

SISTEM PAKAR FUZZY UNTUK MANAJEMEN DAUR HIDUP PRODUK (Fuzzy Expert System for Product Life Cycle Management)

GYSBER JAN TAMAELA

Jurusan Matematika FMIPA UNPATTI

Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon

E~Mail: gjtamaela@yahoo.com

ABSTRACT

Every product has its certain life cycle, whether, for example, it preserve in the market or have to be withdrawn from the market. Some criterias are important to determine those decisions. But they are not in numerical form but categorial one. Fuzzy logic is a tool to transform those categorial form to numerics using membership function. This research was trying to helps management as an expert system to make a decision based on computer software.

Keywords: Fuzzy expert system, Product life cycle management

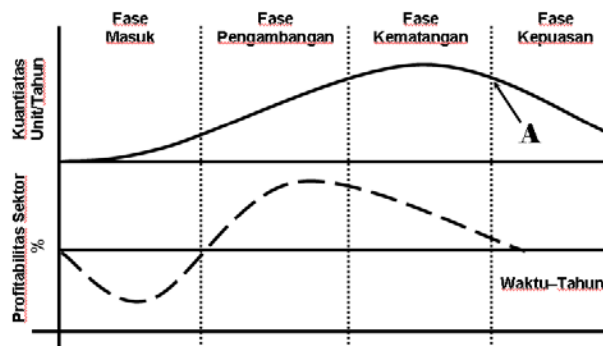
PENDAHULUAN

Dalam **Ensiklopedia Wikipedia**, **Daur Hidup Produk** (*Product Life Cycle*) adalah “Keberhasilan sebuah produk dalam memasuki fase-fasenya”. Sementara **Manajemen Daur Hidup Produk** (*Product Life Cycle Management*) adalah “Keberhasilan strategi yang diterapkan oleh pihak manajemen sehingga sebuah produk dapat melalui fase-fase daur hidupnya dengan baik”. Pendekatan daur hidup produk menggambarkan corak perubahan dari evolusi pasar. Daur hidup berarti periode dari saat sebuah produk diluncurkan sampai kepada saat penarikan produk tersebut dari pasar dan hal ini terbagi dalam beberapa fase. Meskipun daur hidup bervariasi menurut produk dan basis sektor, secara umum biasanya terdapat 4 fase dalam periode daur hidup.

Fase pertama adalah **Fase Masuk**. Fase Masuk (*Entrance*) adalah periode dimana sebuah produk diperkenalkan ke pasar dan usaha-usaha yang dilakukan agar diterima oleh pasar. Fase berikutnya adalah **Fase Pengembangan** (*Development*) dimana fase ini adalah fase terbaik pada saat produk tersebut mencapai tingkat keuntungan (profit) maksimum dan telah melalui priode cemerlang. Pada fase yang ketiga yaitu **Fase Kematangan** (*Maturity*), masalah mulai datang secara gradual dan tingkat penjualan turun dibandingkan pada saat awal. Walaupun demikian, perusahaan tetap berusaha untuk meningkatkan penjualan dengan melakukan beberapa aktifitas dalam pemasaran. Secara umum dapat dikatakan inovasi, performansi, dan kompetisi sangat tergantung dari tingkat kedewasaan pasar. Fase terakhir yaitu **Fase Kepuasan** (*Satisfaction*) adalah fase dimana perusahaan akan secara lambat laun menarik produk tersebut dari pasar.

Selama periode kematangan, beberapa perubahan signifikan dibuat seturut dengan perilaku produk pada pasar. Karena peningkatan keuntungan adalah tujuan utama dari perusahaan, maka manajemen daur hidup produk menjadi sangat penting. Dalam daur hidup produk konvensional, pengenalan sebuah produk ke pasar adalah seperti titik A yang tergambar dalam Gambar 1. Pada saat mencapai titik ini dalam periode kematangan, perusahaan harus memilih salah satu dari beberapa alternatif: produk baru, pasar baru, atau menarik produk dari pasar agar

tidak memasuki fase keempat, yang berarti kemunduran. Produk baru di sini dapat berupa produk yang baru secara fisik/fungsi atau produk baru dalam pandangan konsumen, bergantung pada struktur dari perusahaan. Titik yang dipilih seperti titik A dalam Gambar 1 dalam sistem yang ada menggambarkan keterlambatan untuk sebuah produk baru untuk memasuki pasar karena, titik ini adalah periode dimana perusahaan menahan pengeluaran biaya untuk usaha penjualan lainnya seperti promosi, diskon, dan lain-lain, untuk tetap menjaga agar penjualan tetap aktif.



Gambar 1. Periode daur hidup dari sebuah produk

Untuk memudahkan manajemen membuat keputusan seperti di atas maka diperlukan sebuah sistem pakar fuzzy yang mampu untuk menjawab permasalahan di atas.

METODE PENELITIAN

Dalam membangun sistem pakar fuzzy, langkah yang penting adalah fuzzyfikasi dan membangun blok aturan fuzzy. Langkah ini dapat ditangani dengan 2 cara yang berbeda. Cara yang pertama adalah melalui wawancara dengan para pakar dari masalah yang dimaksud (*knowledge-based reasoning*). Sementara cara yang kedua adalah dengan menggunakan metode pembelajaran mesin (*machine-learning*), jaringan syaraf tiruan, dan algoritma genetika untuk mempelajari fungsi keanggotaan dan aturan fuzzy (*case-based reasoning*). Kedua pendekatan

ini berbeda. Pendekatan pertama tidak membutuhkan sejarah dari masalah melainkan menurut pengalaman dari para pakar yang pernah bekerja dalam masalah ini selama bertahun-tahun. Pendekatan yang kedua berbasis hanya pada data-data yang pernah ada dan diproyeksikan ke depan dengan struktur yang sama. Dalam penyelesaian masalah ini kami mempergunakan pendekatan yang pertama.

Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pakar fuzzy adalah kelengkapan dari logika fuzzy itu sendiri seperti: fungsi keanggotaan, sistem inferensi, dan metode defuzzifikasi.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik data masukan ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai dengan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan pendekatan fungsi.

Deskripsi Umum Sistem

Perangkat lunak ini dapat dijalankan oleh *server* pada lingkungan sistem operasi Microsoft® Windows¹ 95/98/NT/2000/XP dan dilengkapi *web server* Microsoft® Personal Web Server (PWS)/Microsoft® Internet Information Server (IIS) atau Apache Web Server yang mendukung bahasa pemrograman PHP: Hypertext Preprocessor (PHP) dan Matlab serta dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP: Hypertext Preprocessor (PHP) dan Matlab.

Lingkup Operasi

Perangkat lunak pada sisi *server* yang dibutuhkan oleh Sistem Pakar Fuzzy untuk Manajemen Daur Hidup Produk (SI SARY MAU UDUK) adalah:

- Sistem operasi : Microsoft® Windows 95/98/NT/2000/XP
- Web server: Microsoft® Personal Web Server (PWS), Microsoft® Internet Information Server (IIS), Apache Web Server
- Scripting language: PHP: Hypertext Preprocessor (PHP)
- Engine: Matlab

Perangkat lunak pada sisi *client* yang dibutuhkan oleh SI SARY MAU UDUK adalah:

- Sistem operasi: Microsoft® Windows 95/98/NT/2000/XP, Linux®², UNIX®³, MacOS, BeOS
- Penjelajah situs (*web browser*) berbasis grafis atau teks: Microsoft® Internet Explorer, Netscape®⁴ Navigator, Opera, Mozilla, Konqueror, Nautilus, Lynx

Perangkat lunak ini dapat diakses oleh *client* pada lingkungan sistem operasi apapun yang mempunyai aplikasi penjelajah situs (*web browser*).

Gambar hubungan antar subsistem pada SI SARY MAU UDUK adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Hubungan antar subsistem pada SI SARY MAU UDUK

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem Pakar Fuzzy

Berdasarkan identifikasi permasalahan di atas, maka dapat ditentukan variabel-variabel yang akan dikategorikan dalam variabel input dan variabel output, dimana variabel input dan output secara keseluruhan merupakan variabel linguistik.

Variabel Input

Menurut Hasiloglu *et. al.*, variabel input dari masalah manajemen daur hidup produk dapat dibagi dalam 2 lapisan input. Variabel input pada lapisan yang pertama adalah: Kondisi Ekonomi, Keadaan Politik, Kompetisi, Usaha Pemasaran Lain, Peningkatan Penjualan Proporsional, Manufaktur, Renewal

Output dari lapisan input yang pertama adalah merupakan input dari lapisan yang kedua, dimana lapisan yang kedua berisi variabel input: Pasar Global, Manufaktur, Target Pasar, Variabel Output

Variabel output adalah nilai yang diharapkan dihasilkan dari sistem inferensi fuzzy. Sesuai dengan tujuan permasalahan diatas, maka variabel output adalah untuk menentukan performansi dari sebuah produk. Secara grafis, maka alur inferensi sistem fuzzy dari variabel input menuju variabel output dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Atribut Linguistik dan Fungsi Keanggotaan Variabel Input:

A. Kondisi Ekonomi

Atribut linguistik dari variabel Kondisi Ekonomi adalah: **Negatif**, **Tidak Efektif** dan **Positif**. Sementara untuk merepresentasikan variabel Kondisi Ekonomi, digunakan kurva berbentuk bahu (untuk himpunan fuzzy Negatif dan Positif), dan kurva berbentuk segitiga (untuk himpunan fuzzy Tidak Efektif) dengan fungsi keanggotaan:

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{KondEk_Negatif}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ (4.5 - x)/2.5; & 2 \leq x \leq 4.5 \\ 0; & x \geq 4.5 \end{cases}$$

¹ Microsoft® Windows adalah merk dagang terdaftar dari Microsoft Corp.

² Linux® adalah merk terdaftar dari Linus Torvalds

³ UNIX® adalah merk dagang terdaftar dari Novell

⁴ Netscape® adalah merk dagang terdaftar dari Netscape Communications Corporation

$$\mu_{KondEk_TdkEfektik}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3.5, x \geq 6.5 \\ (x-3.5)/1.5; & 3.5 \leq x \leq 5 \\ (5-x)/1.5; & 5 \leq x \leq 6.5 \end{cases}$$

$$\mu_{KondEk_Positif}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5.5 \\ (x-5.5)/2.5; & 5.5 \leq x \leq 8 \\ 1; & x \geq 8 \end{cases}$$

B. Keadaan Politik

Secara general variabel Keadaan Politik mempunyai penilaian yang sama dengan variabel Kondisi Ekonomi. Oleh sebab itu atribut linguistik dan kurva yang digunakan untuk merepresentasikan variabel Keadaan Politik juga sama dengan variabel Kondisi Ekonomi.

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu_{KeadnPol_Negatif}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ (4.5-x)/2.5; & 2 \leq x \leq 4.5 \\ 0; & x \geq 4.5 \end{cases}$$

$$\mu_{KeadnPol_TdkEfektik}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3.5, x \geq 6.5 \\ (x-3.5)/1.5; & 3.5 \leq x \leq 5 \\ (5-x)/1.5; & 5 \leq x \leq 6.5 \end{cases}$$

$$\mu_{KeadnPol_Positif}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5.5 \\ (x-5.5)/2.5; & 5.5 \leq x \leq 8 \\ 1; & x \geq 8 \end{cases}$$

C. Kompetensi

Atribut linguistik dari variabel Kompetensi: **Meningkat** dan **Menurun**. Sementara untuk merepresentasikan variabel Kompetensi, digunakan kurva linier dengan fungsi keanggotaan seperti terlihat bawah ini.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Komp_Menurun}[x] = (7-x)/7; x \leq 7$$

$$\mu_{Komp_Meningkat}[x] = (x-3)/7; x \geq 3$$

D. Usaha Pemasaran Lain

Atribut linguistik dari variabel Usaha Pemasaran Lain: **Meningkat** dan **Menurun**. Sementara untuk merepresentasikan variabel Usaha Pemasaran Lain, digunakan kurva linier naik untuk variabel Meningkatkan, dan kurva linier turun untuk variabel Menurun.

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu_{UPL_Menurun}[x] = (6-x)/6; x \leq 6$$

$$\mu_{UPL_Meningkat}[x] = (x-4)/6; x \geq 4$$

E. Peningkatan Penjualan

Atribut linguistik dari variabel Peningkatan Penjualan: **Meningkat** dan **Menurun**. Seperti variabel Kompetensi dan Usaha Pemasaran Lain, untuk merepresentasikan variabel Peningkatan Penjualan, digunakan representasi linier.

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu_{PPenj_Menurun}[x] = (6.5-x)/6.5; x \leq 6$$

$$\mu_{PPenj_Meningkat}[x] = (x-3.5)/6.5; x \geq 3.5$$

F. Manufaktur

Atribut linguistik dari variable Manufaktur: **Jelek**, **Bagus** dan **Sangat Bagus**. Representasi grafis dari variabel Manufaktur, adalah kurva trapesium.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Manufaktur_Jelek}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ (4-x)/2; & 2 \leq x \leq 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{Manufaktur_Bagus}[x] = \begin{cases} (x-3)/2.5; & 3.5 \leq x \leq 5.5 \\ 1; & 5.5 \leq x \leq 6.5 \\ (8-x)/1.5; & 6.5 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{Manufaktur_Sangat_Bagus}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 7.5 \\ (x-7.5)/1.5; & 7.5 \leq x \leq 9 \\ 1; & x \geq 9 \end{cases}$$

G. Renewal

Atribut linguistik dari variabel Renewal adalah: **OK** dan **Tidak OK**. Representasi variabel Renewal dalam kurva adalah seperti gambar di bawah ini.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Renewal_OK}[x] = \begin{cases} (x-3)/4.5; & 3 \leq x \leq 7.5 \\ 1; & x \geq 7.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Renewal_Tidak_OK}[x] = 1 - \mu_{Renewal_OK}[x] = \begin{cases} (7.5-x)/4.5; & 3 \leq x \leq 7.5 \\ 0; & x \geq 7.5 \end{cases}$$

Untuk lapisan input kedua yang terdiri dari Pasar Global, Manufaktur dan Renewal, atribut linguistik dan fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut:

H. Pasar Global

Atribut linguistik dari variabel Pasar Global: **Optimis** dan **Pesimis**. Representasi variabel Pasar Global dan fungsi keanggotaannya diperlihatkan pada gambar berikut.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{PGlobal_Pesimis}[x] = (6-x)/6; x \leq 6$$

$$\mu_{PGlobal_Optimis}[x] = (x-5)/5; x \geq 5$$

I. Manufaktur

Atribut linguistik dari variabel Manufaktur: **Jelek**, **Bagus** dan **Sangat Bagus**. Untuk merepresentasikan variabel Manufaktur, digunakan kurva berbentuk segitiga untuk variabel Bagus dan kurva trapesium untuk variabel Jelek dan Sangat Bagus.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Manufaktur_Jelek}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2.5 \\ (5-x)/2.5; & 2.5 \leq x \leq 5 \\ 0; & x \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Manufaktur_Bagus}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 4; x \geq 8 \\ (x-4)/2; & 4 \leq x \leq 6 \\ (8-x)/2; & 6 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{Manufaktur_Sangat_Bagus}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 7.5 \\ (x-7.5)/1.5; & 7.5 \leq x \leq 9 \\ 1; & x \geq 9 \end{cases}$$

J. Target Pasar

Atribut linguistik dari variabel Target Pasar: **Tunggu**, **Medium** dan **Impulsif**. Untuk merepresentasikan variabel Target Pasar, digunakan kurva berbentuk trapesium untuk variabel Tunggu dan Impulsif, sementara untuk variabel Medium dipakai kurva segitiga.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{TgtPasar_Tunggu}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1 \\ (4-x)/3; & 1 \leq x \leq 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{TgtPasar_Medium}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3; x \geq 7 \\ (x-3)/2; & 3 \leq x \leq 5 \\ (7-x)/2; & 5 \leq x \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{TgtPasar_Impulsif}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ (x-6)/3; & 6 \leq x \leq 9 \\ 1; & x \geq 9 \end{cases}$$

Atribut Linguistik dan Fungsi Keanggotaan Variabel Output

Variabel output didefinisikan sebagai **Performansi**, yang menandakan keberadaan dari produk di pasaran. Oleh sebab itu variabel linguistik dari Performansi adalah **Aktif**, **Pasif** dan **Jelek**. Representasi kurva dan fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut:

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Performansi_Jelek}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2.5 \\ (5-x)/2.5; & 2.5 \leq x \leq 5 \\ 0; & x \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Performansi_Pasif}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2.5; x \geq 7.5 \\ (x-2.5)/2.5; & 2.5 \leq x \leq 5 \\ (7.5-x)/2.5; & 5 \leq x \leq 7.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Performansi_Aktif}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5 \\ (x-5)/2.5; & 5 \leq x \leq 7.5 \\ 1; & x \geq 7.5 \end{cases}$$

Definisi Blok Aturan:

Blok Aturan Lapisan Input 1

Blok aturan (*IF-THEN rules block*) lapisan input pertama adalah aturan dengan input lapisan pertama dan outputnya adalah input pada lapisan kedua. Selengkapnya terdapat pada tabel-tabel di bawah ini:

Tabel 1. Blok aturan Pasar Global

JIKA		MAKA
Kondisi Ekonomi	& Keadaan Politik	Pasar Global
Negatif	Negatif	Pesimis
Negatif	Tidak Efektif	Pesimis
Negatif	Positif	Pesimis
Tidak Efektif	Negatif	Pesimis
Tidak Efektif	Tidak Efektif	Pesimis

Tidak Efektif	Positif	Optimis
Positif	Negatif	Pesimis
Positif	Tidak Efektif	Optimis
Positif	Positif	Optimis

Dalam blok aturan Target Pasar, Titik Manufaktur adalah perbandingan performansi dari produk dengan produk perusahaan saingan. Performansi dari produk bisa lebih rendah, sama, atau lebih tinggi dari produk perusahaan saingan. *Mp* pada tabel di atas adalah titik manufaktur dari perusahaan, sementara *cmp* adalah titik manufaktur dari perusahaan saingan.

Tabel 2. Blok aturan Manufaktur

JIKA		MAKA	
Kompetisi & Usaha Pmsrn.	& Pening. Penj.	Manufaktur	
Menurun	Menurun	Menurun	Jelek
Menurun	Menurun	Meningkat	Bagus
Menurun	Meningkat	Menurun	Bagus
Menurun	Meningkat	Meningkat	Sangat Bagus
Meningkat	Menurun	Menurun	Bagus
Meningkat	Menurun	Meningkat	Sangat Bagus
Meningkat	Meningkat	Menurun	Sangat Bagus
Meningkat	Meningkat	Meningkat	Sangat Bagus

Tabel 3. Blok aturan Target Pasar

JIKA		MAKA	
Titik Manufaktur	& Renewal	Target Pasar	
Mp<cmp	Tidak OK	Tunggu	
Mp<cmp	OK	Medium	
Mp=cmp	Tidak OK	Tunggu	
Mp=cmp	OK	Impulsif	
Mp>cmp	Tidak OK	Medium	
Mp>cmp	OK	Impulsif	

Blok Aturan Lapisan Input 2

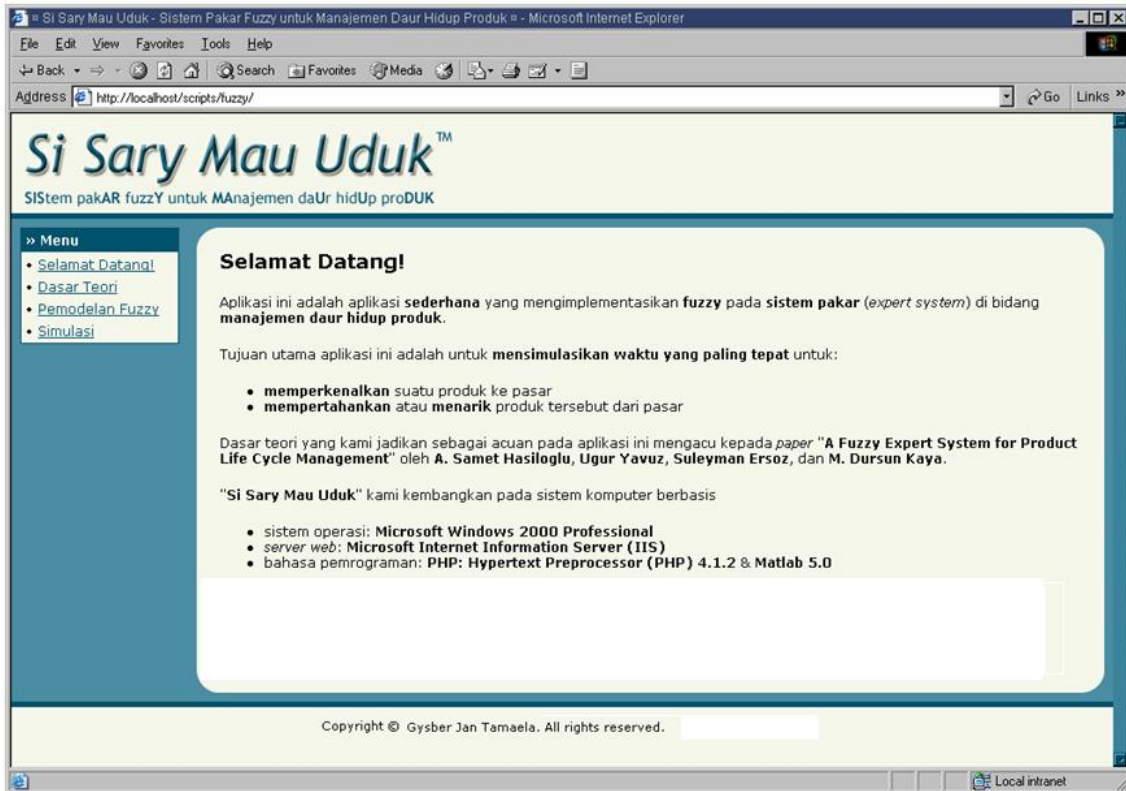
Dalam blok aturan lapisan kedua, yang bertindak sebagai input adalah output dari lapisan input pertama dan sebagai outputnya adalah variabel output performansi.

Tabel 4. Blok aturan Performansi Produk

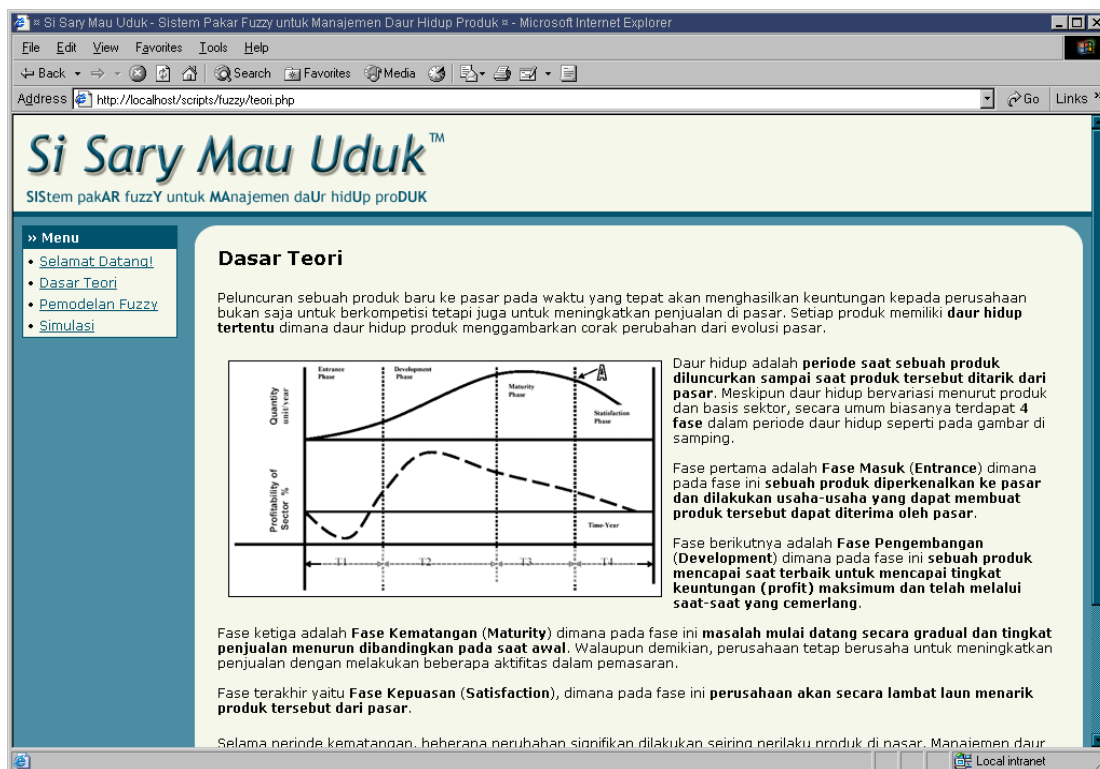
JIKA			MAKA
Pasar Global	& Manufaktur	& Target Pasar	Performansi
Pesimis	Jelek	Tunggu	Jelek
Pesimis	Jelek	Medium	Jelek
Pesimis	Jelek	Impulsif	Pasif
Pesimis	Bagus	Tunggu	Jelek
Pesimis	Bagus	Medium	Pasif
Pesimis	Bagus	Impulsif	Pasif
Pesimis	Sangat Bagus	Tunggu	Pasif
Pesimis	Sangat Bagus	Medium	Pasif
Pesimis	Sangat Bagus	Impulsif	Aktif
Optimis	Jelek	Tunggu	Pasif

Optimis	Jelek	Medium	Pasif
Optimis	Jelek	Impulsif	Aktif
Optimis	Bagus	Tunggu	Pasif
Optimis	Bagus	Medium	Aktif
Optimis	Bagus	Impulsif	Aktif
Optimis	Sangat Bagus	Tunggu	Aktif
Optimis	Sangat Bagus	Medium	Aktif
Optimis	Sangat Bagus	Impulsif	Aktif

Setelah melalui tahap *scripting*, maka tampilan dari perangkat lunak Si Sary Mau Uduk adalah sebagai berikut:



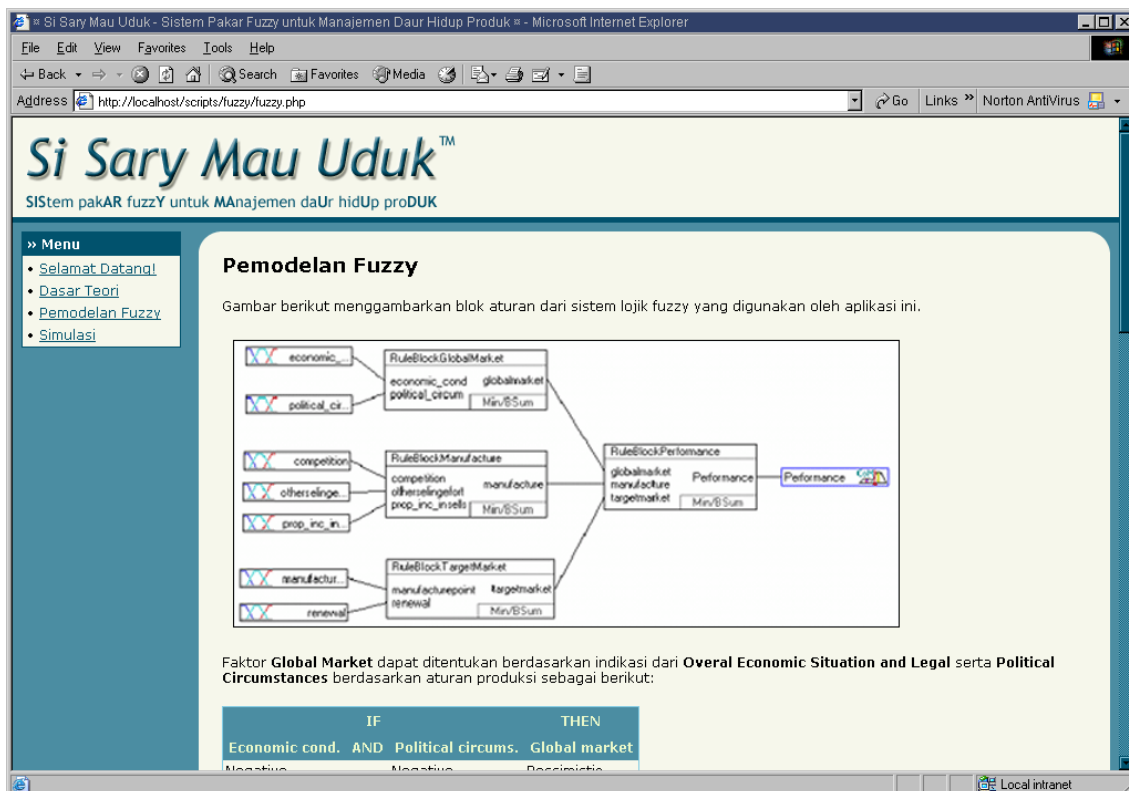
Gambar 3. Ringkasan perangkat lunak.



Gambar 4. Dasar teori daur hidup suatu produk

Pada Gambar 3 menampilkan ringkasan dari perangkat lunak ini. Ringkasan yang dimaksud mencakup tujuan utama, sumber dari dasar teori, spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak, dan pengembang perangkat lunak. Sementara Gambar 4 menampilkan informasi mengenai dasar teori

manajemen daur hidup produk yang diimplementasikan pada perangkat lunak ini. Informasi pemodelan fuzzy yang digunakan untuk manajemen daur hidup produk yang diimplementasikan pada perangkat lunak ini ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pemodelan fuzzy yang digunakan pada pemodelan daur hidup produk.

Gambar 6. Simulasi daur hidup produk berdasarkan sejumlah kriteria.

Gambar 6 menampilkan simulasi manajemen daur hidup produk berdasarkan data masukan yang terdapat pada dasar teori dan pemodelan fuzzy. Di sini nilai input yang dicoba adalah *Economic Condition* = 3, *Political Circumstances* = 3, *Competition* = 2, *Other Selling Efforts* = 1, *Proportional increase in sells* = 3, *Manufacture Point* = 4 dan *Renewal* = 5. Output lapisan pertama adalah: *Global Market* = 2,20196, *Manufacture* = 1,71913 dan *Target Market* = 4,71942. Hasil akhir dari perangkat lunak ini adalah *Performance of Product* dengan nilai 2.10363, yang atribut linguistiknya adalah "*preserve the present status*".

KESIMPULAN

Dengan adanya perangkat lunak SI SARY MAU UDUK ini dapat mempermudah manajemen untuk mengambil keputusan tentang masa daur hidup sebuah produk

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Hendradjaya. *Panduan Penulisan Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL)*. Jurusan Teknik Informatika ITB.
- Danny Goodman and Brendan Eich. *JavaScript Bible*. Hungry Minds, Inc. Maret 1998.
- [DAV99] Dave Raggett, Arnaud Le Hors, dan Ian Jacobs. *HTML 4.01 Specification*. W3C Recommendation. Desember 1999.
- Stig Sæther Bakken and Egon Schmid. *PHP Manual*. PHP Documentation Group. 2001.

- Netscape Communications Corporation. *Client-Side Javascript Reference*. Netscape Communications Corporation. November 1998.
- STAF IF. *GL01, Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak*. Jurusan Teknik Informatika ITB.
- Marimin, Dr., Ir., M.Sc., *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. IPB Press. 2002.
- Samet Hasiloglu, Ugur Yavus, Suleyman Ersoz, M. Dursun Kaya. *A Fuzzy Expert System for Product Life Cycle Management*. International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks – TAINN. 2003.
- Kusumadewi, Sri, S.Si., MT, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. 2003.
- Kusumadewi, Sri, S.Si., MT, *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy - Menggunakan Toolbox MATLAB*. Graha Ilmu. 2002.
- Komninos, Ioannis, B.Eng., M.Sc., *Product Life Cycle Management*, www.urenio.org
- Wikipedia-The Free Encyclopedia, www.wikipedia.com.