

PENGHITUNGAN WAKTU PENGERINGAN KAYU JATI METODE PROGRESIF DENGAN LOGIKA FUZZY (STUDI KASUS CV. DWI TUNGGAL – BAWEN)

Zainal Fanani, Heru Prastawa, Suswianti
Program Studi Teknik Industri UNDIP
Email : rosyada@gmail.com

Abstrak

Untuk menyasati kendala yang dihadapi perusahaan mebel dalam memperoleh bahan baku jati tua, salah satunya adalah menggunakan kayu jati muda dan melakukan metode pengeringan progresif. Selama menggunakan metode pengeringan progresif ini ternyata sering terjadi keterlambatan pemenuhan order. Belum adanya model prediksi waktu proses pengeringan menyebabkan pengambilan keputusan due date order oleh pihak manajemen kurang akurat. Proses pengeringan progresif yang dibahas pada penelitian ini adalah pengeringan di udara terbuka (open drying). Waktu pengeringannya ditentukan oleh faktor evaporasi, ketebalan kayu dan kandungan air dalam kayu (MC/ Moisture Content).

Untuk mendapatkan waktu pengeringan, faktor-faktor yang mempengaruhinya diinterpolasikan dengan logika inferensi fuzzy sehingga didapatkan hitungan kuantitatif. Input perhitungan adalah data historis dan pengalaman bagian wood center yang biasa melakukan proses pengeringan kayu. Toolbox fuzzy dari Matlab digunakan untuk menguji dan melakukan perhitungan dari model yang telah dibuat.

Validasi model dilakukan dengan dua cara, yaitu menguji model fuzzy dengan input-input dengan nilai tertentu dan nilai sembarang untuk menguji make sensenya model serta dengan cara membandingkan hasil perhitungan dari toolbox yang telah diprogram dengan waktu pengeringan yang ada di lapangan. Dari proses validasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa model fuzzy yang telah dibangun adalah valid atau sesuai dengan sistem yang ada.

Kata kunci : *pengeringan progresif logika inferensi fuzzy*

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini pabrik *furniture* yang menggunakan *raw material* kayu jati (*Teak*) kesulitan untuk mendapatkan jati yang berusia cukup tua (*raw material* dengan kualitas terbaik untuk produksi) dalam waktu segera. Untuk mengatasi kesulitan dalam mendapatkan jati tua, maka perusahaan menggunakan alternatif mengganti *raw material* dengan kayu jati yang masih muda tapi proses pengeringan ekstra.

Proses pengeringan progresif ternyata memakan waktu yang paling lama dari keseluruhan proses pembuatan produk, dengan perbandingan rata-rata antara waktu pengeringan dengan waktu proses produksi, 3:1 (misalkan 3 minggu untuk proses pengeringan dan 1 minggu untuk proses produksi dan packing). Jika untuk kepentingan mendesak -agar waktu due

date dapat dipenuhi- dalam proses produksi dapat dipercepat dengan lembur, maka tidak demikian halnya dengan proses pengeringan karena prosesnya yang cenderung berjalan secara alami dan bertahap.

Pada pengeringan tahap awal, MC (Moisture Content – kandungan air dalam kayu) kayu awal dan keadaan cuaca, khususnya tingkat evaporasi sangat berpengaruh terhadap waktu pengeringan. Sedangkan waktu pengovenan/kiln drying dipengaruhi oleh ketebalan maksimum papan kayu. Pada umumnya, setelah proses finishing produk diukur MC-nya oleh QC (Quality Control) di mana MC yang dikehendaki adalah sebesar 15%. Jika pada akhirnya produk yang telah siap kirim memiliki MC di atas 15% maka bagian wood center akan memprosesnya lagi dengan kiln drying selama beberapa hari. Hal ini mempunyai andil yang cukup besar

terhadap kualitas akhir produk dan menyebabkan keterlambatan.

Berkaitan dengan permasalahan yang ada maka dipilih logika fuzzy khususnya pada proses pengeringan sebagai tool untuk memprediksi waktu pengeringan progresif. Alasan digunakannya logika fuzzy untuk permasalahan di CV. Dwi Tunggal adalah karena tool ini mudah dimengerti, sangat fleksibel, dapat digabungkan dengan teknik-teknik kendali secara konvensional dan didasarkan pada bahasa alami.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menghitung waktu pengeringan kayu secara akurat agar keterlambatan penyelesaian kontrak dapat dihindari dengan menggunakan model fuzzy dan memanfaatkan toolbox yang telah diprogram sesuai dengan model yang telah dibangun yang akan memudahkan aplikasi sistem fuzzy oleh pihak manajemen.

Dengan batasan bahwa sistem yang dibahas hanya pada sistem pengeringan, memasukkan lokasi pabrik pada daerah pantauan cuaca Ungaran. Hal ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor alam yang akan menjadi input model fuzzy dan dengan asumsi evaporasi dianggap stabil dari tahun ke tahun.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Proses Pengeringan Kayu

Dari keterangan *wood center* CV. Dwi Tunggal, untuk mendapatkan kayu kering dengan kualitas yang baik tanpa menggunakan oven yang mahal, pengeringan perlu dilakukan secara progresif, yaitu melewati dua proses. Proses yang pertama adalah pengeringan alami di udara terbuka (*open drying*) dan berikutnya dilanjutkan dengan pengeringan dalam kamar (*kiln drying*). Hal ini dilakukan mengingat *raw material* yang digunakan adalah dari jenis kayu jati (*Teak*) yang mempunyai karakter spesial dalam proses pengeringannya.

2.2 Metodologi Desain Sistem Fuzzy

Untuk melakukan perancangan (desain) suatu sistem *fuzzy* perlu dilakukan beberapa tahapan, yaitu:

1. Mendefinisikan karakteristik model secara fungsional dan operasional
2. Melakukan dekomposisi variabel model menjadi himpunan *fuzzy*
3. Membuat aturan *fuzzy*
4. Menentukan metode *fuzzy* untuk tiap-tiap variabel solusi
5. Menjalankan simulasi sistem
6. Pengujian: pengaturan dan validasi model

2.2.1 Hal-hal yang berhubungan dengan sistem fuzzy

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

- a) Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dan lain-lain.
- b) Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu himpunan *fuzzy*.
- c) Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.
- d) Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2.2.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

- a. Representasi Linear

- b. Representasi Kurva Segitiga
- c. Representasi Kurva Bentuk Bahu

2.2.3 Sistem Inferensi Fuzzy

Ada beberapa metode untuk inferensi logika *fuzzy*:

1) Metode Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot.

Misalkan ada 2 variabel input, var-1 (x) dan var-2 (y), serta variabel output, var-3 (z), di mana var-1 terbagi atas 2 himpunan A1 dan A2, var-2 terbagi atas 2 himpunan B1 dan B2, var-3 juga terbagi atas 2 himpunan yaitu C1 dan C2 (C1 dan C2 harus monoton). Ada 2 aturan yang digunakan, yaitu:

[R1] IF (x is A1) and (y is B2)
THEN (z is C1)

i. Model *fuzzy* Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde-nol adalah:

IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o ... o (x_N is A_N) THEN $z=k$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai antiseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

ii. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Satu

IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o ... o (x_N is A_N) THEN
 $z=p_1*x_1+\dots+p_N*x_N+q$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai antiseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka *defuzzy* dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (*defuzzy weighted average*) dengan rumus:

$$\frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_N z_N}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_N}$$

[R2] IF (x is A2) and (y is B1)
THEN (z is C2)

2) Metode Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal sebagai metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan), menggunakan fungsi implikasi Min.
3. Komposisi aturan, dengan menggunakan korelasi antar aturan.
4. Penegasan (*defuzzy*)

3) Metode Sugeno

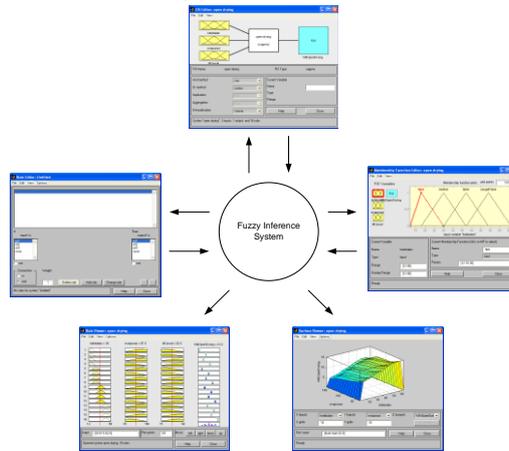
Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuensi) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Metode penalaran ini mempunyai 2 model, yaitu:

2.3 Matlab Toolbox: Fuzzy

Agar dapat menggunakan fungsi-fungsi logika fuzzy yang ada pada Matlab maka harus diinstall dulu Toolbox fuzzy. Fuzzy logic Toolbox memberikan fasilitas

Graphical User Interface (GUI) untuk mempermudah dalam membangun sistem fuzzy. Ada 5 GUI tool yang dapat digunakan untuk membangun, mengedit, dan mengobservasi sistem penalaran fuzzy, yaitu:

- 1 Fuzzy Inference System (FIS) Editor;
- 2 Membership Function Editor;
- 3 Rule Editor;
- 4 Rule Viewer;
- 5 Surface Viewer.



Gambar 1. Fuzzy Inference System

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengeringan di udara terbuka (*Open Drying*)

Pengeringan *open air* bertujuan untuk mendapatkan kayu dengan MC 65% untuk selanjutnya dikeringkan di *chamber* (*kiln drying*). Dalam pengeringan *open air*, ada 3 faktor yang sangat berpengaruh terhadap

lamanya pengeringan, yaitu ketebalan kayu, MC awal, dan cuaca (nilai evaporasi udara). Untuk ketebalan kayu, CV. Dwi Tunggal mempunyai standar ukuran yang lazim digunakan dalam pembuatan produk, yaitu rata-rata kelipatan 12 mm. Tabel 1 berikut menunjukkan pengaruh ketiga faktor yang berpengaruh terhadap waktu *open drying*.

Tabel 1 Data pengaruh ketebalan kayu, MC awal, dan evaporasi terhadap waktu *open drying*

No.	Ketebalan kayu (mm)	MC awal (%)	Evaporasi (mm)	Rata-rata waktu pengeringan <i>open air</i> (hari)
1	18	90	150.5	2
2	18	90	38,5	4
3	18	> 100	150.5	3
4	18	> 100	38,5	5
5	30	90	150.5	3
6	30	90	38,5	5
7	30	> 100	150.5	5
8	30	> 100	38,5	7
9	42	90	150.5	4
10	42	90	38,5	7
11	42	> 100	150.5	6
12	42	> 100	38,5	9
13	54	90	150.5	5
14	54	90	38,5	8
15	54	> 100	150.5	7
16	54	> 100	38,5	10
17	66	90	150.5	6
18	66	90	38,5	9
19	66	> 100	150.5	8

20	66	> 100	38,5	11
21	78	90	150,5	7
22	78	90	38,5	10
23	78	> 100	150,5	9
24	78	> 100	38,5	12
25	90	90	150,5	8
26	90	90	38,5	12
27	90	> 100	150,5	10
28	90	> 100	38,5	14

3.2 Pembangunan Sistem *Fuzzy* untuk Pengerinan di Udara Terbuka (*Open Drying*)

3.2.1 Karakteristik Model

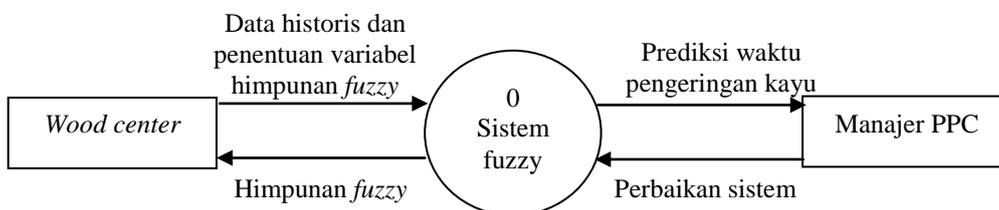
Model sistem yang akan dibuat memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Perancangan dibuat dengan menggunakan penalaran *fuzzy* dengan metode SUGENO.
- Sistem hanya terikat pada variabel ketebalan kayu potongan, evaporasi, dan MC awal kayu sebagai variabel input, dan akan menentukan waktu pengerinan di udara terbuka (hari).

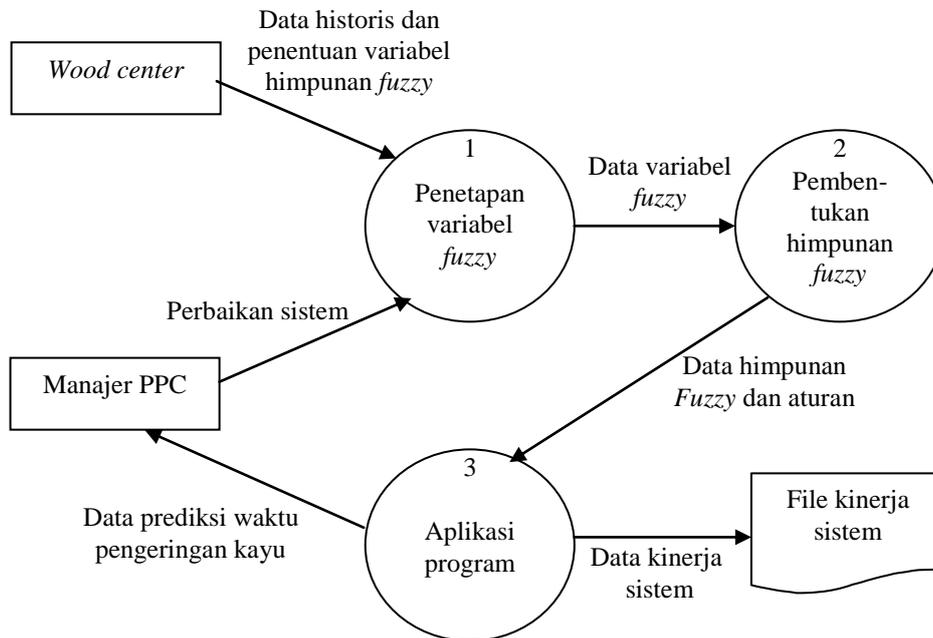
- Kebijakan khusus di luar variabel yang digunakan diatur secara terpisah.
- Pembuatan aturan dalam basis pengetahuan dibantu oleh bagian *wood center*.
- Untuk perubahan informasi, model sistem harus di-*update* kembali.

3.2.2 Diagram Aliran Data

Diagram konteks seperti terlihat pada gambar 2. Sedangkan diagram aliran data level-1 terlihat pada gambar 3.



Gambar 2 Diagram konteks sistem



Gambar 3 Diagram alir data level 1

3.2.3 Variabel yang digunakan

Variabel-variabel yang digunakan pada sistem *fuzzy* seperti terlihat pada tabel 2

Tabel 2. Variabel Yang Diperlukan Untuk Pengeringan Sistem *Open Air*

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan	Keterangan
Input	Ketebalan kayu	[12, 90]	mm	Ketebalan kayu potongan
	MC Awal	[80, 200]	%	Kandungan air dalam kayu
	Evaporasi	[35, 160]	mm/th	Tingkat penguapan uap air di udara terbuka
Output	Waktu Pengeringan	[2, 14]	hari	Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai MC kayu $\pm 65\%$, sebelum masuk <i>chamber</i>

3.2.4 Membentuk Himpunan *Fuzzy*

Himpunan-himpunan *fuzzy* yang digunakan pada tiap-tiap variabel seperti terlihat pada tabel 3

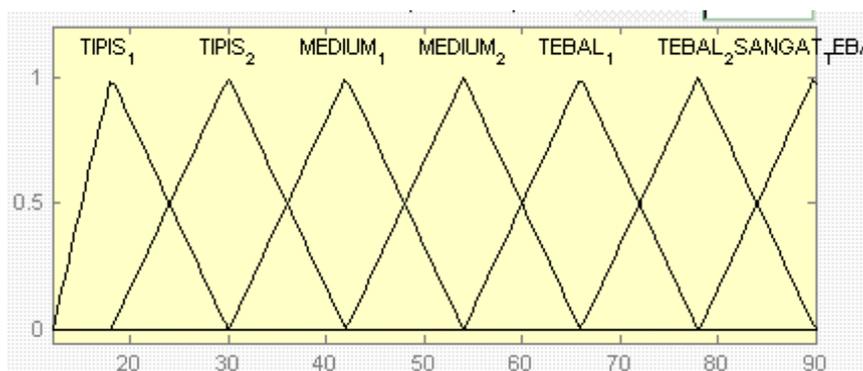
Tabel 3. himpunan *fuzzy* untuk sistem pengeringan *open air*

Variabel	Nama Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain	Satuan
Ketebalan Kayu	TIPIS_1	[12, 30]	mm
	TIPIS_2	[18, 42]	mm
	MEDIUM_1	[30, 54]	mm
	MEDIUM_2	[42, 66]	mm
	TEBAL_1	[54, 78]	mm
	TEBAL_2	[66, 90]	mm

	SANGAT TEBAL	[78, 90]	mm
MC Awal	KERING	[80, 100]	%
	BASAH	[90, 200]	%
Evaporasi	RENDAH	[35, 160]	mm/tahun
	TINGGI	[35, 160]	mm/tahun

Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Ketebalan

Pada variabel ketebalan, data yang dimiliki adalah 18 mm, 30 mm, 42 mm, dan 54 mm, 66 mm, 78 mm, dan 90 mm. Dengan demikian pada variabel ini bisa dibagi menjadi 7 himpunan *fuzzy*, yaitu TIPIS₁, TIPIS₂, MEDIUM₁, MEDIUM₂, TEBAL₁, TEBAL₂, dan SANGAT TEBAL yang secara grafis dapat ditunjukkan pada gambar 4.3 berikut.

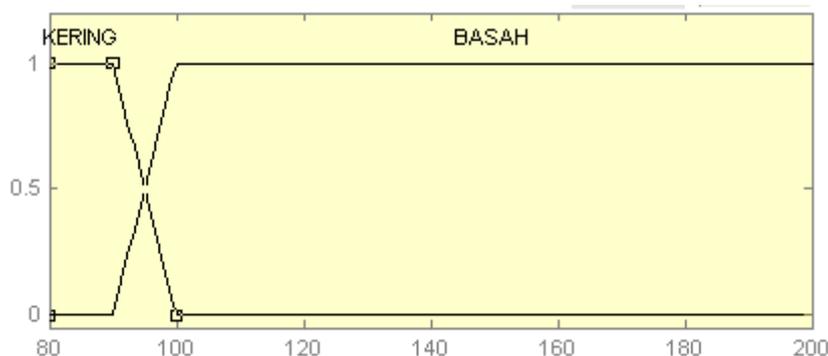


Gambar 4. Himpunan *fuzzy* untuk variabel ketebalan kayu

Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel MC Awal

Pada variabel MC awal, data yang dimiliki adalah $\leq 90\%$ dan $\geq 100\%$, berdasarkan data historis tentang tingkat kandungan air dan molekul air dalam kayu, nilai MC rata-rata untuk kayu pasca potong dan sudah berada di lingkungan selama beberapa hari (tidak lebih dari 1 minggu) adalah 90%. Sedangkan penentuan nilai

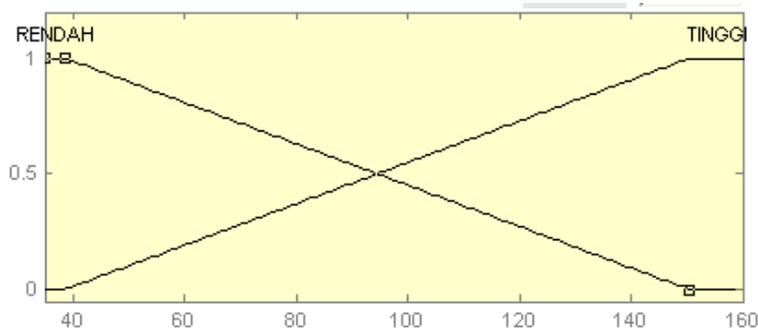
MC maksimumnya, karena keterbatasan alat pengukur MC yang dimiliki oleh perusahaan di mana nilai MC maksimum yang bisa terukur adalah 100%, maka batasan maksimum untuk MC adalah berdasar perkiraan (jika digunakan MC meter yang lebih peka) sebesar 200%. Dengan demikian pada variabel ini bisa dibagi menjadi 2 himpunan *fuzzy*, yaitu RENDAH dan TINGGI yang secara grafis dapat ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 5. Himpunan *fuzzy* untuk variabel MC awal

Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Evaporasi

Pada variabel evaporasi, data yang dimiliki adalah 38,5 mm dan 150,5 mm, dengan demikian pada variabel ini bisa dibagi menjadi 2 himpunan *fuzzy*, yaitu RENDAH dan TINGGI yang secara grafis dapat ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 6. Himpunan *fuzzy* untuk variabel evaporasi

3.2.5 Pembentukan Aturan dan Pengujian dengan Input Sembarang

Seperti pada tabel 1 terdapat 28 kombinasi ketebalan kayu, evaporasi dan MC awal kayu. Untuk itu, aturan *fuzzy* yang digunakan juga sebanyak 28 aturan, dengan catatan bahwa setiap aturan yang dibentuk menyertakan semua variabel. Metode inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah metode SUGENO orde-0. Pada metode ini, anteseden direpresentasikan dengan proporsi dalam himpunan *fuzzy*, sedangkan konsekuen direpresenrasikan dengan sebuah konstanta.

Mengacu pada model Sugeno orde-nol (dengan 3) variabel maka rumus aturan secara umumnya adalah sebagai berikut:

IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) THEN $z=k$

maka,

- x_1 = variabel ketebalan kayu
- A_1 = himpunan *fuzzy* untuk ketebalan kayu
- x_2 = variabel evaporasi
- A_2 = himpunan *fuzzy* untuk evaporasi
- x_3 = variabel MC awal
- A_3 = himpunan *fuzzy* untuk MC awal

3.3 PEMBAHASAN

3.3.1 Analisis Waktu Pengeringan di Udara Terbuka (*Open drying*)

Pada penghitungan waktu *open drying*, didapatkan hasil yang valid. Hal ini ditunjukkan dengan nilai outputnya yang masuk akal atau normal jika dibandingkan dengan data yang sebenarnya. Seperti yang terlihat pada pengujian *open drying*, nilai yang dihasilkan dari input:

- Ketebalan kayu = 84 mm (antara TIPIS dan MEDIUM)
- Evaporasi = 72 mm/tahun
- MC awal = 95%

adalah sebesar 10,7 = 11 hari (pembulatan ke atas). Berdasarkan data sebenarnya dari *wood center*, tabel 4.5, maka nilai output 11 hari adalah valid karena ia masih berada di dalam waktu pengeringan untuk domain variabel ketebalan kayu, MC awal dan evaporasi dari nilai-nilai input, yakni minimal 7 hari dan maksimal 14 hari.

3.3.2 Analisis Validasi Model dengan Sistem Pengeringan di Lapangan

Pada bulan Agustus yang lalu salah satu order yang diterima perusahaan adalah Rect Extend 240 (modifikasi dari rect extend 220 pada tabel 4.1), dengan raw material dari kayu jati tebangan penduduk (di atas 100%). Dari proses pengeringan

terakhir (komponen yang paling akhir keluar *chamber*) waktu yang digunakan untuk mengeringkan kayu adalah berkisar antara 17-20 hari. Dengan demikian input yang digunakan adalah:

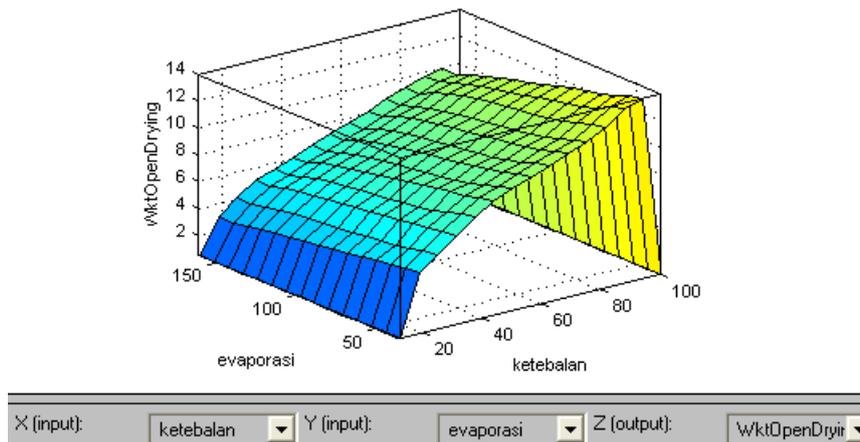
Ketebalan = 54 mm
 Evaporasi = 150,5 mm
 MC awal = $\geq 100\%$ (BASAH)

Dengan langkah yang sama dengan pengujian input di atas maka besarnya output *open drying* adalah sebesar 7 hari. Dari hasil tersebut besarnya hasil penghitungan waktu pengeringan kayu jati di perusahaan sesuai/ valid jika dibandingkan dengan data lapangan yang ada. Dengan demikian jika nilai toleransi sebesar 8,45 atau 9 hari dimasukkan dalam perhitungan, maka total waktu pengeringan adalah sebesar (termasuk untuk kiln drying)

adalah 20 hari, dan hal ini juga sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, di mana waktu pengeringan pada waktu Agustus 2005 maksimum 20 hari (keterangan wood center).

3.3.3 Analisis Variabel yang Digunakan di Logika Fuzzy untuk Sistem Pengeringan *Open Drying*

Dari proses penghitungan waktu pengeringan *open drying*, variabel input yang digunakan sebanyak 3 buah, yaitu ketebalan, evaporasi dan MC awal. Dari ketiga variabel tersebut dapat dilihat hubungannya dalam mempengaruhi lamanya waktu pengeringan di luar *chamber*, yang dapat dilihat pada gambar 7 berikut.

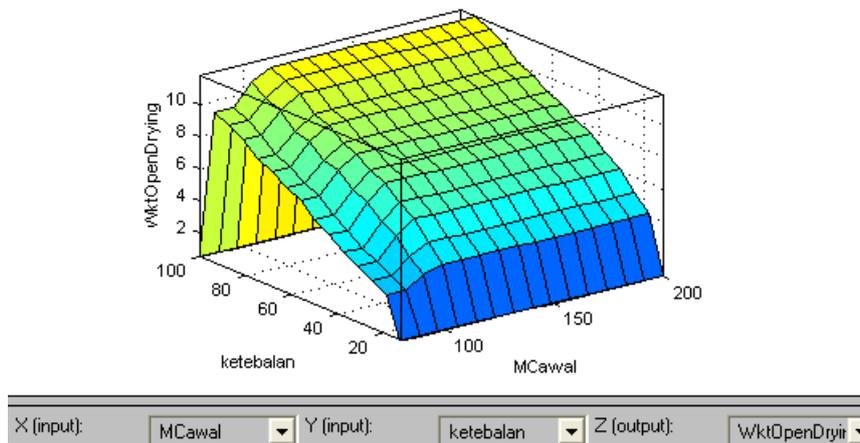


Gambar 7. Surface viewer hubungan antara variabel ketebalan dan evaporasi untuk penghitungan waktu *open drying*

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa ketebalan dan evaporasi mempunyai hubungan yang antagonis dalam mempengaruhi waktu pengeringan. Hal ini dapat diketahui dari permukaan grafis yang mempunyai lembah terendah tidak di titik pertemuan nilai terkecil dari masing-masing variabel. Dari gambar juga bisa disimpulkan bahwa gradasi variabel

ketebalan sangat mempengaruhi waktu *open drying* dibanding variabel evaporasi, yang dapat diketahui dari puncak ketinggian permukaan grafis yang didominasi oleh variabel ketebalan.

Sedangkan pada gambar 8 dapat dilihat hubungan antara variabel MC awal dan ketebalan.

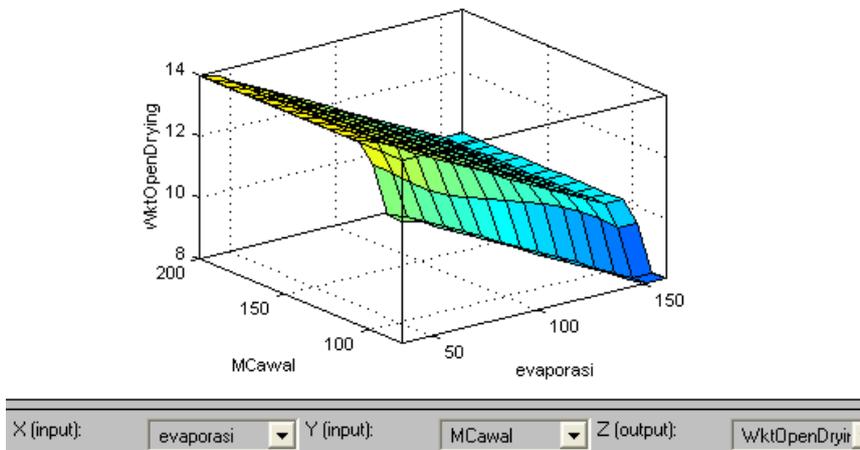


Gambar 8. Surface viewer hubungan antara variabel MC Awal dan ketebalan untuk penghitungan waktu *open drying*

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa variabel MC awal dan ketebalan mempunyai hubungan yang sinergis dalam mempengaruhi waktu pengeringan. Hal ini dapat dilihat dari permukaan grafis yang mempunyai lembah terendah pada titik pertemuan nilai terkecil dari masing-masing variabel. Dari gambar juga bisa disimpulkan bahwa gradasi variabel

ketebalan sangat mempengaruhi waktu *open drying* dibanding variabel MC awal, yang dapat diketahui dari puncak ketinggian permukaan grafis yang didominasi oleh variabel ketebalan.

Untuk mengetahui hubungan antara variabel MC awal dan evaporasi dapat dilihat pada gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 9 Surface viewer hubungan antara variabel evaporasi dan MC Awal untuk penghitungan waktu *open drying*

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa variabel MC awal dan evaporasi mempunyai hubungan yang antagonis dalam mempengaruhi waktu pengeringan. Hal ini dapat dilihat dari permukaan grafis yang mempunyai lembah terendah tidak terletak pada titik pertemuan nilai terkecil dari masing-masing variabel. Dari gambar juga bisa disimpulkan bahwa gradasi

variabel evaporasi lebih mempengaruhi waktu *open drying* dibanding variabel MC awal, yang dapat diketahui dari kecuraman evaporasi dibanding MC awal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Secara keseluruhan dari laporan tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa,

1. Model *fuzzy* dapat digunakan untuk menghitung waktu pengeringan kayu jati secara progresif di perusahaan *furniture*. Model ini sangat membantu untuk jenis pengeringan terbuka (*open drying*) karena banyaknya interpolasi variabel.
2. *Toolbox* yang telah dibangun berdasarkan sistem yang ada terbukti lebih cepat untuk melakukan proses penghitungan, khususnya untuk waktu *open drying*. Penghitungan manual waktu *open drying* hampir tidak efisien untuk dilakukan jika input variabelnya mempunyai nilai antara dari himpunan-himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan.

4.2 Saran

1. Hasil dari penghitungan waktu pengeringan progresif ini sangat memerlukan adanya kerjasama yang sinergis antara bagian wood center sebagai pengelola langsung proses pengeringan kayu, dengan bagian PPC yang berhadapan langsung dengan buyer dalam menetapkan besarnya waktu pengeringan. Jadi jika sewaktu-waktu ada perubahan hasil di lapangan dengan penghitungan di PPC, model yang telah dibangun dapat segera diredesain.

2. Sifat dari hasil laporan ini adalah khusus untuk diaplikasikan di perusahaan yang menggunakan sistem pengeringan progresif karena untuk pengeringan dengan menggunakan chamber otomatis hampir tidak memerlukan proses penghitungan *open drying*.
3. Data yang digunakan dalam penetapan besarnya nilai-nilai variabel yang digunakan dalam model *fuzzy* ini sangat mungkin untuk berubah, sehingga diperlukan *up date* untuk beberapa periode ke depan jika hasilnya jauh dari nilai yang diperoleh di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brown, William H., *The Conversion and Seasoning of Wood*, Linedn Publishing Fresno, California, 1988.
2. Kusumadewi, Sri, *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.
3. Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
4. Johansen, Tor A., Robert Shorten, dan Roderick Murray-Smith. *On the Interpretation and Identification of Dynamic Takagi-Sugeno Fuzzy Models*. 2000.
5. Ross, Timothy J., *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, McGraw-Hill, Inc., Singapore, 1995.