

### **1. Pendahuluan**

Pengaturan jumlah persediaan atau kontrol stok (*stock control*) merupakan kegiatan yang cukup penting pada usaha dagang [1]. Kontrol stok akan dilakukan pada saat melakukan pemesanan atau jumlah pembelian ke *supplier*. Kontrol stok yang baik adalah dapat menyediakan jumlah stok yang sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan. Kesalahan penentuan jumlah stok akan berakibat langsung terhadap berkurangnya penjualan atau membengkaknya biaya persediaan. Selain kurang maksimalnya penjualan dalam waktu singkat, kesalahan kontrol stok dapat berakibat “Perginya” pelanggan setia perusahaan karena tidak stabilnya stok item yang dicari pelanggan tersebut. Jika permasalahan diatas sering terjadi tentunya berakibat tidak baik bagi kelangsungan usaha dagang atau retail tersebut. Menghindari kesalahan kontrol stok, pengelola retail harus melakukan analisis permintaan pelanggan dan dapat melakukan prediksi jumlah stok [1] yang sesuai dengan permintaan pelanggan. Melakukan analisis permintaan pelanggan dan prediksi

jumlah stok yang sesuai dibutuhkan sistem yang cerdas [2]. Tapi faktanya sebagian besar usaha dagang memiliki sistem yang hanya dapat melakukan pencatatan dan melakukan kalkulasi stok secara intuisi saja.

Penelitian sejenis sebelumnya yaitu prediksi stok menggunakan algoritma *fuzzy* Sugeno pernah dilakukan untuk mengatur stok bahan baku [1]. Pada paper [1] untuk melakukan Prediksi stok bahan baku menggunakan variable input yaitu persediaan awal, pembelian, dan produksi. Hasil penerapan algoritma *fuzzy* Sugeno pada paper tersebut yaitu dengan nilai MAPE 38% atau masuk akal. Penelitian pengaturan stok menggunakan algoritma *fuzzy inference system* model Madani juga pernah dilakukan oleh paper [3], dimana variabel inputnya yaitu data persediaan dan penjualan. Hasil pengujian dari penelitian [3] yaitu nilai kebenarannya mencapai 44,49656% [3]. Sedangkan Penerapan *Fuzzy Database* pada paper [4] untuk mengelola ketersediaan obat juga dapat memberikan hasil rekomendasi ketersediaan stok obat dengan benar [4], tapi penerapannya hanya menggunakan *fuzzy logic*. Jadi penerapan algoritma *fuzzy inference system* untuk kontrol stok sudah cukup banyak namun, belum ada paper yang membahas *fuzzy inference system* dan *fuzzy database* yang diimplementasi langsung pada *Transact Standard Query Language (T-SQL)* untuk kontrol stok secara otomatis.

Maka pada paper ini melakukan analisis untuk menyediakan teknik mengatur stok berdasarkan persediaan dan penjualan yang telah terjadi menggunakan *fuzzy inference system* dan *fuzzy database* yang diimplementasikan menggunakan *Transact Standard Query Language (T-SQL)*. Proses perhitungan akan dilakukan pada objek basis data *Online Transaction Processing (OLTP)* yaitu berupa *trigger, function* dan *procedure* yang akan berjalan secara otomatis pada saat terjadi transaksi serta mengirimkan hasil rekomendasi pada basis data *Online Analytic Processing (OLAP)* [5]. Pada objek basis data OLTP diimplementasikan perhitungan *fuzzy inference system* dan *fuzzy database*[4][6]. *Fuzzy inference system* yang akan digunakan adalah Metode Sugeno sedangkan *fuzzy database* yang digunakan model Tahani. *fuzzy inference system* dan *fuzzy database* adalah pengembangan dari algoritma *fuzzy logic* yang merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing* [7].

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan model *waterfall* dimulai dari studi literatur, pengumpulan data, design sistem, implementasi dan evaluasi hasil. Pada subbab berikut akan dijelaskan masing-masing tahapan analisis.

### 2.1 Studi Literatur

#### 2.1.1 Fuzzy Logic

Istilah *fuzzy* adalah *blurred* (kabur atau remang – remang), *indistinct* (tidak jelas), *imprecisely defined* (didefinisikan secara tidak presisi), *confused* (membingungkan), *vague* (tidak jelas) [7]. Dari definisi beberapa ahli yang cukup berkompeten dibidang logika *fuzzy* dapat disimpulkan bahwa logika *fuzzy* adalah suatu metode yang dapat menerjemahkan suatu inputan berupa *linguistic variable* menjadi numerik untuk dilakukan perhitungan (*fuzzyfikasi*) dan atau merubah numerik menjadi sebuah *linguistic variable* (*defuzifikasi*). Logika *Fuzzy* memiliki beberapa komponen yaitu himpunan *Fuzzy* yang mamiliki tingkat nilai keanggotaan dan fungsi keanggotaan untuk memetakan himpunan *fuzzy* kedalam *fuzzyfikasi*.

#### 2.1.2 Fuzzy Set

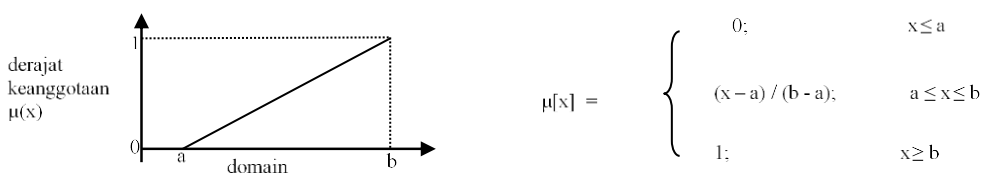
*Fuzzy set* adalah kumpulan atau himpunan sembarang pernyataan yang memiliki derajat kebenaran dan tidak memiliki batas yang jelas. Konsep dasar dari *fuzzy logic* didasari dari *fuzzy set* yang telah terbentuk [8]. Jadi dapat diartikan *fuzzy set* tersebut adalah sebuah himpunan yang memiliki derajat keanggotaan. Seperti dalam penelitian ini, kelompok tingkat penjualan barang {tidak laku, jarang laku, laku, sangat laku}, jika dikelompokkan kembali untuk barang laku maka jenis barang “jarang laku” akan memiliki dua kelompok yaitu masuk ke jenis barang laku dan barang tidak laku.

#### 2.1.3 Fungsi Keanggotaan (*membership function*)

Fungsi keanggotaan divisualisasikan dalam bentuk kurva. Kurva digunakan untuk memetakan nilai inputan menjadi derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

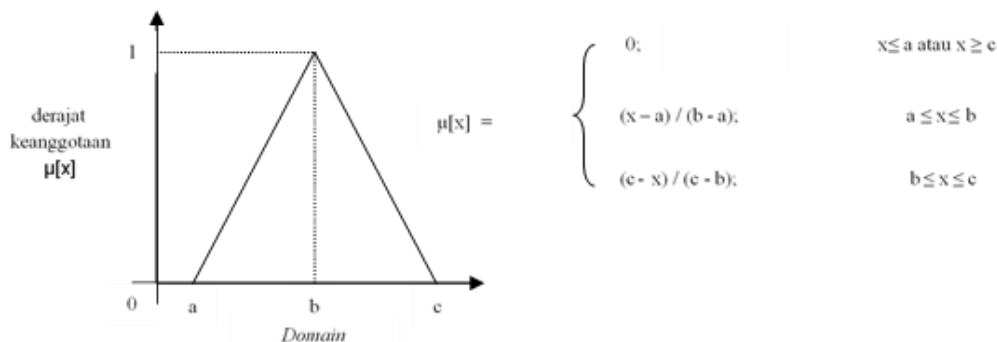
Derajat keanggotaan (*degree of membership*) dilambangkan dengan  $\mu$ . Dalam menentukan derajat keanggotaan ada beberapa cara tapi dalam *paper* ini hanya akan menggunakan 2 fungsi yaitu referensi linier dan referensi segitiga.

1) Representasi *Linier*



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Kurva *Linier*

2) Representasi Segitiga



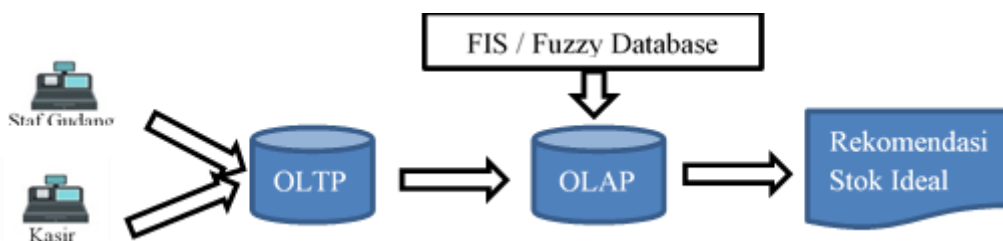
Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga

2.2 Pengumpulan Data

Data analisis terdiri dari data transaksi dan data stok dari perusahaan retail. Informasi data stok dari perusahaan retail yang digunakan yaitu minimum stok, maksimum stok, stok saat ini (*real* stok). Informasi data stok tersebut kemudian digabungkan dengan informasi transaksi yaitu jumlah transaksi, minimum transaksi, dan maksimum transaksi dalam rentang waktu tertentu. Dalam penelitian ini jumlah item yang digunakan yaitu 16 item terlaris dalam 3 bulan transaksi dan akan mencari stok ideal dalam 1 bulan. Item produk yang digunakan yaitu item kebutuhan pokok yang bisa awet lebih dari 1 bulan.

2.3 Tahapan Implementasi Algoritma

Gambaran umum penerapan *fuzzy inference system* pada basis data untuk kontrol stok digambarkan seperti Gambar 3 dibawah ini. Penerapan FIS *database* diletakkan pada *database Online Analytic Processing* (OLAP). Data transaksi akan dikirim dari basis data *online transaction processing* (OLTP) ke basis data OLAP.



Gambar 3. Implementasi FIS

Rekomendasi stok ideal didapat dari hasil perhitungan FIS OLAP. Rekomendasi sistem berupa jumlah stok yang harus diorder ke *supplier*. Tahapan penerapan *Fuzzy Inference System* pada basis data dilakukan secara berurutan. Berikut adalah urutan proses penerapan *Fuzzy Inference System* pada basis data terlihat pada Gambar 4.



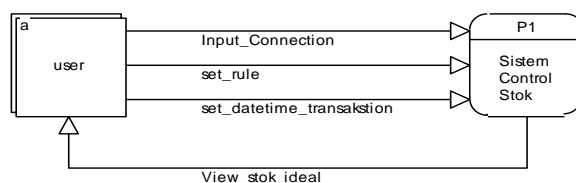
Gambar 4. Alir FIS untuk stok ideal

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perancangan Sistem atau Design System dengan Data Flow Diagram

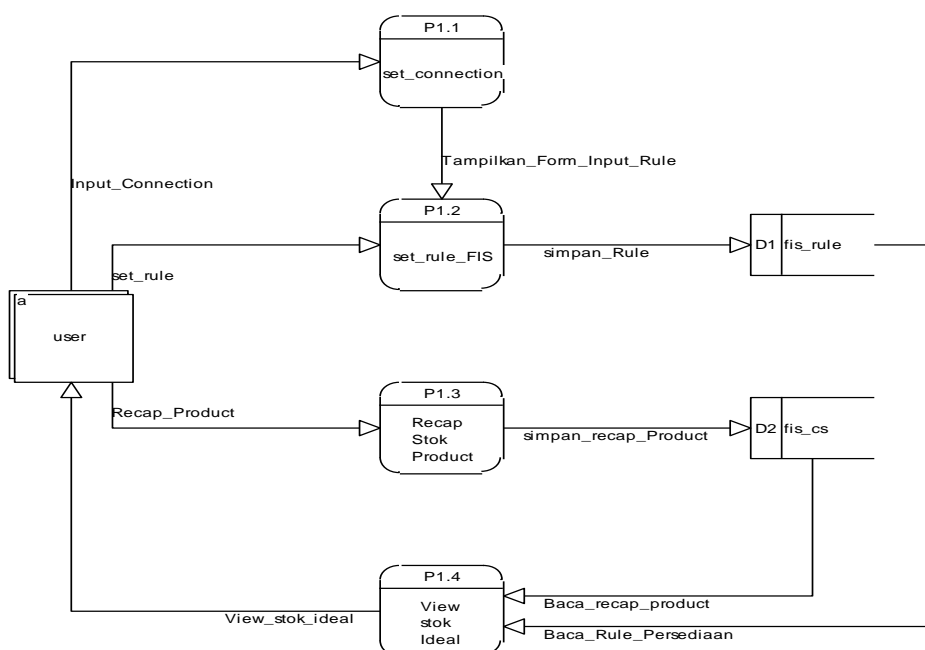
Sebagai hasil analisis dan pengujian pengaturan stok produk menggunakan FIS dan *fuzzy database* maka perlu dilakukan perancangan dan pengembangan sistem. Perancangan DFD yang dirancang mulai dari konteks diagram sampai DFD *level 0*.

##### 1) Konteks Diagram



Gambar 5. Konteks Diagram

##### 2) DFD Level 0



Gambar 6. DFD Level 0

### 3.2 Pembentukan Aturan (Rule) Inference Pengetahuan Pengaturan Persediaan (Stok)

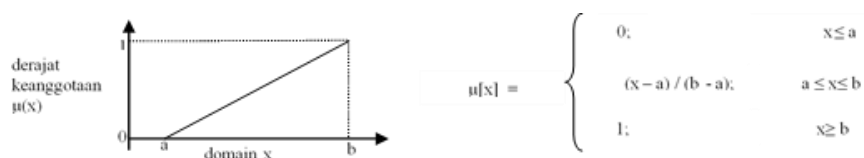
Pada tahap ini dilakukan pembentukan aturan dalam menentukan jumlah persediaan yang ideal dari suatu item. Aturan yang dibentuk disesuaikan dengan *fuzzy inference system* model Sugeno. Dalam penelitian ini terdapat empat aturan dalam menentukan jumlah persediaan dalam pengadaan barang.

1. **IF** Penjualan TURUN **AND** Persediaan BANYAK **THEN** Order=Penjualan-Persediaan
2. **IF** Penjualan TURUN **AND** Persediaan SEDIKIT **THEN** Order=Penjualan
3. **IF** Penjualan NAIK **AND** Persediaan BANYAK **THEN** Order=Penjualan
4. **IF** Penjualan NAIK **AND** Persediaan SEDIKIT **THEN** Order=1,25\*Permintaan-Persediaan

### 3.3 Penentuan Fungsi Keanggotaan (Membership Function)

Penentuan fungsi keanggotaan adalah salah satu proses penting dalam pemodelan FIS. Untuk mempermudah pemahaman fungsi keanggotaan maka fungsi keanggotaan digambarkan dalam bentuk kurva. Sedangkan dalam implementasinya fungsi keanggotaan berbentuk T-SQL. Dalam penelitian ini untuk menentukan derajat keanggotaan hanya menggunakan representasi linear naik untuk mencari derajat keanggotaan jika nilai input semakin besar maka derajat keanggotaan semakin tinggi, representasi linear turun untuk mencari derajat keanggotaan jika nilai input semakin kecil maka derajat keanggotaan semakin tinggi, dan representasi segitiga yang merupakan gabungan *linier* naik dan *linier* turun, derajat keanggotaan akan tinggi jika input berada di tengah-tengah derajat.

#### 1) Representasi *Linier* Naik



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Kurva *Linier* Naik

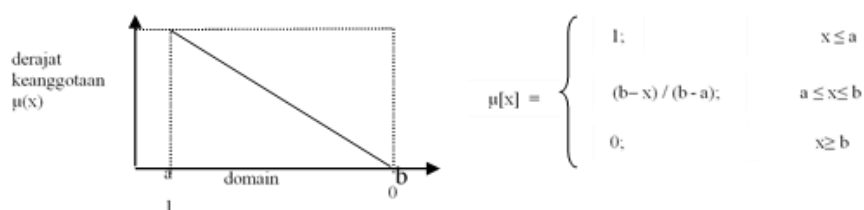
Berikut adalah implementasi representasi *linier* naik kedalam bentuk *function code sql*.

```

/* Function untuk mencari derajat keanggotaan menggunakan representasi linear naik */
create function dbo.linear_up
(@a float,@b float,@x float)
returns float
as
begin
    declare @mf float
    if (@x<@a)
        set @mf=0
    else if (@x>=@a and @x<=@b)
        set @mf=(@x-@a)/(@b-@a)
    else if (@x>@b)
        set @mf=1
return @mf
end;

```

#### 2) Representasi *Linier* Turun



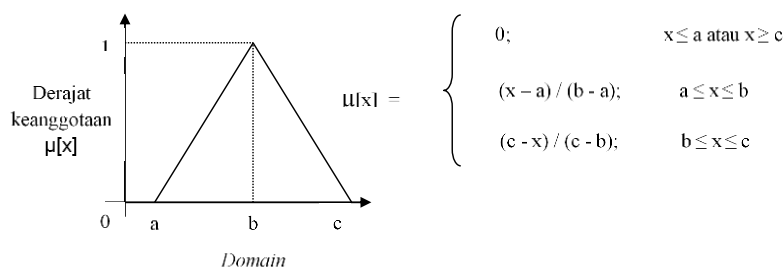
Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Kurva *Linier* Turun

```

create function dbo.linear_down
(@a float,@b float,@x float)
returns float
as
begin
    declare @mf float
    if (@x<@a)
        set @mf=1
    else if(@x>=@a and @x<=@b)
        set @mf=(@b-@x)/(@b-@a)
    else if(@x>@b)
        set @mf=0
return @mf
end;

```

### 3) Representasi Segitiga



Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga

```

create function dbo.kurva_segitiga
(@a float,@b float,@c float,@x float)
returns float
as
begin
    declare @mf float
    if (@x<@a and @x>@b)
        set @mf=0
    else if(@x>=@a and @x<=@b)
        set @mf=(@x-@a)/(@b-@a)
    else if(@x>=@b and @x<=@c)
        set @mf=(@b-@x)/(@b-@a)
return @mf
end;

```

### 3.4 Fungsi MIN

Fungsi MIN berfungsi pada saat pencarian nilai  $z$  untuk setiap aturan pada aplikasi fungsi implikasinya. Pada fungsi min nilai akan dibandingkan untuk mendapatkan nilai yang paling kecil. Berikut adalah implementasi fungsi MIN pada T-SQL.

```

create function dbo.fis_min(
@nilai1 float,@nilai2 float)
returns float
as
begin
declare @min_values float

    if @nilai1<@nilai2
        set @min_values=@nilai1

```

```

else
    set @min_values= @nilai2

return @min_values
end

```

### 3.5 Implementasi FIS Model Sugeno ke dalam Code SQL

Untuk menerapkan FIS model Sugeno secara otomatis ketika data rekap transaksi dilakukan maka dalam penelitian ini FIS model Sugeno di implementasikan kedalam *code* T-SQL.

```

create procedure dbo.fis_sugeno
@num_min_stok float,
@num_max_stok float,
@num_min_penjualan float,
@num_max_penjualan float,
@num_penjualan float,
@num_persediaan float,
@num_order float output

AS
begin
declare

--Fuzzyfikasi nilai penjualan
@fz_turun float,
@fz_naik float,

--Fuzzyfikasi nilai persediaan
@fz_sedikit float,
@fz_banyak float

/* Menterjemahkan rule FIS kedalam SQL */

--Fuzzyfikasi
set @fz_turun=dbo.linear_down(@num_min_penjualan,@num_max_penjualan,@num_penjualan)
set @fz_naik=dbo.linear_up(@num_min_penjualan,@num_max_penjualan,@num_penjualan)
set @fz_sedikit=dbo.linear_down(@num_min_stok,@num_max_stok,@num_persediaan)
set @fz_banyak=dbo.linear_up(@num_min_stok,@num_max_stok,@num_persediaan)
--End Fuzzifikasi

/* IF Penjualan TURUN AND Persediaan BANYAK THEN Order=Penjualan-Persediaan */
/* @-predikat1 */
declare @apredikat1 float,@z1 float
set @apredikat1=dbo.fis_min(@fz_turun,@fz_banyak)
set @z1=@num_penjualan-@num_persediaan

/* IF Penjualan TURUN AND Persediaan SEDIKIT THEN Order=penjualan */
/* @-predikat2 */
declare @apredikat2 float,@z2 float
set @apredikat2=dbo.fis_min(@fz_turun,@fz_sedikit)
set @z2=@num_penjualan

/* IF Penjualan NAIK AND Persediaan BANYAK THEN Order=Penjualan */
/* @-predikat1 */
declare @apredikat3 float,@z3 float
set @apredikat3=dbo.fis_min(@fz_naik,@fz_banyak)
set @z3=@num_penjualan

```

```

/* IF Penjualan NAIK AND Persediaan SEDIKIT THEN Order=1,25*Permintaan-Persediaan */
/* @-predikat1 */
declare @apredikat4 float, @z4 float
set @apredikat4=dbo.fis_min(@fz_naik, @fz_sedikit)
set @z4=1.25*@num_penjualan-@num_persediaan

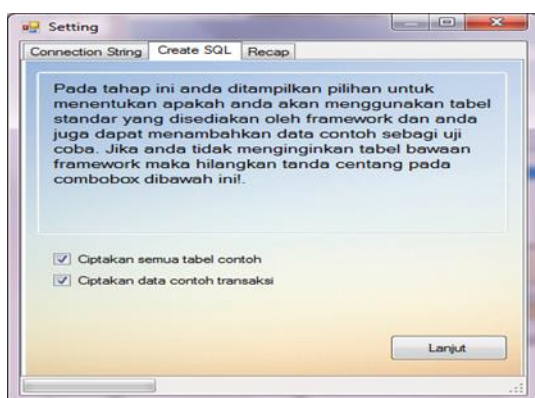
/* Mencari nilai Z*/
declare @z float
set
@z=(@apredikat1*@z1+@apredikat2*@z2+@apredikat3*@z3+@apredikat4*@z4)/(@apredikat1+@ap
redikat2+@apredikat3+@apredikat4)

set @num_order=@z
end

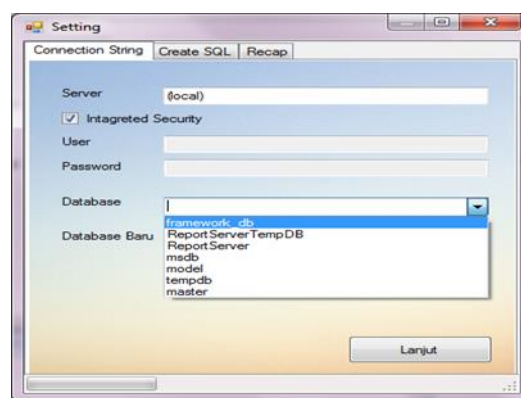
```

### 3.6 Uji Coba Aplikasi

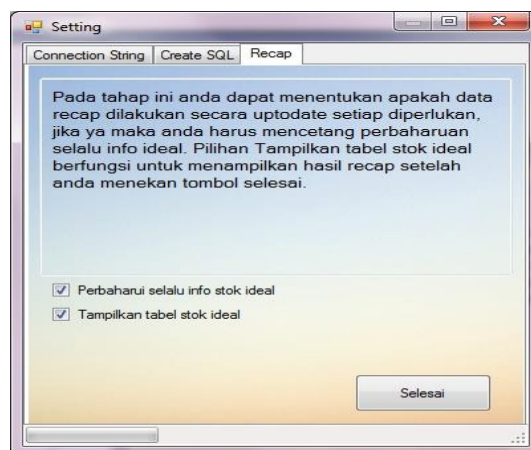
Pada *form setting connection user* dapat menentukan *connection string* sistem untuk basis data.



Gambar 10. Form Setting Connection



Gambar 11. Form Setting Create SQL



Gambar 12. Form Setting Recap

### 3.7 Hasil Rekomendasi Stok Ideal

Jumlah item 16, penjualan pada bulan ke satu dan bulan ke dua digunakan untuk menghitung stok ideal menggunakan FIS kemudian hasil direkomendasi dibandingkan dengan penjualan pada bulan ketiga. Hasil yang didapatkan yaitu 9 produk terjual sesuai jumlah rekomendasi stok dari sistem sampai jadwal pemesanan ke *suplier* berikutnya, 5 produk terjual dibawah rekomendasi sistem, 2 produk terjual diatas rekomendasi sistem. Produk yang terjual sesuai rekomendasi adalah suatu perhitungan yang tepat karena stok produk sesuai kebutuhan konsumen dan akan menguntungkan perusahaan retail. Sedangkan,



produk yang terjual di bawah rekomendasi sistem sampai akhir periode pemesanan ke *supplier* tentunya tidak menjadi masalah besar karena itu akan menjadi stok bulan berikutnya dan akan mengurangi pemesanan ke *supplier* bulan berikutnya. Sedangkan penjualan melebihi rekomendasi tentunya kurang baik dari segi rekomendasinya.

Penjualan melebihi rekomendasi akan merugikan retail jika rekomendasi tersebut digunakan karena akan terjadi stok yang kosong, namun hal tersebut. Secara keseluruhan rekomendasi yang diberikan oleh sistem sudah dapat diterapkan untuk kestabilan stok di perusahaan retail.

#### 4. Kesimpulan

- 1) Penerapan FIS model Sugeno dan *fuzzy database* sebagai kecerdasan *database* dalam menentukan stok ideal sangat memungkinkan untuk diterapkan pada perusahaan retail.
- 2) Penerapan FIS dapat membantu perusahaan retail dalam menentukan stok produk yang akan diorder ke *supplier* dengan memperhitungkan Stok ideal produk yang akan terus berubah sesuai dengan permintaan konsumen dan persediaan yang dimiliki perusahaan retail tersebut.
- 3) Perhitungan kontrol stok memerlukan recap transaksi berupa minimum stok, maksimum stok, minimum penjualan, maksimum penjualan, jumlah penjualan sekarang dan stok sekarang.
- 4) Implementasi pada objek *database* relasional akan membuat perhitungan ini dapat diterapkan pada sistem *point of sale* yang sudah dimiliki perusahaan retail.

#### Daftar Pustaka

- [1] J. Warmansyah and D. Hilpiah, "Penerapan metode fuzzy sugeno untuk prediksi persediaan bahan baku," *Teknois J. Ilm. Teknol. Inf. dan Sains*, vol. 9, no. 2, pp. 12–20, 2019, doi: 10.36350/jbs.v9i2.58.
- [2] G. Ngurah, M. Nata, and P. P. Yudiastra, "Knowledge discovery pada email box sebagai penunjang email marketing knowledge discovery in the email box for support email marketing," *J. Sist. dan Inform.*, pp. 26–37, 2017.
- [3] K. Harefa, "Penerapan Fuzzy Inference System untuk Menentukan Jumlah Pembelian Produk Berdasarkan Data Persediaan dan Penjualan," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 2, no. 4, p. 205, 2017, doi: 10.32493/informatika.v2i4.1487.
- [4] O. H. Manda and A. Johar, "Implementasi Fuzzy Query Database Untuk Pengelolaan Data Obat," *J. Rekursif*, vol. 4, no. 1, pp. 93–106, 2016.
- [5] G. Ngurah and M. Nata, "Deteksi Outlier Transaksi Menggunakan Visualisasi- Olap Pada Data Warehouse Perguruan Tinggi Swasta," *J. Appl. Intell. Syst. UDINUS*, vol. 1, no. 2, pp. 77–89, 2016.
- [6] S. Rohman, "Implementasi Metode Fuzzy Query Database Model Tahani Sebagai Inference Engine Pemberi Rekomendasi Objek Wisata Di Kabupaten Boyolali," *J. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 5, no. 1, pp. 89–97, 2018, doi: 10.32699/ppkm.v5i1.453.
- [7] Oktaviani, J., *Data Mining Concepts and Techniques*, vol. 51, no. 1. 2012.
- [8] S. Sitohang and R. Denson Napitupulu, "Fuzzy Logic Untuk Menentukan Penjualan Rumah Dengan Metode Mamdani (Studi Kasus: Pt Gracia Herald)," *J. ISD*, vol. 2, no. 2, pp. 91–101, 2017.