

SISTEM PAKAR UNTUK KAYU SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI (Expert System for Wood as Construction Materials)

Arif Nuryawan

Staf Pengajar PS. Teknologi Hasil Hutan Departemen Kehutanan Fak. Pertanian USU

Abstract

This research was concerned to apply software to make an expert system to determine construction wood quality more easily, more quickly, and cheaper. Expert system was made by determined the indicators of wood strength and wood durability from the parameters which derived from expert knowledge and literatures. Matlab version 6.5.1 with Fuzzy facility was used as the software. The experts who choice for the knowledge were lecturers from Forest Product Technology Department The University of North Sumatra who have Wood Engineering (Forest Product Technology) educational background. The results were inferential network to get wood strength properties and wood durability properties. The parameters of the strength properties were knots diameter, slope of grain, and specific gravity. The parameters of durability of wood properties were time of life used, insects attack organism (termite, beetle, or powder post beetles), and fungus attack. This research should follow up in determining of the expert criteria's more strictly and correction factor to improvement and evaluation this expert systems.

Key words: Wood construction, Expert system, Wood durability, Correction factor

A. PENDAHULUAN

Pembangunan di bidang konstruksi baik perumahan, perkantoran, ataupun sarana fisik lain di Indonesia memerlukan 9 juta m³ kayu tiap tahun, berasal dari sekitar 400 jenis dari 4000 spesies yang tumbuh di Indonesia. Kayu perdagangan di Indonesia memiliki aneka ragam jenis dan ukuran dengan variasi yang tinggi pada kualitas dan penampilan akibat sifat fisis, mekanis, dan cacat bawaan yang sangat beragam. Kekuatan kayu terkuat bisa mencapai 11-13 kali kekuatan kayu terlemah, sedangkan kekakuan kayu terkaku bisa mencapai 6-8 kali kayu terlentur, dan variasi ini bahkan juga dapat terjadi dalam jenis kayu yang sama (Surjokusumo, *et.al*, 2003).

Kayu bermutu konstruksi struktural dapat diperoleh dengan melakukan pemilahan (*stress grading*), yaitu tindakan pemilihan, pemberian mutu, dan nilai berdasarkan kekuatan dan kekakuan untuk setiap batang kayu sebagai ukuran potensi dalam memikul beban.

Saat ini telah ada berbagai standar dan metode pemilahan kayu, baik visual maupun masinal, destruktif maupun non-

destruktif. Standar yang ada di antaranya adalah Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) tahun 1961, Standar Kehutanan Indonesia (SKI C-bo-010) tahun 1987, ASTM (*American Society for Testing Materials*) D 245 tahun 2000, dan saat ini Indonesia sedang menyempurnakan SNI (Standar Nasional Indonesia) tahun 2002 tentang tata cara perencanaan konstruksi kayu Indonesia. Metode pengujian dapat dilakukan secara visual dan ada yang menggunakan alat bantu mesin (*machine stress rating/MSR*) seperti Mesin Pemilah Kayu Panter MPK 5 dan Sylvatest Duo (yang menggunakan gelombang ultrasonik).

Dari standar-standar maupun metode-metode pengujian di atas, dapat dilihat bahwa sifat-sifat yang harus diukur secara visual cukup sulit karena harus mengetahui jenis kayunya, cacat-cacat yang ada pada tiap bagian dan beberapa kriteria yang lain. Selain itu, pendugaan kekuatan antar orang dapat berbeda dan memerlukan waktu yang cukup lama, sedangkan jika menggunakan alat bantu mesin MSR harganya cukup mahal.

Dari permasalahan di atas, maka perlu dibuat suatu metode yang praktis untuk

menduga kualitas kayu (konstruksi) dari sifat-sifat yang sangat berpengaruh besar terhadap kekuatan maupun keawetan kayu. Sehingga kayu yang akan digunakan oleh pemakai dapat diketahui dengan cepat dan harga pendugaan mutu kayu (konstruksi) yang cukup murah.

Sistem pakar merupakan metode penentuan mutu kayu yang dirancang secara praktis. Marimin (2002) menjelaskan lebih lanjut bahwa sistem pakar merupakan salah satu pemecahan yang potensial dalam mengatasi berbagai masalah yang telah dikemukakan sebelumnya. Dalam hal ini, sistem pakar dapat dirancang untuk merekam dan menggunakan ilmu pengetahuan, pengalaman dan keahlian dari berbagai tenaga ahli.

Penelitian ini bertujuan dapat menghasilkan metode praktis (sistem pakar) dalam penentuan mutu kayu konstruksi secara cepat, mudah, dan murah melalui *software* sistem pakar yang dapat menduga mutu kayu konstruksi melalui indikator kekuatan kayu dan keawetan kayu dengan parameter yang digali dari pengetahuan "pakar" (*expert*) yang ditunjuk dan dicocokkan dengan pustaka.

B. METODE PENELITIAN

Penentuan mutu kayu yang dirancang di sini adalah mutu kayu konstruksi hasil gergajian sebelum mendapat perlakuan apapun. Sifat-sifat yang digunakan untuk penentuan mutu kayu adalah yang terkait

sangat erat dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan dan keawetan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

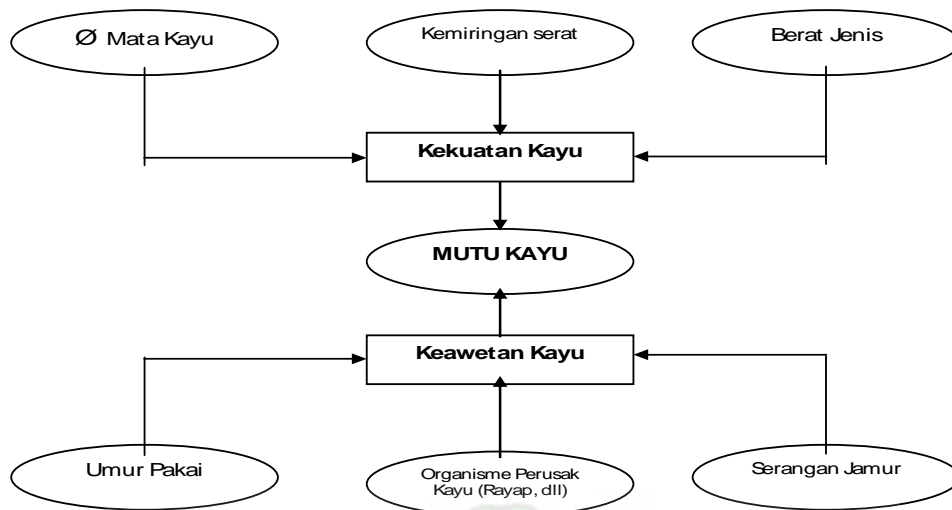
Penelitian dilaksanakan di Medan, pada bulan Juni – Agustus 2005, mengambil lokasi di kampus Program Studi Teknologi Hasil Hutan Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian USU untuk pembentukan pakar (akuisisi pengetahuan pakar) dan dari beberapa panglong yang menjual kayu untuk konstruksi pada umumnya untuk verifikasi representasi pengetahuan dan pengujian.

Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan cara mengambil data sekunder dari pustaka/literatur dan wawancara dengan pakar. Pakar yang dipilih untuk di-akuisisi pengetahuannya adalah pakar (staf pengajar/dosen) dari Program Studi Teknologi Hasil Hutan yang berlatar belakang pendidikan Teknologi Kayu (Teknologi Hasil Hutan), Jurusan/Departemen Kehutanan, USU.

Kerangka Pemikiran

Mutu kayu dipengaruhi faktor kekuatan (kemiringan serat, diameter mata kayu, dan berat jenis), dan keawetan (waktu masa pakai), ketahanan terhadap serangan organisme perusak kayu yang terdiri atas rayap, kumbang, dan bubuk kayu, serta ketahanan terhadap serangan jamur perusak kayu sehingga dapat diilustrasikan seperti Gambar 1 sebagai berikut:

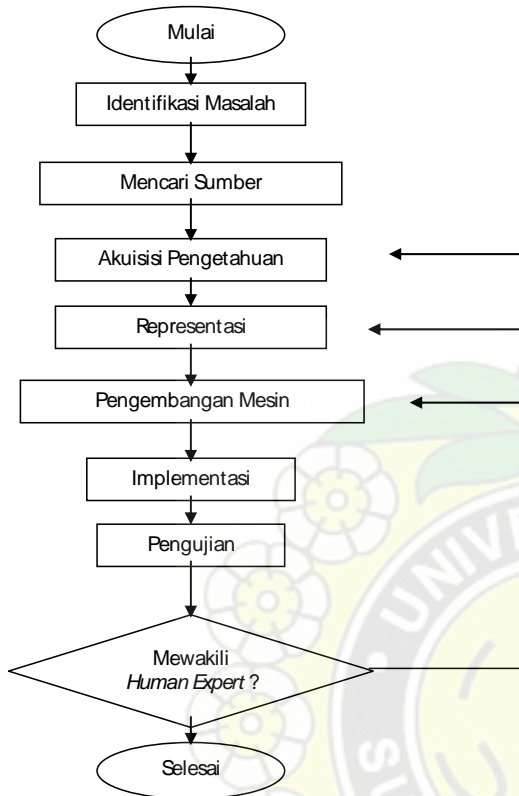


Gambar 1. Kerangka Pemikiran dalam Penentuan Mutu Kayu Bangunan



Pemodelan Sistem

Metodologi yang digunakan terdiri atas tahapan sebagai berikut, disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahap Pembentukan Sistem Pakar

Tahap Identifikasi dan Mencari Sumber Pengetahuan

Tahap identifikasi meliputi pemilihan masalah, identifikasi tujuan, dan sumber pengetahuan. Masalah yang dipilih harus sesuai kriteria masalah sistem pakar, yaitu batasan masalah yang jelas (Leibowitz, 1988). Masalah yang dihadapi dalam menentukan mutu kayu adalah adanya variasi yang cukup banyak tentang mutu kayu hasil gergajian untuk bahan bangunan (konstruksi) dan mahalnya alat pengujian kekuatan kayu. Karena itu diperlukan suatu rekomendasi yang dihasilkan dari sistem pakar yang dibentuk dari akuisisi pengetahuan pakar dan pustaka yang mendukung.

Tahap Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah proses transfer keahlian dalam memecahkan masalah dari suatu sumber pengetahuan tertentu ke dalam suatu program. Fasilitas ini digunakan sebagai alat untuk mendapatkan pengetahuan, fakta-fakta, dan aturan yang diperlukan suatu sistem pakar. Pengetahuan tersebut diperoleh dari para ahli/praktisi dan didukung data sekunder dari pustaka.

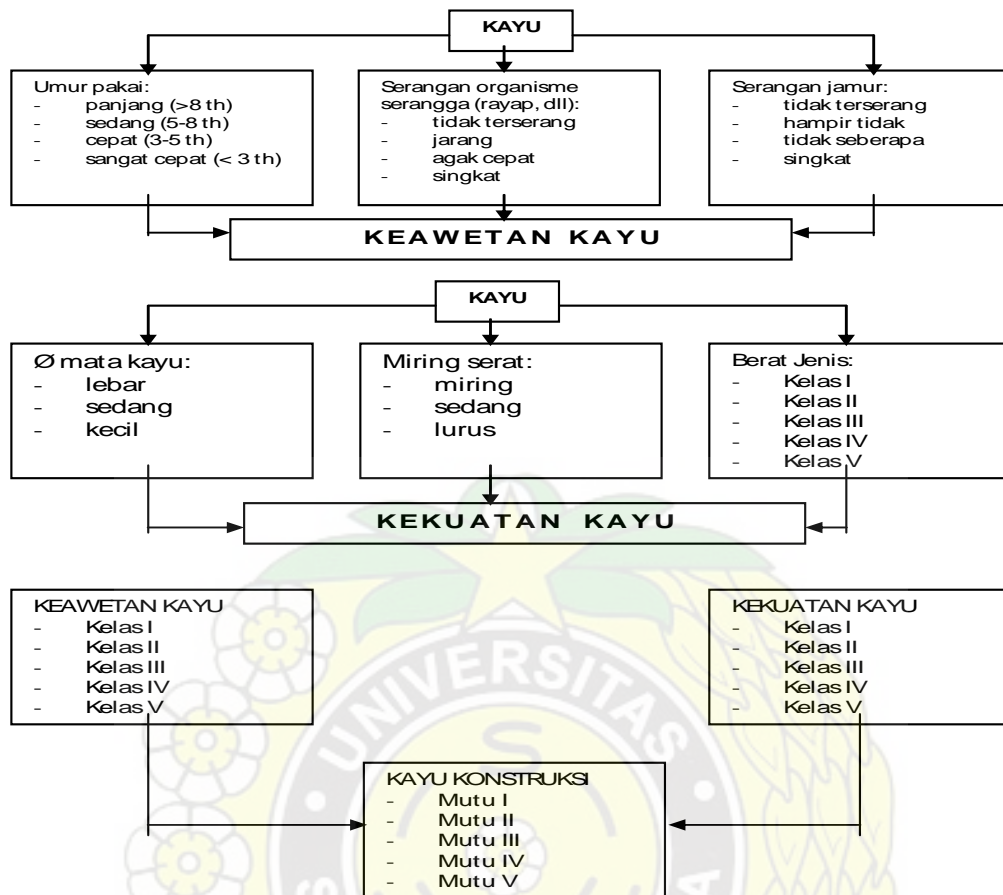
Pengetahuan yang telah diakuisisi selanjutnya dibuat dalam bentuk jaringan inferensi atau pohon keputusan yang memuat faktor-faktor untuk pembuatan kaidah. Pohon keputusan memuat simpul dan cabang pohon yang dapat ditelusuri berdasarkan kondisi faktor pada simpul akhir sebagai keputusan (Hart, 1986). Bentuk jaringannya disajikan pada Gambar 3, terdiri atas jaringan inferensi utama untuk menghasilkan rekomendasi akhir tersusun dari dua jaringan inferensi yang lebih kecil dan berhubungan. Jaringan inferensi pertama dibentuk untuk menghasilkan suatu sifat keawetan kayu (kelas keawetan 1-5). Jaringan inferensi pertama dibentuk dari tiga *input*, yaitu:

1. Tingkat umur penggunaan, dengan 4 tingkatan, yaitu: panjang (>8 th), sedang (5-8 th), cepat (3-5 th), dan sangat cepat (0-3 th).
2. Serangan serangga perusak kayu (rayap, kumbang, dan bubuk kayu) dengan 4 tingkatan, yaitu: tidak terserang (0-5%), jarang (5-20%), agak cepat (20-60%), dan singkat (60-80%).
3. Serangan jamur, dengan 4 tingkatan, yaitu: tidak ada serangan (0-5%), hampir tidak ada (5-20%), tidak seberapa (20-40%), dan singkat (40-70%).

Jaringan inferensi kedua dibentuk dengan menghasilkan sifat kekuatan kayu kelas kuat 1-5, jaringan inferensi kedua dibentuk dari tiga *input* juga, yaitu:

1. Diameter mata kayu dengan 3 tingkatan, lebar (>5 cm), sedang (3-5 cm), kecil (0-3 cm)
2. Miring serat dengan 3 tingkatan, yaitu miring ($9-45^{\circ}$), sedang ($5-9^{\circ}$), lurus ($0-5^{\circ}$)
3. Berat jenis dengan 5 tingkatan, yaitu kelas 1 ($>0,9$), kelas 2 ($0,6-0,9$), kelas 3 ($0,4-0,6$), kelas 4 ($0,3-0,4$), dan kelas 5 ($<0,3$).





Gambar 3. Jaringan Sistem Pakar Penentuan Mutu Kayu Konstruksi Bangunan

Tahap Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan adalah penyajian pengetahuan ahli atau praktisi dalam bahasa logika yang sederhana. Penyajian pengetahuan dilakukan sesuai dengan basis pengetahuan dalam sistem ahli yaitu basis pengetahuan deklaratif dan basis pengetahuan prosedural. Pengetahuan deklaratif dipresentasikan dengan menggunakan kalkulus predikat, metode kerangka, atau jaringan semantik (Liebowitz, 1988). Representasi pengetahuan prosedural disajikan dalam bentuk kaidah produksi yang digunakan adalah *if* (premis), *then* (konklusi); atau (situasi-aksi). Premis-premis ini dapat dihubungkan dalam bentuk *and*.

Aturan *If-Then* dapat terdiri atas beberapa kondisi dan akibat yang dapat dipecah menjadi ekspresi-ekspresi yang terdiri beberapa kondisi dan akibat menjadi bentuk *If F1 is A1 and F2 is A2 Then Z is K*. Sistem inferensi Fuzzy-Takegi-Sugeno dan Mamdani mengikuti alur proses berikut:

1. *Fuzzyfikasi masukan*. Data masukan diterima dan sistem menentukan keanggotaannya.
2. *Menjalankan operator fuzzy*. Data masukan telah mengalami masukan *fuzzyfikasi*, fungsi keanggotaan setiap anteseden sudah diketahui untuk suatu aturan lebih dari satu, maka operator *fuzzy* digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan hasil inferensi aturan tersebut.
3. *Proses implikasi*. Nilai bobot diperlukan dengan selang 0-1, selanjutnya meng-

hasilkan gugus yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan. Masukan proses implikasi adalah nilai yang dihasilkan anteseden dan keluarannya gugus *fuzzy*. Implikasi dijalankan untuk setiap aturan.

4. *Proses agregasi*. Adalah proses penggabungan keluaran setiap aturan menjadi nilai *fuzzy*. Masukan proses agregasi adalah keluaran proses implikasi untuk setiap aturan. Agregasi menghasilkan keluaran berupa gugus *fuzzy* tunggal untuk setiap variabel masukan.
5. *Defuzzyfikasi*. Masukan proses *defuzzyfikasi* adalah gugus *fuzzy* yang merupakan keluaran proses agregasi dan keluarannya berupa nilai tunggal (Takagi Sugeno) dan selang (Mamdani). Metode *defuzzyfikasi* yang digunakan adalah *weighted average* dan *centroid*.

Pengembangan Mesin Inferensi

Mekanisme inferensi adalah fasilitas untuk memanipulasi dan mengarahkan pengetahuan yang terdapat dalam basis pengetahuan sehingga diperoleh suatu kesimpulan. Strategi yang digunakan dalam mekanisme inferensi terdiri atas tiga macam yaitu strategi penalaran, strategi pengendalian, dan strategi pelacakan. Metode inferensi yang digunakan *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani dan Takagi-Sugeno untuk data masukan *fuzzy*.

Tahap Implementasi dan Pengujian

Sistem pakar penentuan mutu kayu bangunan dibuat dengan Matlab versi 6.5.1 menggunakan fasilitas *Fuzzy* yang tersedia. Tahap implementasi dilakukan dengan uji coba program kepada pakar. Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap berbagai kriteria yang berkaitan dengan aplikasi seperti kelengkapan, ketepatan, dan konsistensi pengetahuan, kemudahan mengakses, kemudahan melakukan komunikasi, struktur program, dan pemakaian memori.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari pustaka dan informasi pakar diolah lebih lanjut menjadi masukan masing-masing sifat yang mempengaruhi mutu kayu konstruksi. Penentuan mutu ini melewati dua tingkat inferensi. Inferensi pertama untuk menentukan sifat kekuatan dan sifat keawetan kayu, jaringan inferensi kedua menentukan mutu kayu dari sifat kekuatan dan keawetan kayu tersebut.

Langkah selanjutnya adalah representasi pengetahuan, merupakan penyajian pengetahuan pakar dalam bahasa logika sederhana. Penyajian pengetahuan dilakukan sesuai basis pengetahuan sistem ahli yaitu basis pengetahuan deklaratif dan prosedural. Representasi pengetahuan prosedural disajikan dalam bentuk kaidah produksi yang digunakan adalah *if* (premis), *then* (konklusi); atau (situasi-aksi). Premis-premis ini dapat dihubungkan dalam bentuk *and* atau *or*.

Perangkat Lunak

Metode inferensi yang digunakan adalah metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani dan Takagi-Sugeno untuk data masukan *fuzzy*. Sistem pakar penentuan mutu kayu konstruksi bangunan dibuat dengan matlab versi 6.5.1 menggunakan fasilitas *Fuzzy* yang tersedia.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan Sistem Pakar

Program studi teknologi hasil hutan merupakan program studi yang relatif baru di lingkungan Universitas Sumatera Utara karena baru berdiri pada tahun 2001. Berkaitan dengan pembuatan sistem pakar penentuan mutu kayu konstruksi ini, telah dipilih 2 (dua) orang yang bisa dianggap pakar. Kriteria yang diambil berdasarkan Marimin (2002) bahwa pakar berpendidikan formal dan berpengalaman pada bidang yang dikaji. Dalam hal ini pakar yang dipilih adalah 2 (dua) orang staf pengajar/dosen program studi teknologi hasil hutan, berpendidikan formal S1 teknologi kayu (teknologi hasil hutan), dan saat ini sedang menempuh

pendidikan S2 (master) dalam bidang ilmu pengetahuan kehutanan dengan minat teknologi kayu (teknologi hasil hutan).

Kedua pakar ini diakuisisi pengetahuannya mengenai mutu kayu konstruksi. Berdasarkan wawancara, pertimbangan literatur, pengalaman mengajar, pengalaman meneliti, dan studi baik saat menempuh pendidikan S1 maupun saat ini pada perkuliahan jenjang S2, pengetahuan yang diperoleh mengenai penentu mutu kayu konstruksi disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:



Tabel 1. Hasil Akuisisi Pengetahuan Pakar Mengenai Mutu Kayu Konstruksi

| Faktor Penentu Mutu Kayu | Parameter/ Kriteria | | |
|--------------------------|---|--|---|
| Keawetan Kayu | Umur penggunaan, dengan 4 tingkatan, *panjang (>8 th), *sedang (5-8 th), *cepat (3-5 th), *sangat cepat (0-3 th). | Serangan serangga perusak kayu (rayap, kumbang, & bubuk kayu), 4 tingkatan, *tidak terserang (0-5%), *jarang (5-20%), *agak cepat (20-60%), *singkat (60-80%). | Serangan jamur, dengan 4 tingkatan, *tidak ada serangan (0-5%), *hampir tidak ada (5-20%), *tidak seberapa (20-40%), *singkat (40-70%). |
| Kekuatan Kayu | Diameter mata kayu, dengan 3 tingkatan, *lebar (>5 cm), *sedang (3-5 cm), *kecil (0-3 cm) | Miring serat dengan 3 tingkatan, *miring ($9-45^{\circ}$), *sedang ($5-9^{\circ}$), *lurus ($0-5^{\circ}$) | Berat jenis , 5 tingkatan, *kelas 1 (>0.9), *kelas 2(0.6-0.9), *kelas 3 (0.4-0.6), *kelas 4 (0.3-0.4), *kelas 5 (<0.3) |

Perangkat Lunak dan Rancangan Basis Pengetahuan Sistem Pakar

Metode inferensi yang digunakan adalah metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani dan Takagi-Sugeno untuk data masukan *fuzzy*. Sistem pakar penentuan mutu kayu konstruksi bangunan dibuat dengan matlab versi 6.5.1 menggunakan fasilitas *Fuzzy* yang tersedia. Etter, *et al.* (2003) menambahkan bahwa matlab merupakan alat perhitungan matematis yang sangat kuat, alat ini bukan hanya mampu membuat perintah matematis yang sangat kuat tetapi juga menyediakan kemampuan luas untuk membuat gambar. Kombinasi dari daya perhitungan dan daya visualisasi ini membuat matlab menjadi alat berguna bagi para insinyur. Oleh karena itu dalam penentuan mutu kayu konstruksi ini matlab sangat cocok digunakan.

Sistem pakar yang dibuat berdasarkan masukan dari tiga masukan untuk masing-masing subsistem fungsi keanggotaan sehingga membentuk pembangkit untuk menghasilkan keluaran. Gambar 4 menampilkan layar operasi matlab versi 6.5.1 yang digunakan sebagai *software* dalam

penentuan mutu kayu konstruksi dengan sistem pakar. Pada Gambar 5 dan 6 disajikan sistem inferensi *fuzzy* penentuan keawetan dan kekuatan kayu.

Tiga masukan pada sub sistem penentuan keawetan membentuk 64 *rules* (suatu set aturan yang disederhanakan) pembangkit untuk menghasilkan keluaran. Sub sistem penentuan keawetan membentuk 45 *rules*. Gambar 7 menampilkan layar *rules* penentuan kelas keawetan. Pada Gambar 8 disajikan layar *rules* yang telah berisi hasil keluaran *output* sub kelas keawetan.

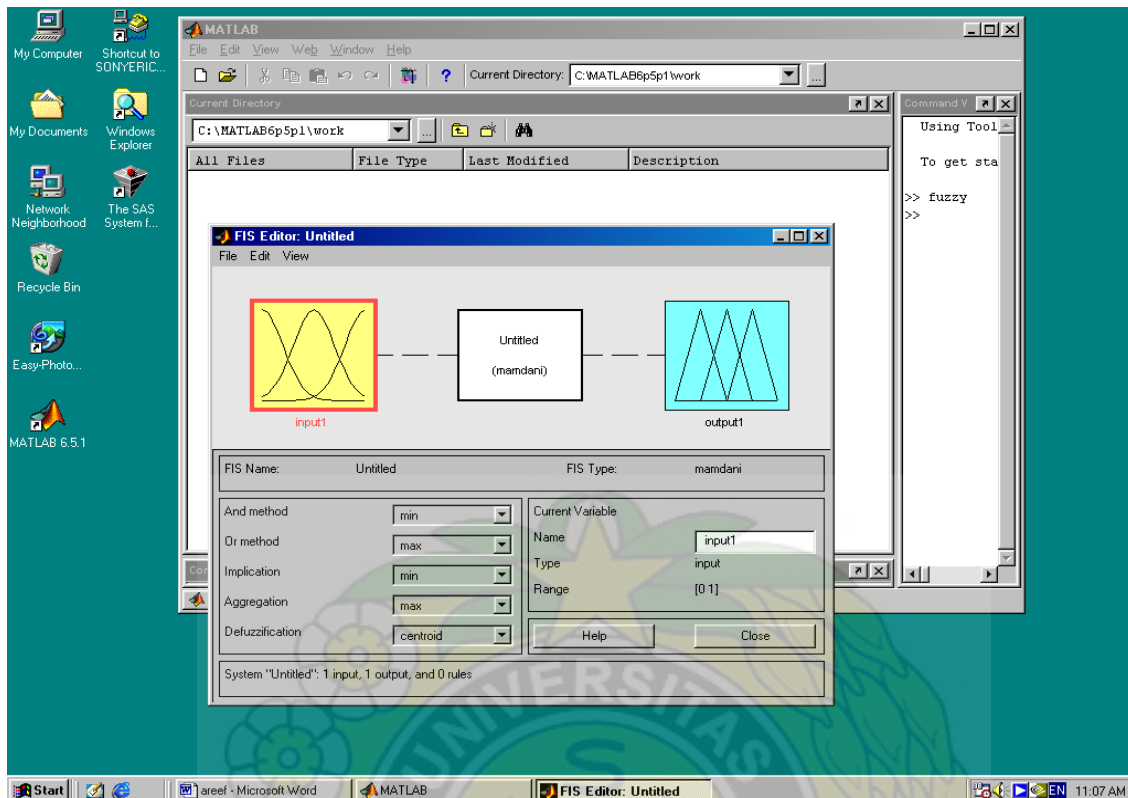
Rancang Bangun *Input* dan *Output*

Berikut disajikan rancang bangun *input* dan *output*. Rancang bangun *input* dibutuhkan untuk konsultasi dan penentuan penilaian terhadap kriteria-kriteria yang berpengaruh terhadap mutu kayu konstruksi. *User/* pengguna memasukkan penilaian *fuzzy* terhadap kriteria *input*. Rancangan *output* yang dikembangkan digunakan untuk memberikan kesimpulan akhir penentuan mutu kayu konstruksi yang akan diuji melalui tingkat keawetan dan kekuatannya dengan parameter yang telah disebutkan.

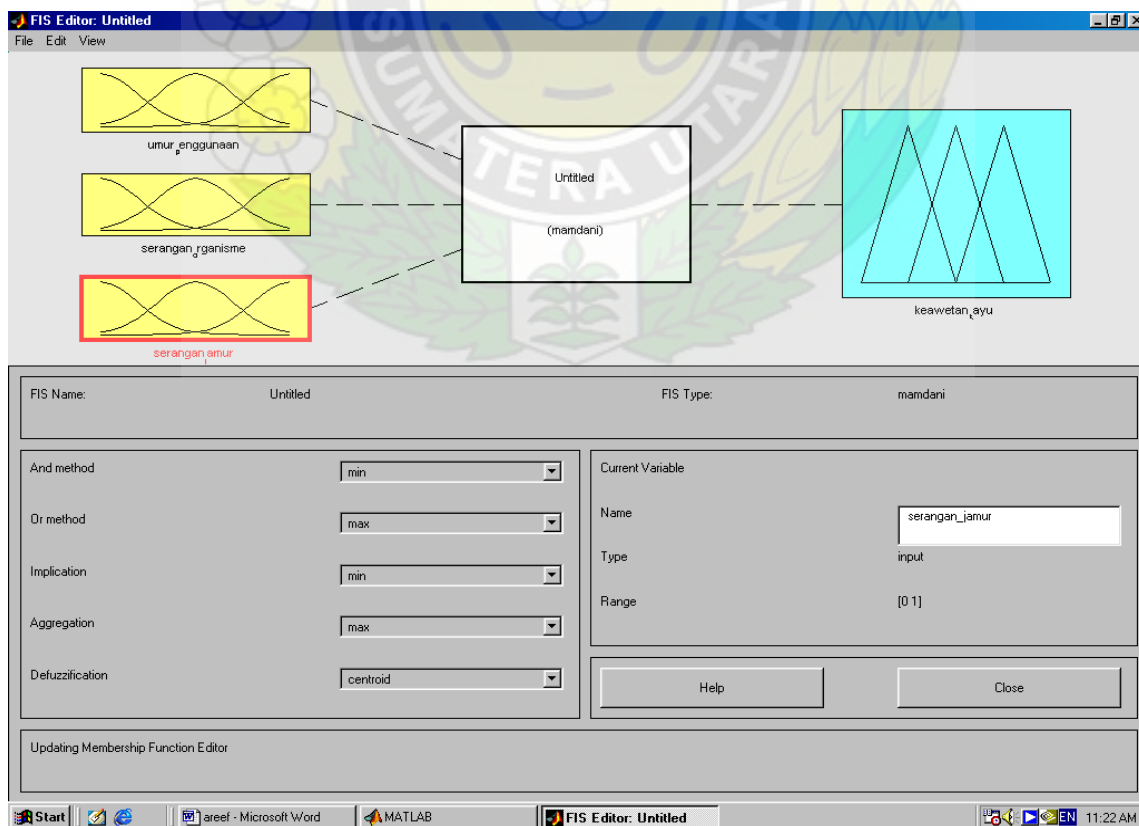
Pada Gambar 9, 10, 11 disajikan sistem pakar yang dibuat berdasarkan masukan dari tiga masukan untuk masing-masing subsistem fungsi keanggotaan TFN (*Triangular Fuzzy Number*) untuk sub sistem keawetan kayu, yaitu umur penggunaan, serangan serangga perusak kayu, dan serangan jamur.

Demikian juga untuk sub sistem kekuatan kayu dibuat seperti halnya pembentukan sub sistem keawetan kayu. Hasil dari kedua pembentukan sub sistem ini akan menjadi inferensi kedua dalam penentuan mutu kayu konstruksi.

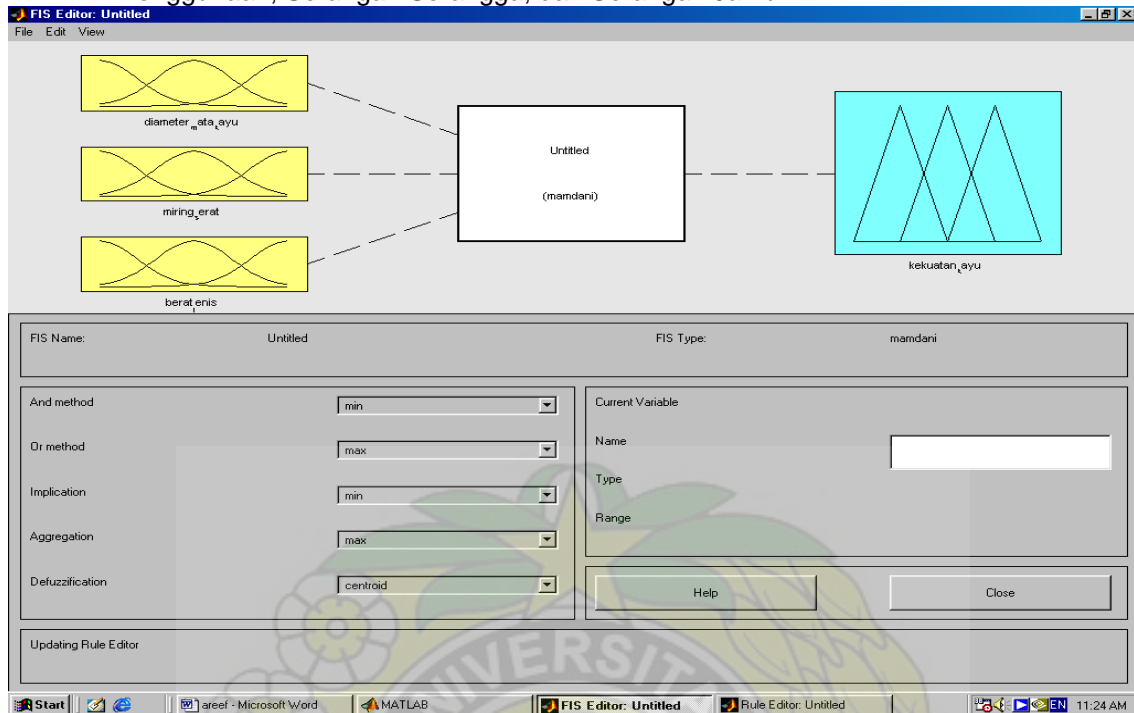




Gambar 4. Tampilan Program Matlab Versi 6.5.1 yang Digunakan untuk Penentuan Mutu Kayu Konstruksi dengan Sistem Pakar

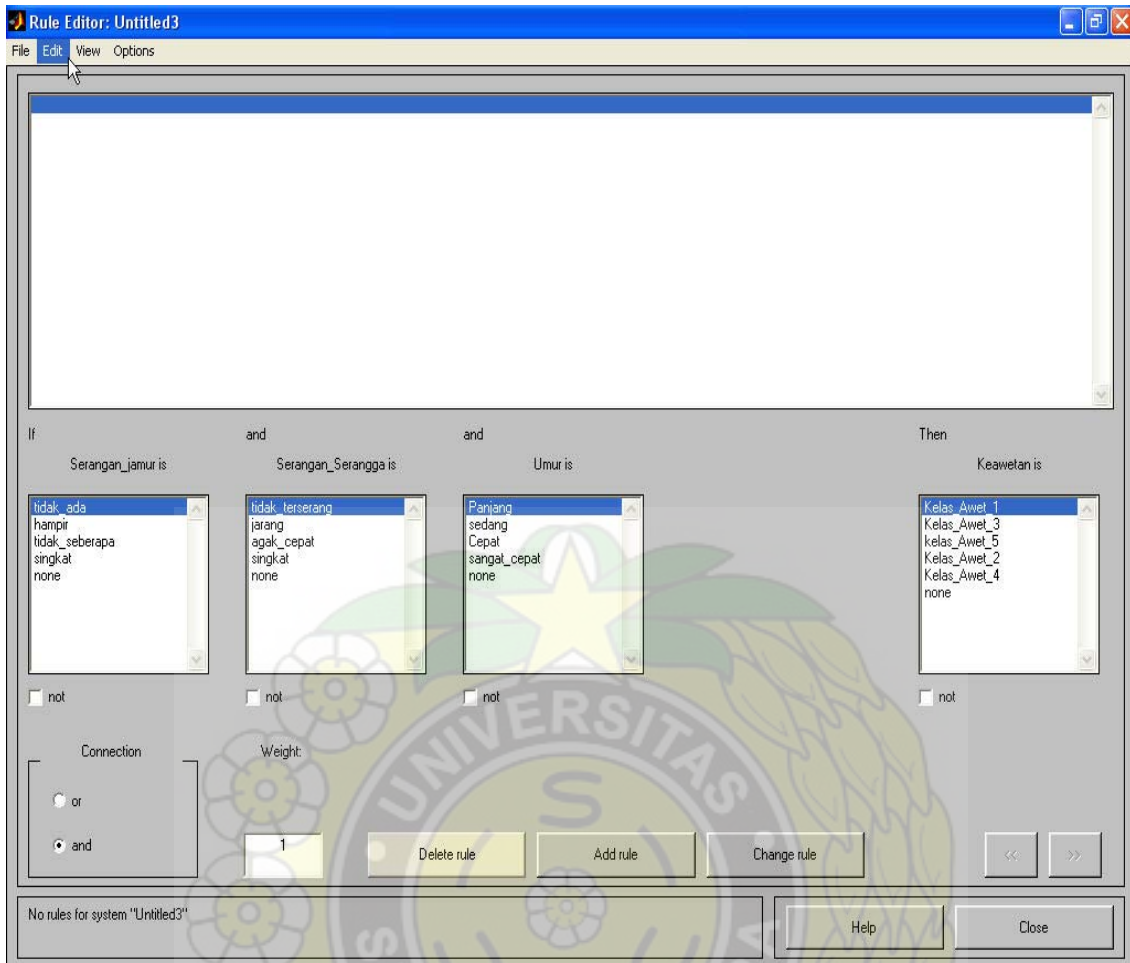


Gambar 5. Sistem Inferensi *Fuzzy* Penentuan Keawetan Kayu sebagai *Output*, dengan *Input* Umur Penggunaan, Serangan Serangga, dan Serangan Jamur

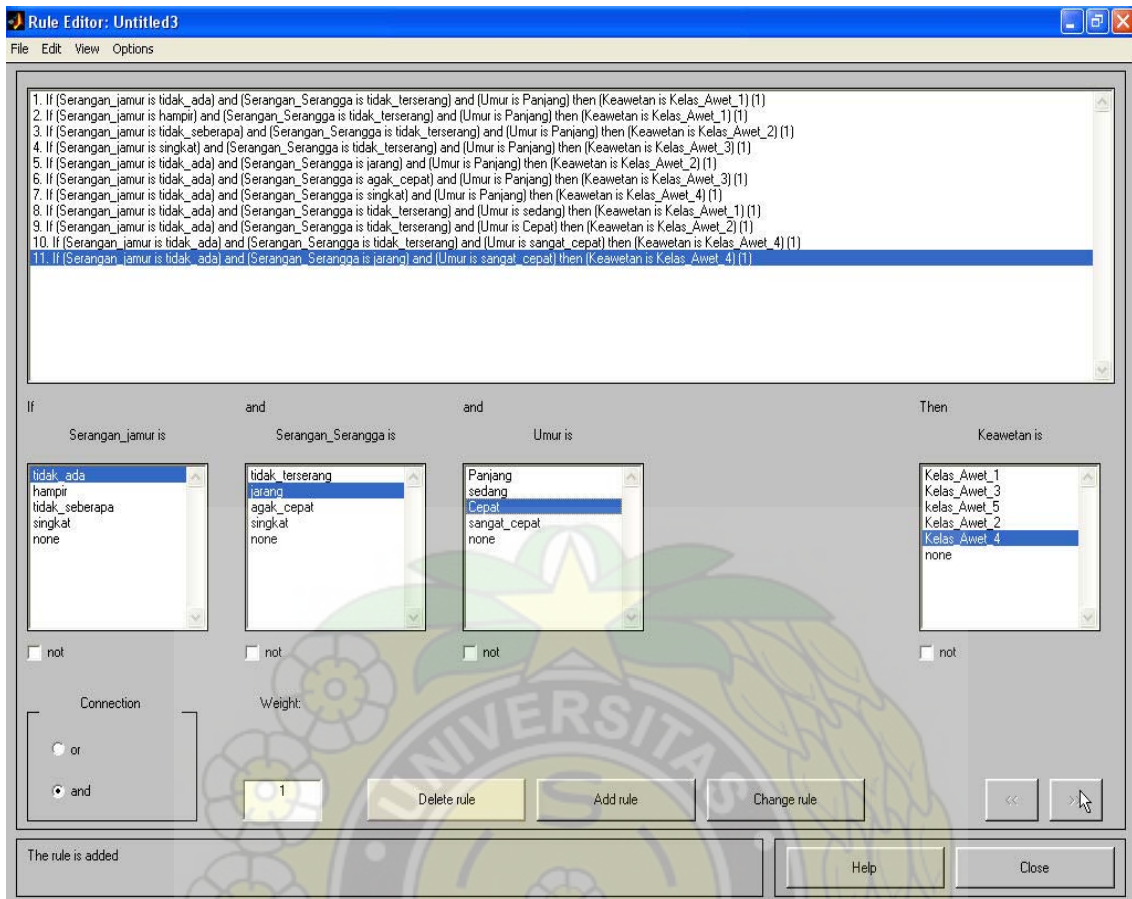


Gambar 6. Sistem Inferensi *Fuzzy* Penentuan Kekuatan Kayu sebagai *Output*, dengan *Input* Diameter Mata Kayu, Miring Serat, dan Berat Jenis

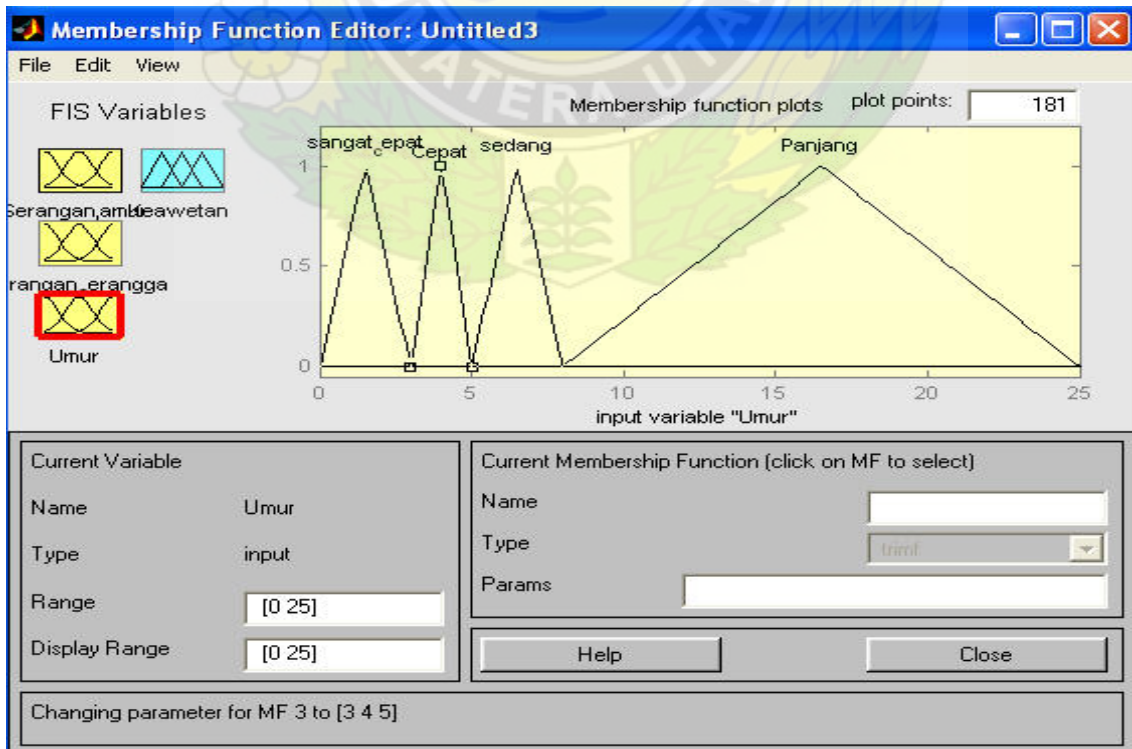




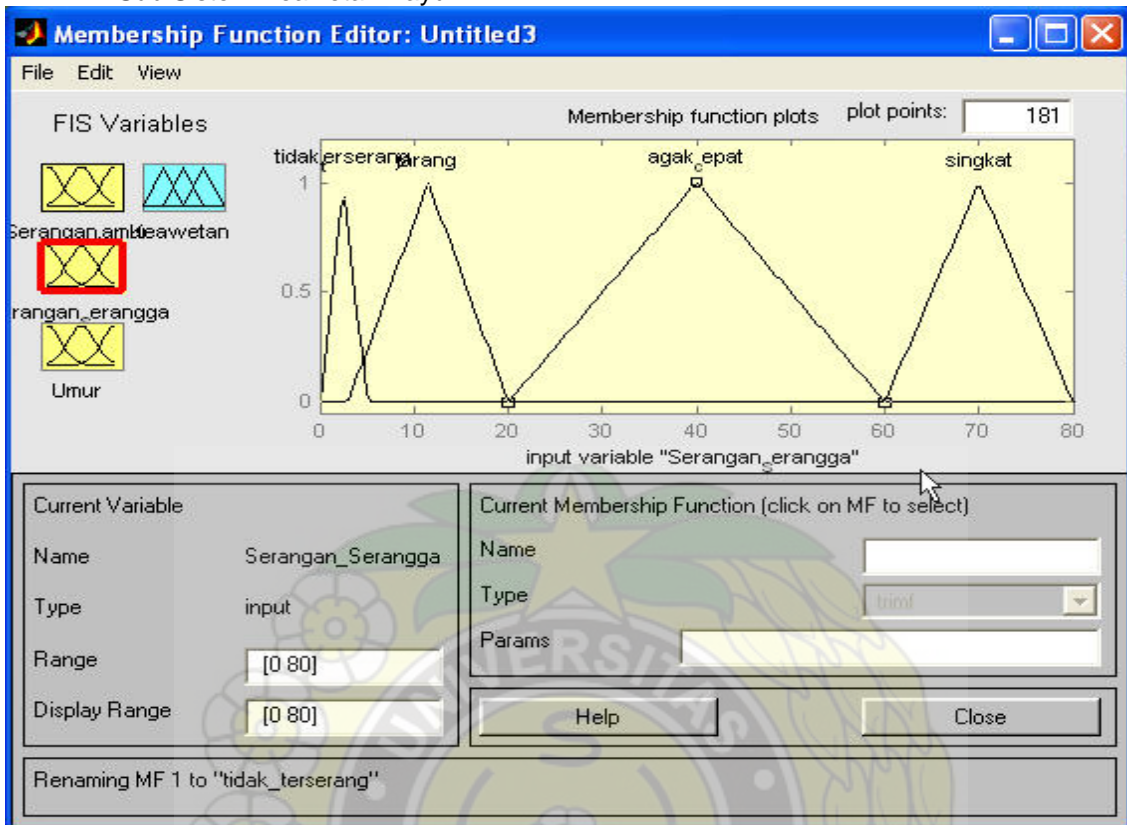
Gambar 7. Tampilan Layar *Rules* untuk Menentukan Kelas Keawetan



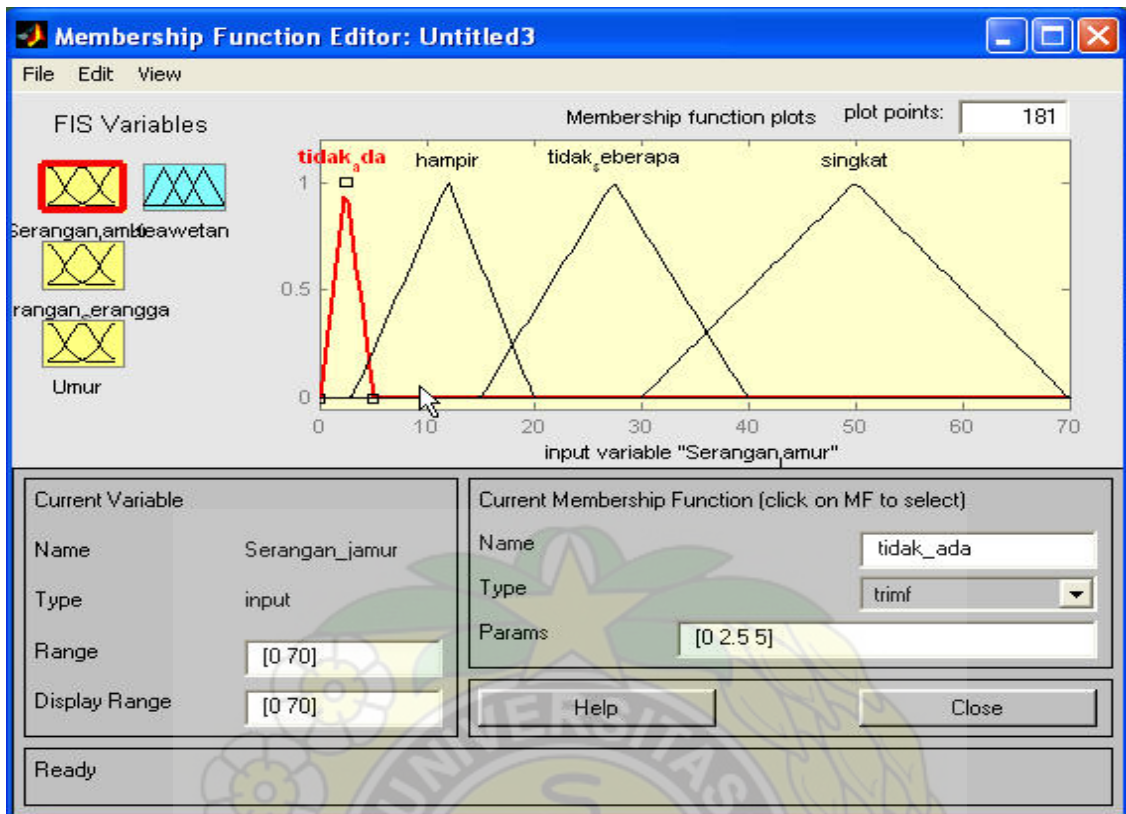
Gambar 8. Tampilan Layar Rules yang Telah Berisi Hasil Keluaran Output untuk Menentukan Kelas Keawetan.



Gambar 9. Fungsi Keanggotaan TFN (*Triangular Fuzzy Number*) Umur Penggunaan untuk Sub Sistem Keawetan Kayu



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan TFN (*Triangular Fuzzy Number*) Serangan Serangga untuk Sub Sistem Keawetan Kayu



Gambar 11. Fungsi Keanggotaan TFN (*Triangular Fuzzy Number*) Serangan Jamur untuk Sub Sistem Keawetan Kayu

Verifikasi Sistem

Verifikasi sistem penentuan mutu kayu konstruksi ini dicobakan dan dievaluasi dengan mencoba beberapa sampel kayu gergajian yang berasal dari beberapa panglong dan dicocokkan dengan literatur yang ada

Pembahasan

Struktur basis pengetahuan untuk penentuan kelas awet seperti yang ditunjukkan Gambar 6, 8, 9, 10, 11, dan 12 disusun dalam sistem inferensi *fuzzy* yang memiliki pola sebagai berikut:

If umur penggunaan is.....AND serangan organisme is.....AND serangan jamur is.....Then keawetan is.....

Demikian juga untuk penentuan kelas kuat, walaupun tidak ditampilkan bentuk tampilannya, akan memiliki susunan sistem inferensi *fuzzy* yang mirip, dengan diubah hanya parameter/indikator penentu kelas kuat, yaitu:

If diameter mata kayu is.....And miring serat is.....And berat jenis is.....Then kekuatan is.....

Hasil dari penentuan “**Then keawetan is.....**” dan “**Then kekuatan is.....**” akan menjadi inferensi kedua sebagai penentu MUTU KAYU KONSTRUKSI yang akan kita cari. *Output* dari mutu kayu memiliki pola:

If keawetan kayu is Kelas.....And kekuatan kayu is Kelas.....Then MUTU KAYU KONSTRUKSI is

Pembuatan sistem pakar ini telah dicobakan oleh Prasetyo dan Nuryawan (2005) untuk mutu kayu bangunan dan memiliki kriteria yang hampir mirip, khususnya pada keawetan kayu. Pada penentuan mutu kayu konstruksi ini oleh kedua pakar yang ditunjuk bersepakat memasukkan parameter serangan jamur sebagai penentu keawetan kayu yang kemudian menjadi dasar inferensi kedua untuk menentukan kelas mutu kayu konstruksi. Dengan demikian sebenarnya penentuan kriteria ini tergantung dari

personal yang dianggap pakar dan tergantung dari tujuan penggunaan yang disesuaikan dengan pengalaman.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sistem pakar penentuan mutu kayu konstruksi ini bisa digunakan secara cepat dan murah berdasarkan masukan kriteria keawetan (tingkat umur penggunaan, serangan organisme serangga perusak kayu (rayap, kumbang, dan bubuk kayu), dan serangan jamur) serta kriteria sifat kekuatan kayu, yaitu: diameter mata kayu, miring serat, dan berat jenis.

Saran

Diperlukan penyempurnaan kriteria pakar yang lebih ahli dan perhitungan faktor koreksi.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Etter, D.M, Kuncicky, D.C, dan Hull D., 2003, *Pengantar Matlab 6*, Terjemahan Carley Tanya, Gramedia, Jakarta.
- Hart, A., 1986, *Knowledge Acquisition for Expert System*, McGraw-Hill Book Co., New York
- Liebowitz, J., 1988, *An Introduction to Expert System*, Mitchell Publishing inc., California
- Marimin, 2002, *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*, Seri Pustaka IPB Press, Bogor.
- Prasetyo, A dan Nuryawan, A., 2005, *Penentuan Mutu Kayu Bangunan dengan Sistem Pakar*, Dalam Peronema Forestry Science Journal Vol.1. No.1.
- Surjokusumo, S, N. Nugroho, J.Priyono, A. Suroso., 2003, *Buku Petunjuk Penggunaan Mesin Pemilah Kayu Versi Panter MPK 5*, Laboratorium Keteknikan Kayu, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.

