

APLIKASI FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) METODE SUGENO DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN (SPK) UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI BARANG BERDASARKAN DATA PERSEDIAAN DAN JUMLAH PERMINTAAN

Marlisaⁱ, Ermawatiⁱⁱ, dan Wahidah Alwiⁱⁱⁱ

ⁱ Mahasiswa Program Studi Matematika UINAM

ⁱⁱ Program Studi Matematika UINAM

ⁱⁱⁱ Program Studi Matematika UINAM, wahidah.alwi@uin-alauddin.co.id

ABSTRAK, Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System* atau FIS) merupakan suatu kerangka komputasi dalam penarikan kesimpulan yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan berbentuk IF – THEN dan penalaran fuzzy. Salah satu metode yang digunakan dalam *fuzzy inference system* (FIS) adalah metode Sugeno yang memiliki karakteristik yaitu konsekuen tidak merupakan himpunan fuzzy, namun merupakan suatu konstanta atau persamaan linear. Penelitian dalam skripsi ini bertujuan untuk memperkirakan jumlah produksi *trupave* berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan dengan mengaplikasikan *Fuzzy Inference System* (FIS) metode Sugeno pada PT. Super Beton Persada. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) digunakan dalam menunjang kemampuan komputasi.

Berdasarkan data jumlah permintaan dan persediaan *trupave* pada perusahaan PT. SBP pada 1 periode tertentu diperoleh perkiraan jumlah produksi *trupave* 8 cm yang akan diproduksi selanjutnya berdasarkan data permintaan saat itu yaitu sebanyak 4400 buah dan data persediaan saat itu yaitu sebanyak 1258619 adalah sebesar 2000 buah. Pengembangan sistem pendukung keputusan (SPK) dengan FIS metode sugeno dalam menentukan jumlah produksi berdasarkan data permintaan dan jumlah persediaan menggunakan tiga komponen, yaitu database, model base dan *software system*.

Kata Kunci: *Fuzzy Inference System (FIS), Metode Sugeno, SPK*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan-perusahaan di Indonesia saat ini mengalami perkembangan. Kemunculan perusahaan-perusahaan baru akan memperketat persaingan antar pengusaha sehingga dibutuhkan terobosan baru untuk mempertahankan kelangsungan hidup suatu perusahaan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup perusahaan adalah jumlah produksi perusahaan itu sendiri. Produksi barang yang terlalu banyak akan mengakibatkan kerugian, seperti biaya simpan dan kemungkinan terjadinya penurunan kualitas barang. Sebaliknya, produksi yang

terlalu sedikit juga akan mengurangi keuntungan, dalam hal ini peluang untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar berkurang.

PT. Super Beton Persada (PT.SBP) merupakan salah satu perusahaan di Provinsi Sulawesi Selatan yang bergerak di bidang industri material. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis bahan material paving block seperti *trupave*, dinding panel, tiang panel, batako, grassblok, hexagon facemix, topi uskup, classiko dan kanstin dengan berbagai tipe yang berbeda. Penentuan jumlah produksi pada perusahaan ini berdasarkan pada kemampuan kerja mesin dan persediaan bahan mentahnya. Produksi terbesar pada perusahaan ini adalah produk *trupave* dengan jumlah produksi per hari ± 14.000 buah. Jumlah permintaan berkisar diantara angka 150 - 18.700 buah per hari, namun permintaan terhadap produk ini tidak terjadi setiap hari kerja. Produksi *trupave* yang rutin dilakukan pada hari kerja tidak sebanding dengan rutinitas permintaan konsumen sehingga mengakibatkan jumlah persediaan barang lebih besar dibandingkan jumlah permintaan.

Jumlah produksi yang tidak menentu menjadi permasalahan bagi perusahaan, yaitu timbulnya ketidakpastian dalam menentukan jumlah produksi sehingga dibutuhkan suatu cara untuk mengoptimalkan jumlah produksi tersebut. Logika fuzzy merupakan salah satu metode untuk melakukan analisis sistem yang mengandung ketidakpastian.

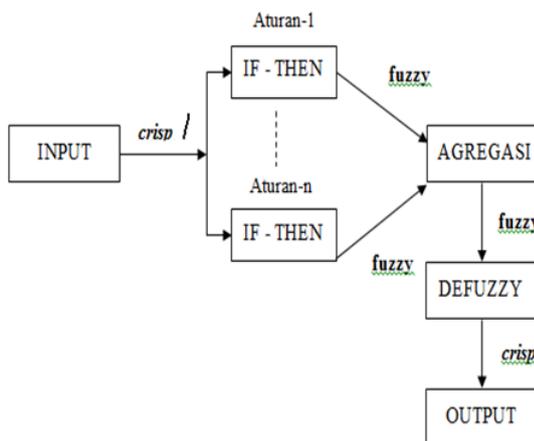
Penerapan logika fuzzy yaitu FIS dalam hal penentuan jumlah produksi melibatkan banyak faktor. Selain itu, ketidakpastian dalam penentuan jumlah dan batasan pada setiap faktor-faktor tersebut menjadi kendala tersendiri bagi para pembuat keputusan dalam mengambil

kebijakan menentukan jumlah barang yang akan diproduksi. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode inferensi untuk mengolah faktor-faktor tersebut menjadi suatu penyelesaian. Pengaplikasian teori kekaburan yaitu logika fuzzy menggunakan FIS metode Sugeno dapat digunakan sebagai solusi alternatif dalam memberikan penyelesaiannya. Mempermudah pengambilan keputusan bagi para pembuat keputusan, dalam hal ini untuk menghemat waktu dan memperkecil kesalahan dalam perhitungan, maka dalam tugas akhir ini juga dilibatkan kegunaan dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam menunjang kemampuan komputasi dan komunikasi kepada para manajer untuk mengembangkan model-model keputusannya sendiri melalui database informasi yang dibuat sehingga keputusan dapat diambil sesuai kebutuhan yang diharapkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Fuzzy Inference System (FIS)

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System* atau FIS) merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan berbentuk IF – THEN, dan penalaran fuzzy. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi fuzzy terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy

Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan tahapan awal dalam memproses sistem inferensi fuzzy. Tahapan ini merupakan proses mentransformasi data pengamatan kedalam bentuk himpunan fuzzy.

Langkah pertama dalam fuzzyfikasi adalah menetapkan label-label fuzzy pada daerah batasan *crisp* dari setiap masukan *crisp*. Contoh untuk temperature dapat ditentukan daerah label misalkan dibagi menjadi 5 label: Dingin, Sejuk, Normal, Hangat dan Panas. Berikutnya fungsi keanggotaan dinyatakan untuk memberi arti numerik pada tiap label. Setiap fungsi keanggotaan mengidentifikasi daerah nilai masukan yang berkorespondensi dengan label.

Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (2.1)$$

dengan x dan y adalah scalar dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (2.2)$$

dengan \circ adalah operator (misal: OR atau AND).

Komposisi Aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.

Penegasan (Defuzzyfikasi)

Input dari proses defuzzyfikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang dihasilkan dari komposisi aturan-aturan fuzzy sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka hasil dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output.

Metode Sugeno

Sistem inferensi fuzzy menggunakan metode sugeno memiliki karakteristik yaitu konsekuen tidak merupakan himpunan fuzzy, namun merupakan suatu persamaan linear dengan variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel inputnya. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada Tahun 1985.

Metode sistem inferensi fuzzy sugeno membutuhkan 4 tahapan untuk mencapai output, yaitu:

1. Tahap Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan proses mentransformasikan data pengamatan ke dalam bentuk himpunan fuzzy.

2. Pembentukan aturan dasar data fuzzy

Aturan dasar fuzzy mendefinisikan hubungan antara fungsi keanggotaan dan bentuk fungsi keanggotaan hasil. Pada metode Sugeno output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy tetapi berupa konstanta atau persamaan linear. Metode Sugeno terdiri dari dua jenis, yaitu:

2.1 Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy sugeno orde-nol adalah:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) THEN z = k \quad (2.3)$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan k adalah konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2.2 Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy sugeno orde-satu adalah:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) THEN z = p_1x_1 + \dots + p_nx_n + q \quad (2.4)$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai anteseden dan p_i adalah konstanta tegas ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

3. Komposisi aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan yaitu menghitung hasil dari $\sum_{r=1}^R \alpha_r z_r$ dengan R banyaknya rule, α_r fire strength ke-r dan z_r output pada anteseden aturan ke-r.

4. Penegasan (Defuzzifikasi)

Pada proses ini output berupa bilangan crisp. Proses Agregasi dijelaskan dengan gambar sebagai berikut (misal hanya ada 2 aturan R_1 dan R_2).

Selanjutnya defuzzyfikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (Weight Average), yaitu:

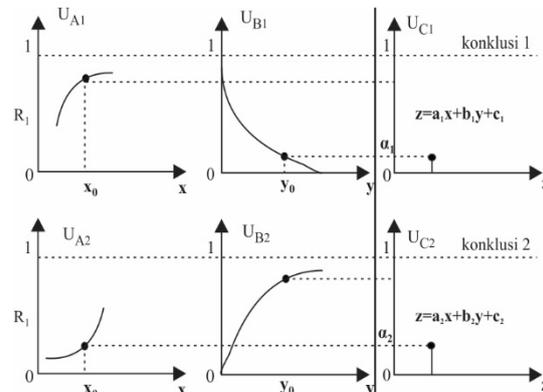
$$Z = \frac{\sum_{r=1}^R \alpha_r \cdot z_r}{\sum_{r=1}^R \alpha_r} \quad (2.5)$$

dengan:

Z = variabel jumlah permintaan

α_r = α -predikat (fire strength) dari aturan ke-r

z_r = output pada anteseden aturan ke-r



Gambar 2.2 Agregasi Metode Sugeno

Konsep Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan proses manajemen yang diterapkan dalam bidang produksi. Proses manajemen produksi adalah penggabungan seluruh aspek yang terdiri dari produk, pabrik, proses, program dan manusia. Manajemen produksi dan operasi merupakan manajemen dari suatu sistem informasi yang mengonversikan masukan (inputs) menjadi keluaran (outputs) yang berupa barang atau jasa. Secara konsep, produksi adalah kegiatan menghasilkan sesuatu, baik berupa barang maupun jasa. Dalam pengertian sehari-hari, produksi adalah mengolah input, baik berupa barang atau jasa menjadi output berupa barang atau jasa yang lebih bernilai atau lebih bermanfaat.

Jenis-jenis proses produksi yang umum terdapat dua jenis, yaitu:

1. Proses produksi terus-menerus (continuous processes) adalah suatu proses produksi yang mempunyai pola atau urutan yang selalu sama dalam pelaksanaan proses produksi di dalam perusahaan. Contohnya: industri pembuatan paving blok, industri pembuatan gelas, dan lain-lain.
2. Proses produksi terputus-putus (intermittent processes) adalah suatu proses produksi dimana arus proses yang ada dalam perusahaan tidak selalu sama. Contohnya: industry dalam bidang manufaktur seperti

industri sepatu dan industri proses kimia seperti industri farmasi, tinta, cat dan lain-lain. Secara umum fungsi produksi terkait dengan pertanggungjawaban dalam pengolahan dan perubahan masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*) berupa barang atau jasa yang akan memberikan pendapatan bagi perusahaan.

Definisi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) / Decision Support System (DSS)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan suatu sistem interaktif yang mendukung keputusan dalam proses pengambilan keputusan melalui alternatif-alternatif yang diperoleh dari hasil pengolahan data, informasi dan rancangan model.

Suatu sistem pendukung keputusan terdiri dari tiga komponen utama atau subsistem dan satu subsistem opsional, yaitu:

1. Subsistem manajemen data (*database*)
 Subsistem *database* merupakan komponen dalam SPK yang berfungsi sebagai penyedia data yang relevan untuk suatu situasi dan dikelola serta disimpan dalam *Database Management System* (DBMS) agar dapat diambil dan ekstraksi dengan cepat.
2. Subsistem manajemen model (*model base*)
 Subsistem *model base* adalah kemampuan sistem dalam mengintegrasikan data dengan model-model keputusan. Subsistem model base merupakan suatu model yang mampu membantu proses analisis data dan kondisi untuk dapat memberikan informasi pendukung keputusan yang bersifat multikriteria.
3. Subsistem antarmuka pengguna (*user interface*)
 Subsistem *user interface* adalah sistem dialog yang dapat diartikan dan diimplementasikan, sehingga pengguna atau pemakai dapat berkomunikasi dengan sistem yang dirancang.
4. Subsistem manajemen berbasis-pengetahuan (*knowledge based*)
 Subsistem berbasis-pengetahuan ini mendukung semua subsistem lain atau bertindak langsung sebagai suatu komponen independen dan bersifat opsional.

3. METODOLOGI

Variabel penelitian yang digunakan dalam penentuan jumlah produksi trupave 8 cm adalah variabel jumlah permintaan trupave periode tertentu, jumlah persediaan trupave periode tertentu dan jumlah produksi trupave periode tertentu.

Prosedur Penelitian FIS Metode Sugeno dalam Menentukan Jumlah produksi Paving Blok

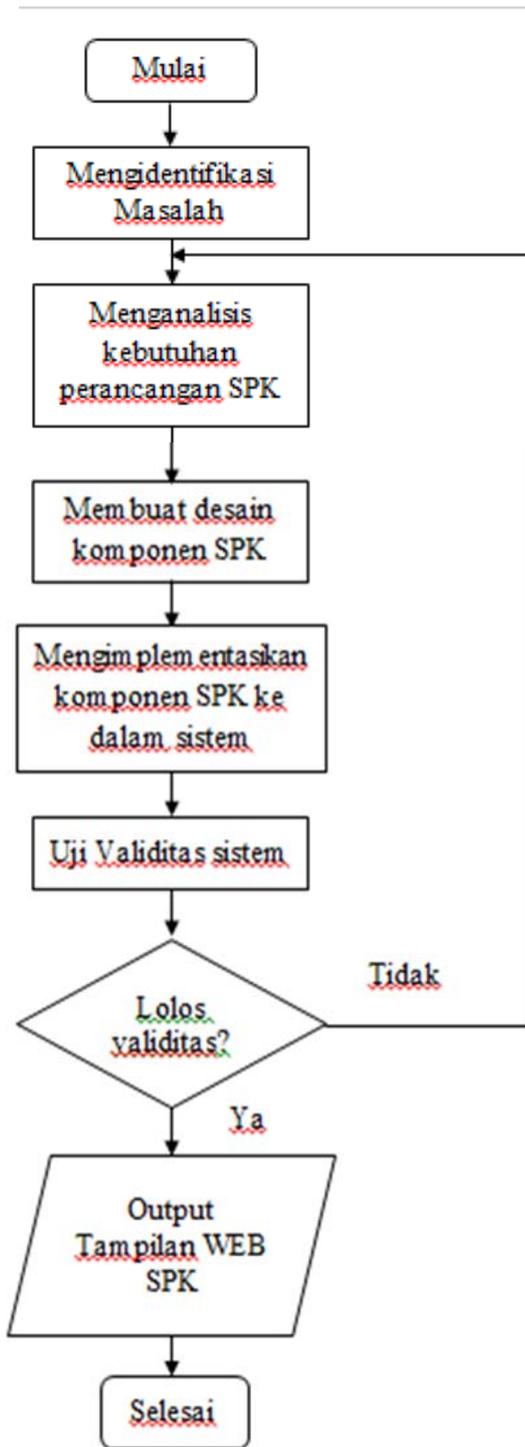
Proses penentuan jumlah produksi trupave 8 cm menggunakan FIS Sugeno disajikan dalam diagram alur berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alur FIS Metode Sugeno dalam menentukan Jumlah produksi paving blok

Prosedur Penelitian FIS Metode Sugeno dalam Menentukan Jumlah produksi Paving Blok

Pengembangan sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan FIS Metode Sugeno dalam menentukan jumlah produksi trupave 8 cm disajikan dalam diagram alur berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alur Perancangan SPK

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fuzzy Inference System (FIS) metode Sugeno dalam menentukan jumlah produksi barang

berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan

Penentuan jumlah produksi truepave 8 cm pada perusahaan PT. Super Beton Persada (PT. SBP), digunakan data 1 periode tertentu yaitu data jumlah permintaan konsumen dan jumlah persediaan produk pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2014.

Berdasarkan data permintaan dan persediaan produk selama setahun, diperoleh bahwa secara keseluruhan jumlah persediaan lebih besar dari jumlah permintaan, seperti terlihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Jumlah Permintaan, Persediaan dan Produksi Trupave 8 cm pada Periode Januari – Desember 2014.

No	Tanggal	Produksi	Permintaan	Persediaan
1	03-Jan-14	16000	2200	13800
2	04-Jan-14	11000	2200	22600
3	06-Jan-14	11500	-	34100
.
.
.
196	20-Dec-14	-	8800	1274019
197	22-Dec-14	-	6600	1267419
198	23-Dec-14	-	8800	1258619

Mendefinisikan, Mendekomposisikan dan Menentukan Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy dari Variabel Fuzzy

Variabel fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel permintaan dan persediaan. Semesta pembicaraan variabel fuzzy permintaan dan persediaan adalah $[0, \infty)$.

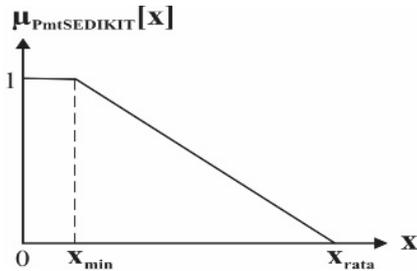
1) Variabel Permintaan

Berdasarkan dari data permintaan konsumen, data minimum yaitu 150 dan data maksimum mencapai 18.700 buah truepave. Berdasarkan data tersebut, maka variabel permintaan didekomposisikan menjadi tiga himpunan fuzzy, yaitu sedikit, sedang dan banyak dengan masing-masing fungsi keanggotaannya yaitu:

- a. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedikit dari variabel permintaan

$$\mu_{PmtSDKT}[X] = \begin{cases} 1 & ; x \leq x_{min} \\ \frac{x_{rata} - x}{x_{rata} - x_{min}} & ; x_{min} < x < x_{rata} \\ 0 & ; x \geq x_{rata} \end{cases}$$

Representasi fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedikit dari variabel permintaan ditampilkan pada Gambar 4.1

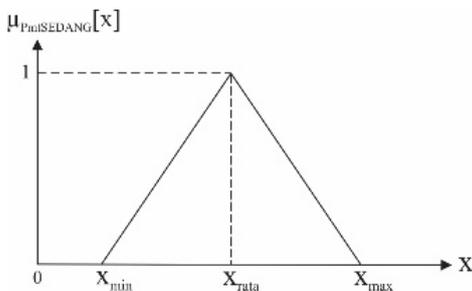


Gambar 4.1 Kurva fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedikit dari variabel permintaan

- b. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedang dari variabel permintaan

$$\mu_{PmtSEDANG}[X] = \begin{cases} 0 & ; x \leq x_{min} \text{ atau } x \geq x_{max} \\ \frac{x - x_{min}}{x_{rata} - x_{min}} & ; x_{min} < x \leq x_{rata} \\ \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{rata}} & ; x_{rata} < x < x_{max} \end{cases}$$

Representasi fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedang dari variabel permintaan ditampilkan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Kurva fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedang dari variabel permintaan

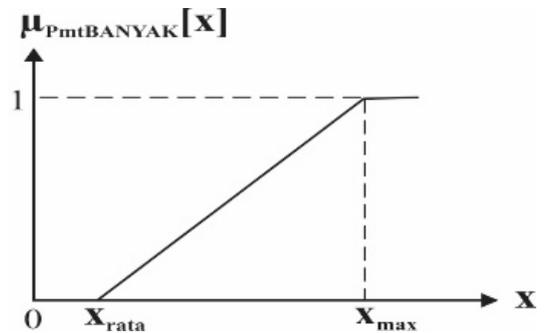
- c. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy banyak dari variabel permintaan

$$\mu_{PmtBANYAK}[X] = \begin{cases} 0 & ; x \leq x_{rata} \\ \frac{x - x_{rata}}{x_{max} - x_{rata}} & ; x_{rata} < x < x_{max} \\ 1 & ; x \geq x_{max} \end{cases}$$

Representasi fungsi keanggotaan himpunan fuzzy banyak dari variabel

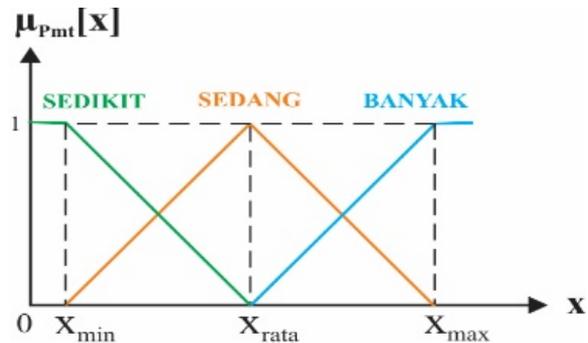
permintaan ditampilkan pada Gambar 4.3

Gambar 4.3 Kurva fungsi keanggotaan



himpunan fuzzy banyak dari variabel permintaan.

Fungsi keanggotaan himpunan sedikit, sedang dan banyak dari variabel permintaan di representasikan pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Kurva gabungan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy dari variabel permintaan

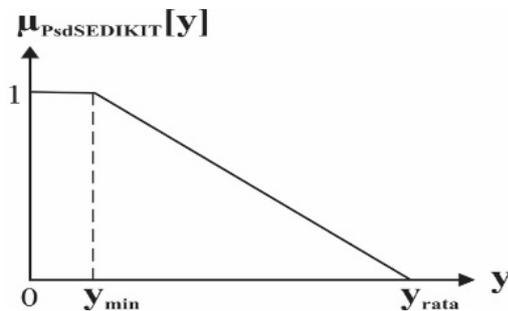
2) Variabel Persediaan

Berdasarkan dari data persediaan truepave abu 8 cm, data minimum yaitu 13.800 buah dan data maksimum mencapai 1.282.819 buah. Jumlah persediaan minimum di gudang akan menjadi patokan data maksimum dari persediaan yaitu sebesar 44 m³ atau 132.000 buah. Berdasarkan data tersebut, maka variabel persediaan didekomposisikan menjadi tiga himpunan fuzzy, yaitu sedikit, sedang dan banyak dengan masing-masing fungsi keanggotaannya yaitu:

- a. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedikit dari variabel persediaan

$$\mu_{PsdSEDIKIT}[Y] = \begin{cases} 1 & ; y \leq y_{min} \\ \frac{y_{rata} - y}{y_{rata} - y_{min}} & ; y_{min} < y < y_{rata} \\ 0 & ; y \geq y_{rata} \end{cases}$$

Representasi fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedikit dari variabel persediaan ditampilkan pada Gambar 4.5

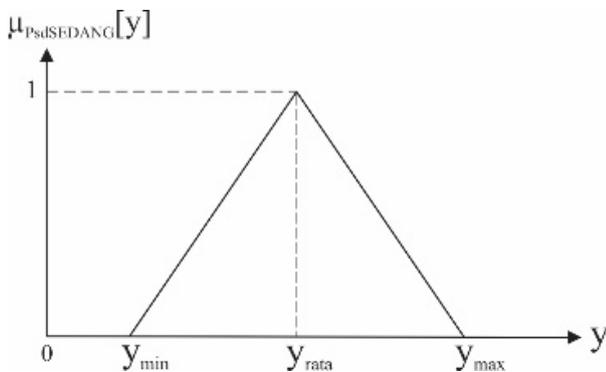


Gambar 4.5 Kurva fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedikit dari variabel persediaan.

b. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedang dari variabel persediaan

$$\mu_{\text{PsDSEDANG}}[x] = \begin{cases} 0 & ; y \leq y_{\min} \text{ atau } y \geq y_{\max} \\ \frac{y - y_{\min}}{y_{\text{rata}} - y_{\min}} & ; y_{\min} < y \leq y_{\text{rata}} \\ \frac{y_{\max} - y}{y_{\max} - y_{\text{rata}}} & ; y_{\text{rata}} < y < y_{\max} \end{cases}$$

Representasi fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedang dari variabel persediaan ditampilkan pada Gambar 4.6



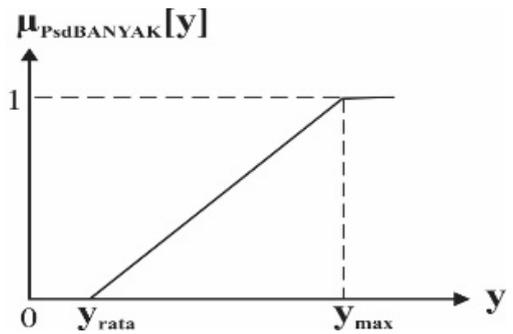
Gambar 4.6 Kurva fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sedang dari variabel persediaan

c. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy banyak dari variabel persediaan

$$\mu_{\text{PsdBANYAK}}[y] = \begin{cases} 0 & ; y \leq y_{\text{rata}} \\ \frac{y - y_{\text{rata}}}{y_{\max} - y_{\text{rata}}} & ; y_{\text{rata}} < y < y_{\max} \\ 1 & ; y \geq y_{\max} \end{cases}$$

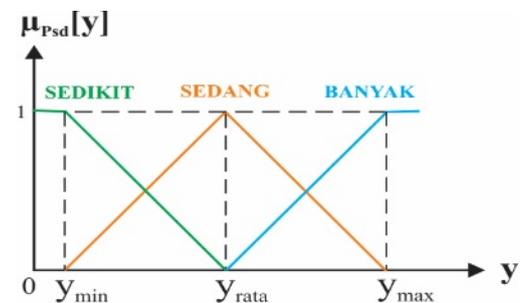
Representasi fungsi keanggotaan himpunan fuzzy banyak dari variabel persediaan ditampilkan pada Gambar 4.7

Gambar 4.7 Kurva fungsi keanggotaan



himpunan fuzzy banyak dari variabel persediaan.

Fungsi keanggotaan himpunan sedikit, sedang dan banyak dari variabel persediaan di representasikan pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Kurva gabungan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy dari variabel persediaan

b. Membentuk Aturan-aturan Fuzzy

Aturan-aturan fuzzy dapat diperoleh dengan mengkombinasikan masing-masing himpunan fuzzy dari variabel pengamatan. Himpunan fuzzy dari variabel permintaan dan persediaan masing-masing terbagi menjadi tiga sehingga kombinasi dari ketiga himpunan tersebut akan menghasilkan sembilan aturan fuzzy. Metode inferensi yang akan digunakan adalah metode Sugeno Orde-0. Bentuk model fuzzy sugeno orde-0 adalah

If (x is A_i) and (y is B_i) then z = k
 dengan A_i dan B_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan k adalah konstanta sebagai konsekuen. Konsekuen dari aturan fuzzy diperoleh dari data jumlah produksi perusahaan selama 1 periode tertentu.. Kesembilan aturan fuzzy tersebut yaitu:

[R₁] = IF Permintaan sedikit AND Persediaan sedikit THEN Produksi = 24.500

- [R₂] = IF Permintaan sedikit AND Persediaan sedang THEN Produksi = 20.000
- [R₃] = IF Permintaan sedikit AND Persediaan banyak THEN Produksi = 2.000
- [R₄] = IF Permintaan sedang AND Persediaan sedikit THEN Produksi = 24.500
- [R₅] = IF Permintaan sedang AND Persediaan sedang THEN Produksi = 20.500
- [R₆] = IF Permintaan sedang AND Persediaan banyak THEN Produksi = 2000
- [R₇] = IF Permintaan banyak AND Persediaan sedikit THEN Produksi = 24.500
- [R₈] = IF Permintaan banyak AND Persediaan sedang THEN Produksi = 22.000
- [R₉] = IF Permintaan banyak AND Persediaan banyak THEN Produksi = 2000

c. Menentukan dan menghitung nilai α -predikat setiap aturan

Berdasarkan sembilan aturan fuzzy, akan ditentukan nilai α -predikat atau nilai keanggotaan anteseden (disimbolkan dengan α) dan nilai perkiraan barang yang akan diproduksi (disimbolkan dengan z) untuk masing-masing aturan. Operator yang digunakan untuk mengoperasikan interseksi dari himpunan fuzzy dalam menentukan nilai keanggotaan (α -predikat) setiap aturan adalah operator AND.

d. Defuzzyfikasi

Pada metode sugeno untuk menentukan output *crisp*, defuzzyfikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (*Weight Average*), seperti pada persamaan (2.22) yaitu:

$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \alpha_4 z_4 + \alpha_5 z_5 + \alpha_6 z_6 + \alpha_7 z_7 + \alpha_8 z_8 + \alpha_9 z_9}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9}$$

Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan FIS metode Sugeno

Identifikasi Masalah (Planing)

Berdasarkan hasil penelitian di perusahaan PT. SBP yang dilakukan dengan mengambil data sekunder perusahaan berupa data permintaan konsumen, persediaan barang dan jumlah produksi per hari kerja pada 1 periode tertentu, diperoleh bahwa jumlah persediaan barang jauh lebih besar dibandingkan dengan jumlah

permintaannya. Secara tidak langsung untuk mengatasi permasalahan tersebut para pembuat keputusan hanya perlu melakukan penghentian produksi. Namun pemecahan masalah tersebut tidak bisa menjadi solusi karena keefisienan penggunaan mesin dan tenaga kerja juga menjadi faktor yang diperhatikan perusahaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka pihak pembuat keputusan bisa melakukan kontrol terhadap jumlah produksi berdasarkan data permintaan dan persediaan tanpa menghentikan proses produksi. Pengembangan SPK untuk menentukan jumlah produksi akan membantu proses pengambilan keputusan dengan lebih efektif dan efisien.

Analisis Kebutuhan Perancangan Sistem

Kebutuhan perancangan sistem adalah kebutuhan yang berhubungan langsung dengan sebuah proses yang harus dilakukan oleh sistem atau informasi yang harus ada didalam sistem tersebut.

1. Analisis Kebutuhan Fungsional
Sistem memungkinkan pembuat keputusan untuk mendapatkan informasi pendukung keputusan berupa data permintaan, persediaan pada 1 periode tertentu dan data saat ini.
2. Analisis Kebutuhan Non-fungsional
Berhubungan langsung dengan atribut atau perangkat lunak yang harus dimiliki dalam perancangan sistem, seperti database server dalam perancangan ini digunakan phpMyAdmin, Adobe Dreamweaver CS6 digunakan dalam mendesain tampilan sistem.

Komponen SPK

Adapun komponen SPK yang digunakan dalam mengembangkan SPK ini, yaitu: Database, Model Base dan *Software System*.

1. Database
Pembuatan database dalam SPK ini, menggunakan aplikasi yang tersedia dalam XAMPP yaitu phpMyAdmin. Database untuk rancangan SPK ini diperkenalkan dengan nama "data_perusahaan" yang terdiri dari 3 tabel yaitu tabel data, tabel produksi dan tabel password.
 - a. Tabel data

Merupakan tabel yang menyimpan data jumlah permintaan dan persediaan selama 1 periode tertentu. Tabel ini terdiri dari empat *field*, yaitu *field* NO sebagai *primary keys*, *field* TANGGAL, *field* PERMINTAAN dan *field* PERSEDIAAN. Struktur tabel data dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Struktur tabel data pada database data_perusahaan

Field	Tipe	Ukuran	Keterangan
NO	Varchar	5	Primary key tab
TANGGAL	Date	-	Tanggal dat
PERMINTAAN	Bigint	20	Permintaan 1 pe
PERSEDIAAN	Bigint	20	Persediaan 1 Pe

b. Tabel produksi

Merupakan tabel yang menyimpan data produksi selama 1 periode tertentu. Tabel ini terdiri dari dua *field*, yaitu *field* NO sebagai *primary key*, *field* TANGGAL dan *field* PRODUKSI. Struktur tabel produksi dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Struktur tabel produksi pada database data_perusahaan

Field	Tipe	Ukuran	Keterangan
NO	Varchar	5	Primary key tabel produksi
TANGGAL	Date	-	Tanggal produksi
PRODUKSI	Bigint	20	Jumlah produksi 1 periode

c. Tabel password

Terdiri dari dua *field*, yaitu *field* User dan *field* Pasword. Tabel ini akan digunakan untuk mengidentifikasi user yang diperbolehkan menjalankan sistem SPK ini. Struktur tabel pasword dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Struktur tabel pasword pada database data_perusahaan

Field	Tipe	Ukuran	Keterangan
User	Varchar	20	Mengidentifikasi pengguna pada saat login
Pasword	Varchar	20	Mengidentifikasi pasword yang digunakan user pada saat login

2. Model Base

Merupakan rancangan langkah-langkah pada FIS metode Sugeno untuk menentukan jumlah produksi. Ada tiga tahapan yaitu

penentuan variabel, inferensi dan defuzzyfikasi.

3. Software System

Perancangan komponen-komponen SPK dalam hal ini pembentukan software system, digunakan bahasa pemrograman php dalam menerjemahkan model base kedalam bahasa pemrograman. Adapun tahapan-tahapannya meliputi: pendefinisian variabel dan penentuan nilai keanggotaan himpunan fuzzy, pembentukan aturan-aturan fuzzy dan defuzzyfikasi.

a. Pendefinisian variabel

Perancangan SPK dalam menentukan jumlah produksi dibutuhkan inputan data jumlah permintaan dan persediaan 1 periode tertentu dan data saat ini. Oleh karena itu, variabel-variabel inputan dikelompokkan menjadi dua, yaitu variabel data 1periode tertentu dan variabel data saat ini.

1) Variabel data 1 periode tertentu

Nilai-nilai dari variabel data permintaan dan persediaan yang telah disimpan dalam database merupakan data dari 1 periode tertentu. Untuk melakukan perhitungan, maka nilai-nilai yang dibutuhkan diambil dari tabel. Untuk mengambil nilai-nilai tersebut, digunakan perintah atau fungsi *query* yang ada pada perintah *SQL*, yaitu data-data minimum dan maksimum dalam 1 periode tertentu, yaitu data permintaan minimum, permintaan maksimum, persediaan minimum, dan persediaan maksimum.

Berikut ini adalah contoh *query SQL* untuk mengambil nilai-nilai inputan yang dibutuhkan dari masing-masing *field* tabel untuk proses perhitungan jika masa produksi perusahaan selama 114 hari, dan produksi dimulai dari hari pertama.

a. *Query* untuk permintaan minimum
 SELECT min(PERMINTAAN) from data where NO >= 1 and NO <= 114

b. *Query* untuk permintaan maksimum
 SELECT max(PERMINTAAN) from data where NO >= 1 and NO <= 114

c. *Query* untuk persediaan minimum

2) Variabel data saat ini

Adalah variabel inputan dari data permintaan dan persediaan yang diketahui saat ini. Data ini diinput oleh pembuat keputusan pada saat menjalankan program aplikasi.

4. Penentuan nilai keanggotaan himpunan fuzzy

Pada tahapan ini, untuk menentukan nilai keanggotaan (μ) himpunan fuzzy variabel permintaan dan persediaan digunakan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy dengan memperhatikan nilai minimum, titik tengah dan maksimum masing-masing variabel pada 1 periode tertentu.

1) Variabel Permintaan

Variabel permintaan terdiri dari tiga himpunan fuzzy yaitu SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK. Fungsi keanggotaan himpunan SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK dalam sistem diterjemahkan seperti berikut:

$$\begin{aligned} &\Rightarrow \text{IF } (\$x \leq \$x_{\min}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PmtSEDIKIT} = 1 \\ &\quad \$\text{miu_PmtSEDANG} = 0 \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$x > \$x_{\min} \text{ AND } \$x < \$x_{\text{rata}}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PmtSEDIKIT} = \frac{\$x_{\text{rata}} - \$x}{\$x_{\text{rata}} - \$x_{\min}} \\ &\quad \$\text{miu_PmtSEDANG} = \frac{\$x - \$x_{\min}}{\$x_{\text{rata}} - \$x_{\min}} \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$x \geq \$x_{\text{rata}}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PmtSEDIKIT} = 0 \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$x \leq \$x_{\text{rata}}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PmtBANYAK} = 0 \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$x > \$x_{\text{rata}} \text{ AND } \$x < \$x_{\max}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PmtSEDANG} = \frac{\$x_{\max} - \$x}{\$x_{\max} - \$x_{\text{rata}}} \\ &\quad \$\text{miu_PmtBANYAK} = \frac{\$x - \$x_{\text{rata}}}{\$x_{\max} - \$x_{\text{rata}}} \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$x \geq \$x_{\max}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PmtSEDANG} = 0 \\ &\quad \$\text{miu_PmtBANYAK} = 1 \end{aligned}$$

2) Variabel Persediaan

Variabel persediaan terdiri dari tiga himpunan fuzzy yaitu SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK. Fungsi keanggotaan himpunan SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK dalam sistem diterjemahkan seperti berikut:

$$\begin{aligned} &\Rightarrow \text{IF } (\$y \leq \$y_{\min}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PsdSEDIKIT} = 1 \\ &\quad \$\text{miu_PsdSEDANG} = 0 \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$y > \$y_{\min} \text{ AND } \$y < \$y_{\text{rata}}) \text{ THEN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \$\text{miu_PsdSEDIKIT} &= \frac{\$y_{\text{rata}} - \$y}{\$y_{\text{rata}} - \$y_{\min}} \\ \$\text{miu_PsdSEDANG} &= \frac{\$y - \$y_{\min}}{\$y_{\text{rata}} - \$y_{\min}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\Rightarrow \text{IF } (\$y \geq \$y_{\text{rata}}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PsdSEDIKIT} = 0 \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$y \leq \$y_{\text{rata}}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PsdBANYAK} = 0 \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$y > \$y_{\text{rata}} \text{ AND } \$y < \$y_{\max}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PsdSEDANG} = \frac{\$y_{\max} - \$y}{\$y_{\max} - \$y_{\text{rata}}} \\ &\quad \$\text{miu_PsdBANYAK} = \frac{\$y - \$y_{\text{rata}}}{\$y_{\max} - \$y_{\text{rata}}} \\ &\Rightarrow \text{IF } (\$y \geq \$y_{\max}) \text{ THEN} \\ &\quad \$\text{miu_PsdSEDANG} = 0 \\ &\quad \$\text{miu_PsdBANYAK} = 1 \end{aligned}$$

5. Pembentukan aturan-aturan fuzzy

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, kombinasi dari himpunan- himpunan fuzzy dari variabel permintaan dan persediaan menghasilkan sembilan aturan fuzzy. Berikut aturan tersebut akan diterjemahkan dalam bahasa pemrograman.

$$\begin{aligned} &\Rightarrow [\mathbf{R}_1] \text{ IF } \text{Permintaan sedikit AND Persediaan} \\ &\quad \text{sedikit THEN Produksi} = \$\text{produksi}_1 \\ &\quad \$a1 = \min(\$ \text{miu_PmtSEDIKIT}, \$ \text{miu_PsdSEDIKIT}) \\ &\quad \$z1 = \$ \text{produksi}_1 \\ &\Rightarrow [\mathbf{R}_2] \text{ IF } \text{Permintaan sedikit AND Persediaan} \\ &\quad \text{sedang THEN Produksi} = \$\text{produksi}_2 \\ &\quad \$a2 = \min(\$ \text{miu_PmtSEDIKIT}, \$ \text{miu_PsdSEDANG}) \\ &\quad \$z2 = \$ \text{produksi}_2 \\ &\quad \cdot \\ &\quad \cdot \\ &\quad \cdot \\ &\Rightarrow [\mathbf{R}_9] \text{ IF } \text{Permintaan banyak AND Persediaan} \\ &\quad \text{banyak THEN Produksi} = \$\text{produksi}_9 \\ &\quad \$a9 = \min(\$ \text{miu_PmtBANYAK}, \$ \text{miu_PsdBANYAK}) \\ &\quad \$z9 = \$ \text{produksi}_9 \end{aligned}$$

6. Defuzzyfikasi

Pada metode sugeno untuk menentukan output *crisp*, defuzzyfikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (*Weight Average*).

$$z = \frac{\$a1 * \$z1 + \$a2 * \$z2 + \$a3 * \$z3 + \$a4 * \$z4 + \$a5 * \$z5 + \$a6 * \$z6 + \$a7 * \$z7 + \$a8 * \$z8 + \$a9 * \$z9}{\$a1 + \$a2 + \$a3 + \$a4 + \$a5 + \$a6 + \$a7 + \$a8 + \$a9}$$

b. Implementasi SPK kedalam sistem

Berikut ini adalah implementasi SPK kedalam sistem untuk menentukan jumlah produksi berdasarkan data permintaan dan persediaan menggunakan FIS metode Sugeno.

1. Tahapan pertama dalam implementasi SPK kedalam sistem adalah disaat pembuat keputusan atau user memanggil program dengan menginputkan alamat URL “localhost/SPK/form_login.php” pada browser, maka akan tampil halaman login.php yang berisi form login seperti tampak pada Gambar 4.9.

Gambar 4.9 Form Login pada login.php

Pada form login di atas, pengguna atau user diharuskan mengisi kolom username dengan kata “admin” dan password dengan kata “admin”. Jika username dan password yang dimasukkan ke dalam form tidak sesuai maka, pengguna tidak diperkenankan masuk ke halaman Menu.

2. Setelah login berhasil dilakukan, maka akan tampil halaman utama “tugas.html” yang berisi beberapa menu yaitu data, edit data, olah data dan logout.
 - a. Menu “DATA” adalah menu yang menampilkan data-data yang tersimpan dalam database. Data tersebut adalah data permintaan, persediaan dan jumlah produksi. Pada menu data ini, pengguna bisa menambahkan data pada database ataupun mengupdate data. Tampilan menu data diperlihatkan pada Gambar 4.10

NO	TANGGAL	PERMINTAAN	PERSEDIAAN
1	2014-01-03	2200	13800
2	2014-01-04	2200	22600
3	2014-01-08	2200	53400
4	2014-01-20	1100	127300
5	2014-01-21	2200	140100

Gambar 4.10 Tampilan data pada sistem

- b. Menu “EDIT DATA” adalah menu yang digunakan user untuk mengedit data dan menambahkan data.
- c. Menu “OLAH DATA” adalah menu yang digunakan user untuk menghitung jumlah produksi dengan FIS metode sugeno berdasarkan data permintaan dan persediaan. Jika user memilih menu ini,

maka program akan memanggil “form_olah.php” seperti tampak pada Gambar 4.11.

Gambar 4.11 Form Olah data

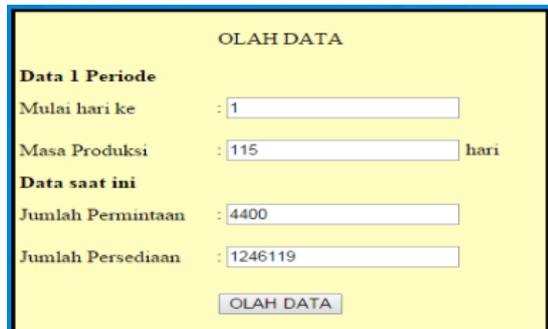
Form di atas digunakan untuk menginput data-data yang diperlukan dalam menjalankan program penghitungan jumlah produksi. Data yang diinput meliputi hari pertama produksi pada “Mulai hari ke”, masa produksi pada “Masa Produksi”, data permintaan saat ini pada “Jumlah Permintaan” dan data persediaan saat ini pada “Jumlah Persediaan”. Setelah tombol submit “OLAH DATA” diklik, maka akan tampil halaman fis_sugeno.php yang memperlihatkan jumlah produksi hasil perhitungan program. Seperti tampak pada Gambar 4.12

Gambar 4.12 Tampilan fis_sugeno.php

- d. Menu “LOGOUT” adalah menu yang digunakan user untuk keluar dari sistem pendukung keputusan.

Berikut akan ditunjukkan penentuan jumlah produksi trupave 8 cm abu dengan menggunakan SPK. Dengan menggunakan data permintaan dan persediaan pada 1 periode tertentu yaitu data pada hari ke 1 produksi sampai hari ke 114 yang telah tersimpan di dalam database “data_perusahaan” dan data saat ini merupakan masa produksi ke 115 hari. Jumlah

permintaan saat ini sebesar 4400 buah dan data persediaan saat ini mencapai 1258619 buah. Pada menu OLAH DATA, pada saat user mengklik menu tersebut maka akan tampil “form_olah.php” yaitu form tempat penginputan data-data yang dibutuhkan untuk menjalankan program. Berikut ditampilkan gambar dari “form_olah.php”.



Gambar 4.13 Isian form_olah.php

Hasil pengolahan data ditampilkan pada halaman “fis_sugeno.php”. Berikut adalah output hasil perhitungan jumlah trupave 8 cm yang akan diproduksi.

Data Permintaan dan Persediaan 1 periode tertentu, mulai hari 1 sampai hari ke 114

- Permintaan Minimum = 150
- Permintaan Maksimum = 18700
- Titik tengah Permintaan = 9425
- Persediaan Minimum = 13800
- Persediaan Maksimum = 132000
- Titik tengah Persediaan = 72900

Data saat ini

- Jumlah Permintaan = 4400
- Jumlah Persediaan = 1258619

Nilai keanggotaan himpunan fuzzy setiap variable

- miu permintaan sedikit = 0.541778975741
- miu permintaan sedang = 0.458221024259
- miu permintaan banyak = 0
- miu persediaan sedikit = 0
- miu persediaan sedang = 0
- miu persediaan banyak = 1

Nilai a-strength setiap aturan

- a-strength [R1] = 0
- a-strength [R2] = 0
- a-strength [R3] = 0.541778975741
- a-strength [R4] = 0
- a-strength [R5] = 0

- a-strength [R6] = 0.458221024259
- a-strength [R7] = 0
- a-strength [R8] = 0
- a-strength [R9] = 0

Nilai z(produksi) setiap aturan

- z untuk [R1] = 24500
- z untuk [R2] = 20000
- z untuk [R3] = 2000
- z untuk [R4] = 24500
- z untuk [R5] = 20500
- z untuk [R6] = 2000
- z untuk [R7] = 24500
- z untuk [R8] = 22000
- z untuk [R9] = 2000

DEFUZZYFIKASI

Hasil defuzzyfikasi FIS metode sugeno, $z = 2000$ Jumlah produk trupave 8 cm Abu yang akan diproduksi perusahaan PT.SBP adalah sebanyak **2000** buah.

e. Uji Validitas Sistem

Merupakan tahap pengujian yang bertujuan untuk melihat atau memeriksa apakah program yang dibuat mampu menghasilkan alternatif keputusan yang mempresentasikan tujuan perancangan SPK ini. Hasil perhitungan secara manual maupun menggunakan program menghasilkan nilai dan keputusan yang sama, sehingga dapat dikatakan rancangan SPK yang dibuat telah mampu mempresentasikan tujuan perancangan.

Berikut akan ditampilkan tabel perbandingan hasil perhitungan jumlah produksi secara manual dan menggunakan SPK.

Tabel 4.6 Uji Validitas SPK

Data		Permintaan saat ini (x)	Persediaan saat ini (y)	Perhitungan Manual	Perhitungan SPK	Ket.
Mulai (hari)	Masa Produksi (hari)					
1	115	4400	1258619	2000	2000	True

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat hasil perhitungan jumlah produksi FIS metode sugeno secara manual maupun secara SPK memberikan hasil yang sama. Sehingga pengujian validitas menunjukkan bahwa SPK bekerja dengan baik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai aplikasi *fuzzy inference system* (FIS) metode sugeno dalam sistem pendukung keputusan (SPK) untuk menentukan jumlah produksi barang berdasarkan data permintaan dan jumlah persediaan, dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan data jumlah permintaan dan persediaan trupave 8 cm pada 3 Januari 2014 sampai 23 Desember 2014 dan data permintaan saat ini (24 Desember 2014) yaitu sebanyak 4400 buah dan persediaan saat ini (24 Desember 2014) sebanyak 1258619 buah pada perusahaan PT. SBP, dengan menggunakan FIS metode sugeno diperoleh perkiraan jumlah produksi trupave 8 cm yang akan diproduksi pada tanggal 24 Desember 2014 yaitu sebanyak 2000 buah.
2. Pengembangan sistem pendukung keputusan (SPK) dengan FIS metode sugeno dalam menentukan jumlah produksi berdasarkan data permintaan dan jumlah persediaan menggunakan tiga komponen, yaitu database model base dan *software system*. Komponen model base berisi tentang langkah-langkah pada metode sugeno dalam menentukan jumlah produksi. Komponen database sebagai media penyimpanan data-data yang diperlukan untuk proses pengambilan keputusan. Komponen terakhir adalah *software system* dimana pada komponen ini model base dan database dipadukan dengan bahasapemrograman php untuk membentuk program pengambilan keputusan FIS metode sugeno dalam menentukan jumlah produksi.

Untuk penelitian selanjutnya, penulis menyarankan agar memeperhatikan faktor-faktor lain yang mempengaruhi jumlah produksi seperti faktor biaya produksi, persediaan bahan baku, dan lama kerja mesin dengan menggunakan metode penarikan kesimpulan FIS sugeno atau metode lainnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

Faizal Noor, Henry. *Ekonomi Manajerial*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada, 2008.

- Fuad, M. dkk. *Pengantar Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2001.
- Kumorotomo, Wahyudi, dkk., *Sistem Informasi Manajemen dalam Organisasi-organisasi Publik*, h. 264-265.
- Kusumadewi, Sri dkk. *Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syarat Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- . *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi Kedua*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- M. Hanafi, Mamduh. *Manajemen*. Yogyakarta: UPP Akademi Manajemen Perusahaan YKPN, 1997.
- Monita, Dita. *Jurnal: Sistem Pendukung Keputusan Penerima Bantuan Langsung Tunai dengan menggunakan Metode analytical Hieracy Process* (Jurnal Vol. 3 No. 2 ISSN: 2301-9425, 2013). <http://pelitainformatika.com/berkas/jurnal/326.pdf>.
- Octaviani, Mulinda. *Jurnal: Tinjauan atas Metode Pencatatan dan Penilaian Persediaan Barang pada Direktorat Aerostructure PT. Dirgantara Indonesia(PERSERO)*. <http://repository.widyatama.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/2474/Maulinda%20Octaviani%20-%200309U018%20%20Jurnal.pdf?sequence=2>.
- Rofiq, Muhammad. *Jurnal: Perancangan Manajemen Bandwidth Internet Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno* (Jurnal Vol. 7 No. 1, 2013). http://lp3m.asia.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/Naskah-JurnalJITIKAVol7No1_STMIK_ASIA.pdf.
- Setiadji. *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.
- Susilo, Frans. *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya Edisi Kedua*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- Widiyono, dkk. *Pengantar Bisnis: Respon Terhadap Dinamika Global*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2011.