

ISBN 978-602-14822-2

PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL

SEMINAR NASIONAL  
TEKNOLOGI INDUSTRI III  
MAKASSAR, 23 - 24 NOVEMBER 2015

*Panitia*  
“Peran Pendidikan Tinggi Vokasi  
Dalam Menyiapkan SDM Industri  
yang Kompeten dan Kompetitif”

*Seminar Nasional*

POLTEK-ATIM



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA



SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INDUSTRI III

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat  
Politeknik ATI Makassar  
Jln. Sunu No. 220 Makassar  
Telp. 0411-449609, Fax. 0411-449867  
Email: [uppm.poltek\\_atim@yahoo.com](mailto:uppm.poltek_atim@yahoo.com)  
Website: [www.uppm.poltek-atim.ac.id](http://www.uppm.poltek-atim.ac.id)

# **Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) III 2015**

***“Peran Pendidikan Tinggi Vokasi  
Dalam Menyiapkan SDM Industri  
yang Kompeten dan Kompetitif”***

**Makassar, Senin-Selasa, 23-24 November 2015  
Ball Room Hotel Swiss Belinn  
Jl. Boulevard No. 55 Makassar**

Editor:

Dr. Idi Amin, ST., M.Si.  
Merla, S.Si., M.Hum.

**Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat  
Politeknik ATI Makassar  
Pusat Pendidikan dan Pelatihan Industri  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia**

(SNTI-B3)  
**DESAIN PERANGKAT ELEKTRONIK KENDALI LOGIKA FUZZY UNTUK  
 PENGENDALIAN TEMPERATUR UDARA PENGERINGAN**

 Muh. Tahir

Jurusan Agroteknologi – Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

Email: [muhtahirlaw@gmail.com](mailto:muhtahirlaw@gmail.com)

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah merancang perangkat elektronik untuk digunakan sebagai kendali logika fuzzy (KLF) dengan sistem akuisisi data. Perangkat ini dirakit dari SHT75; sensor suhu dan kelembaban relatif, mikrokontroler DT-51 MinSys dan DT-51 lowcost, LCD 16x2, keypad 4x4, driver tegangan AC dan suplai tegangan DC. Selain perangkat keras melalui kegiatan ini juga dirancang perangkat lunak berupa software dan kode rutin untuk menggerakkan mikrokontroler dan driver lainnya. Sistem akuisisi data dikembangkan di bawah pemrograman ASM, Delphi 7 dan capture data melalui koneksi serial port perangkat elektronik dengan komputer desktop. KLF disusun dari dua input; temperatur\_error dan selisih temperatur\_errornya. Melalui proses fuzzifikasi, defuzzifikasi dan aturan fuzzy dengan pengondisian *crisp out* untuk perangkat analog, KLF memberikan performansi yang baik dari sisi waktu respon, *steady state error* tanpa *overshoot* dan *undershoot*. Perangkat berfungsi dengan baik dalam kondisi uji parsial maupun sistem terintegrasi yang telah dirancang. Waktu respon yang cepat dengan nilai 98 detik diperoleh koefisien peningkatan temperatur terhadap waktu sebesar 0,39 °C / detik dan *steady state error* nya terhadap nilai *set point* adalah sekitar 3%. Sistem KLF yang telah dirancang dengan demikian diharapkan memiliki performansi yang stabil sepanjang proses pengendalian temperatur udara pengeringan.

**Kata kunci:** desain, perangkat elektronik, kendali logika fuzzy, performansi, pengeringan.

#### ABSTRACT

*The goal of this research was designed an electronic device to be used as a fuzzy logic controller (FLC) with a data acquisition system. This device was assembled of SHT75; a sensor of temperature and relative humidity, microcontroller DT-51 minsys and DT-51 lowcost, LCD 16x2, keypad 4x4, AC voltage driver and DC voltage supply. Besides of hardware designed through this activity was also designed its source code and software to drive both of the microcontroller and other. Data acquisition system was developed under ASM, delphi 7 and capturing by serial port connection between electronic device and desktop computer. The FLC was arranged of two inputs; temperature error and difference of temperature error. Since using fuzzyfication, defuzzyfication and fuzzy rules with conditioning of crisp out to the analog device, the FLC gave a good performance of time response, steady state error with non overshoot and undershoot. This device had a good function both partially or in integrated system designed. Response time was quick enough; 98 second and coefficient of rising temperature was 0,39 °C/second, while steady state error to that value of set point was around 3%. The FLC system which had been designed thus expected to have stability along the process of drying temperature controlling.*

**Keywords:** design, electronic device, fuzzy logic controller, performances, drying.

#### PENDAHULUAN

Pengeringan adalah salah satu kegiatan keseharian manusia dalam kaitannya dengan pengurangan kandungan air pada suatu bahan atau material. Penjemuran pakaian adalah salah satu kegiatan pengurangan kandungan air dengan menggunakan energi panas matahari. Berbagai bahan akan mengalami perlakuan yang sama jika dikehendaki memiliki kandungan air pada level tertentu sehingga nyaman, ringan atau tahan untuk disimpan. Demikian juga bentuk energi yang digunakan dapat berupa energi listrik, biomassa dan bentuk energi lain yang bersesuaian dengan konsep pengeringan.

Pengeringan merupakan proses yang dinamis menyangkut penggunaan energi dan kondisi udara yang akan memindahkan sejumlah tertentu kadar air bahan. Penggunaan energi sangat intensif sebagai akibat dari panas laten penguapan yang tinggi dan ketidakefisienan penggunaan udara panas sebagai media pengering (paling umum). Berbagai kajian melaporkan bahwa konsumsi energi nasional untuk operasi pengeringan di industri berkisar dari 10-15% untuk Amerika Serikat, Kanada, Prancis, Inggris dan hingga 20-25% untuk Denmark dan Jerman. Konsumsi energi dalam pengeringan berkisar dari nilai terendah di bawah 5% untuk industri proses kimiawi dan hingga 35% untuk operasi pembuatan kertas [1].

Sejumlah metode dan teknik termasuk pengembangan sistem intelijen dalam konsep pengendalian proses

pengeringan terus dilibatkan. Seperti halnya sistem kendali fuzzy dirancang pada alat pengering cepat (*microwave*) untuk tanaman obat-obatan China. Sistem kendali menggunakan chip prosessor tunggal 8051 dan sensor temperatur model NJL9103. Dengan menerapkan teknik kendali fuzzy, sistem pengeringan memiliki karakter pintar (*intellectualized*) dan hanya membutuhkan daya atau energi kecil [2]. Sistem kendali juga dikembangkan pada pengeringan tipe semprot (*spray drying*). Sistem kendali logika fuzzy digunakan sebagai cara praktis untuk mengatasi permasalahan dalam bidang rekayasa khususnya model *non linier* dan model kompleks tak konsisten (*ambiguity*). Logika fuzzy mampu memberi solusi pada data diskrit (*discrepancies*) dan semu (*polysemy*) ketika pengolahan data real. Logika fuzzy merupakan suatu metode/alat untuk optimasi parameter operasi pada proses pengeringan [4].

Dari beberapa uraian pengembangan logika fuzzy dalam pengeringan maka dalam kegiatan penelitian ini ditujukan untuk mendesain perangkat elektronik yang berfungsi sebagai teknik kendali logika fuzzy dengan beragam kegunaan diantaranya pengendalian proses pengeringan.

#### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah desain kendali logika fuzzy yang selanjutnya difungsikan untuk mengendalikan temperatur udara pengeringan pada suhu tertentu. Desain kendali logika fuzzy tersebut meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) serta sistem akuisisi datanya dengan personal komputer (*desktop*). Perangkat keras elektronik yang didesain terdiri atas sensor SHT75, mikrokontroler DT-51 MinSys, mikrokontroler DT-51 *Low Cost*, LCD 16x2, *Keypad* 4x4, dan *driver* motor AC berupa *zero crossing detector* dan *triac optocoupler* serta catu daya listrik. Perangkat lunak meliputi bahasa pemrograman assembler untuk *driver* mikrokontroler dan perangkat lain yang terhubung. Pemrograman delphi 7 untuk program eksekusi teknik pengendalian logika fuzzy, simulator logika fuzzy dan rutin-rutin pengembangan logika fuzzy yang akan digunakan dalam pengujian. Selanjutnya adalah sistem akuisisi data yang menghubungkan perangkat elektronik yang bekerja secara *real time* dengan program delphi yang disusun dalam hardisk komputer desktop memanfaatkan koneksi jalur serial (*serial port*).

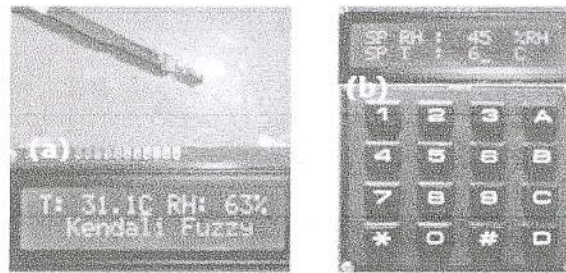
Teknik kendali logika fuzzy dibentuk dari parameter temperatur dengan 2 input yakni error temperatur ( $E_t$ ) dan beda error temperatur ( $\Delta E_t$ ). Error temperatur adalah selisih nilai suhu terekam dengan nilai set point ( $T-SP$ ) dan beda error temperatur adalah selisih error temperatur sekarang dengan error temperatur sebelumnya ( $E_{t1}-E_{t0}$ ). Fungsi keanggotaan (fuzzifikasi) ditentukan berdasarkan proyeksi nilai pada bangun segitiga. Sedangkan fungsi keluaran (defuzzifikasi) ditentukan dengan metode centroid. Nilai keluaran metode centroid yang berupa *crisp output* dikondisikan untuk memberikan tegangan digital (0-255) pada *driver* tegangan AC.

Pengujian hasil desain perangkat elektronik dilakukan baik secara parsial maupun terintegrasi untuk melihat sisi fungsionalnya. Sedangkan pengujian teknik pengendalian logika fuzzy dilakukan secara terintegrasi dengan nilai acuan temperatur udara pengeringan 60 °C, 40 °C dan 80 °C. Pengujian sistem pengendalian logika fuzzy dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Setiap ulangan dilakukan perubahan nilai *set point* menggunakan ketiga tingkat temperatur udara tersebut. Aspek pengamatan meliputi tingkat kesalahan sistem (*steady state error*) dalam satuan persen, kecepatan sistem merespon perubahan nilai *set point* (*response time*) dalam satuan menit dan detik serta tingkat terjadinya respon yang melewati nilai *set point* baik pada perubahan positif (*overshoot*) maupun negatif (*undershoot*).

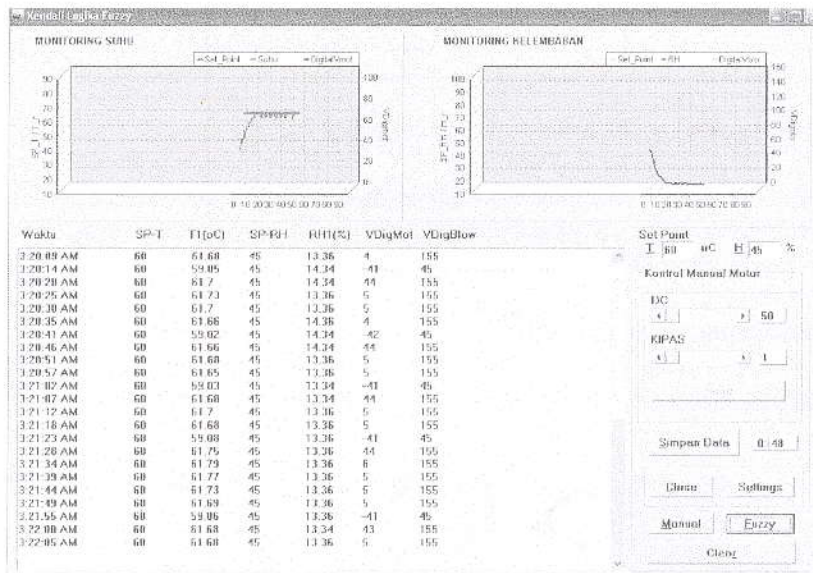
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan desain menghasilkan sebuah perangkat keras (*hardware*) berupa rangkaian elektronik yang difungsikan sebagai kendali logika fuzzy. Perangkat elektronik tersebut terdiri atas sensor SHT75 yang berfungsi merekam perubahan fisik lingkungan berupa temperatur dan kelembaban relatif udara. Perubahan fisik lingkungan selanjutnya dikonversi dalam signal digital oleh sensor dan dikirim ke mikrokontroler utama. Data digital hasil tangkapan (*capture*) tersebut kemudian dikonversi ke bilangan desimal oleh program dalam DT-51 MinSys dan ditampilkan ke LCD 16x2. Baris pertama LCD yang berisi 16 karakter selanjutnya diprogram untuk menampilkan angka berikut keterangan yang menunjukkan temperatur dan kelembaban relatif. Sedangkan baris kedua LCD yang berisi 16 karakter diprogram untuk menampilkan keterangan kegiatan sistem yang didesain yakni "Kendali Fuzzy". Aktivitas LCD 16x2 dalam menampilkan data temperatur dan kelembaban relatif udara berlangsung dari awal sistem dinyalakan hingga memperoleh input perintah melalui *keypad* 4x4 untuk

berganti menu ke tampilan input nilai acuan (*set point*) temperatur dan kelembaban udara. Keypad 4x4 memiliki makna terdapat 4 (empat) baris dan 4 (empat) kolom tombol tekan untuk angka 0 – 9 dan simbol \* dan # serta huruf A – D. Keypad tersebut dipogram untuk memberikan perubahan signal pada setiap tombolnya dengan maksud yang berlainan. Pada desain ini simbol \* dimaksudkan untuk merubah tampilan LCD menjadi menu input dua angka temperatur pada baris 1 dan menu input dua angka kelembaban relatif pada baris kedua. Selanjutnya penekanan simbol # dimaksudkan untuk mengirim kedua nilai acuan (*set point*) yang diinput tersebut ke tampilan program kendali logika fuzzy di layar monitor sekaligus terproses dalam perhitungan fuzzy yang sedang berlangsung pada sistem akuisisi data.

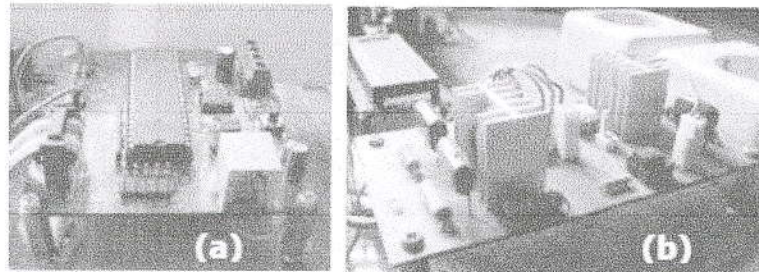


Gambar 1. Tampilan (a) LCD 16x2; rekaman SHT75 dan (b) input tombol angka pada keypad 4x4



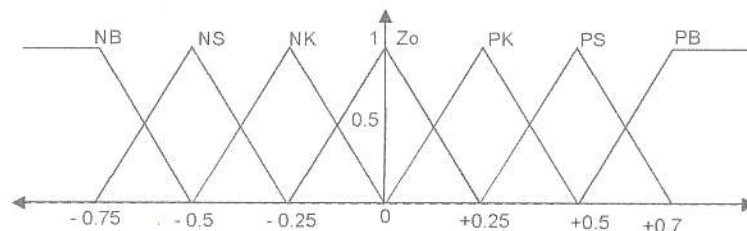
Gambar 2. Tampilan program kendali logika fuzzy dalam sistem akuisisi data

Pada bagian keluaran (*output*), driver motor AC yang terdiri atas *zero crossing detector* dan *triac optocoupler* memiliki fungsi untuk memberikan variasi daya yang keluar melalui teknik delay tegangan fase listrik. Rangkaian *zero crossing detector* berfungsi mendeteksi tegangan nol pada setiap pembentukan fase tegangan selanjutnya ditangkap oleh mikrokontroler DT-51 Low Cost untuk melakukan penundaan sebesar 0 – 50 ms. Dengan adanya variasi waktu tunda tersebut maka gelombang sinus yang terbentuk pada tegangan AC akan terpotong dan memberikan daya yang berbeda pada beban yang dikendalikan.



Gambar 3. Perangkat (a) mikrokontroler DT-51 *lowcost*, (b) rangkaian ZCD dan *triac optocoupler*

Logika fuzzy sebagai bagian dari logika *boolean*, digunakan untuk menangani konsep derajat keanggotaan (*degree of membership*) diantara nilai 0 – 1. Proses fuzzifikasi menggunakan label NB (negatif besar), NS (negatif sedang), NK (negatif kecil), Zo (zero), PK (positif kecil), PS (positif sedang) dan PB (positif besar) pada fungsi bangun segitiga dan trapesium. *Crisp input* sebagai batas domain menggunakan skala 0, 0.25, 0.5 dan 0.75 serta nilai negatifnya yang menggambarkan batas semua input yang akan diberikan (*universe of discourse*).



Gambar 4. Bangun segitiga & trapesium fungsi batas keanggotaan fuzzy

Sedangkan proses defuzzifikasi menggunakan metode centroid dan maksimum untuk memperoleh nilai *crisp out*. Aturan fuzzy (*fuzzy rules*) yang dikenal dengan ungkapan *if... then* selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi nilai *crisp out* defuzzifikasi untuk selanjutnya melakukan pengkondisian (*conditioning*) nilai digital yang akan diumpangkan ke driver tegangan AC.

Berdasarkan hasil desain rangkaian *zero crossing detector* dan *triac optocoupler* dengan peragaan bohlam lampu, diperoleh pola keluaran tegangan digital dengan kondisi terang penuh, sedang, redup dan padam pada nilai tertentu. Penetapan nilai tegangan digital tersebut juga dilakukan berdasarkan kondisi gerak putar pada elektro motor yang akan dikendalikan.



Gambar 5. Intensitas nyala bohlam lampu pada nilai tegangan digital 1, 45, 55 dan 155

Pembentukan *fuzzy rules* dengan jumlah normatif 49 aturan, hanya diperlukan 35 aturan dengan maksud menyesuaikan respon terhadap perubahan nilai *set point* atau adanya gangguan (*disturbances*). Pengurangan ini juga setelah mempertimbangkan besarnya distorsi yang mungkin terjadi pada sistem yang sifatnya longgar (*untight*).



Gambar 6. Grafik pola pengendalian logika fuzzy ulangan ke-1

Uji kendali logika fuzzy memberikan hasil yang memuaskan dimana kesalahan sistem (*steady state error*) sebesar 3%, rata-rata waktu respon (*response time*) sebesar 1 menit 38 detik atau besar koefisien peningkatan temperatur adalah 0,39 °C/detik. Demikian juga gejala respon sistem yang melewati nilai acuan (*overshoot dan undershoot*) tidak terjadi pada ketiga ulangan.



Gambar 7. Grafik pola pengendalian logika fuzzy ulangan ke-2



Gambar 8. Grafik pola pengendalian logika fuzzy ulangan ke-3

Suatu penerapan kendali logika fuzzy di lakukan pada mesin pendingin ruangan (AC) dengan variasi set point; 22, 23, 24 °C dan variasi beban terpasang; 0, 1, 2 kW. Performansi sistem kendali juga dibandingkan dengan teknik kontrol *on/off*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendali logika fuzzy memberikan

penghematan yang lebih tinggi dengan pengontrolan yang lebih baik dari pada teknik kontrol *on/off*. Pada pengujian tersebut, temperatur udara ruang pengontrolan memiliki variasi dari 18,95 – 28,54 °C [3].

Penerapan fuzzy juga dilakukan pada pengeringan gabah dengan model lapisan tipis pada sebuah pengering dengan teknik kontrol suhu dan kelembaban udara. Dengan menggunakan sensor suhu LM35 dan sensor kelembaban kapasitif yang ditempatkan setelah rak bahan, sistem pengontrolan mampu mempertahankan suhu pada tingkat yang digunakan; 30, 40, 50, 60 dan 70 °C. Kecepatan udara yang digunakan juga berbeda-beda yakni 0,25, 0,5, 0,75 dan 1 m/detik. Kecepatan udara optimum yang diperoleh pada tingkat 0,75 m/detik menunjukkan korelasi yang kuat antara suhu dengan laju pengeringan [5].

Sedangkan desain pengendalian laju aliran udara dan pengumpan bahan-bakar berbasis fuzzy pada pengering ERK-Hybrid juga telah dilakukan. Proses pengendalian memanfaatkan parameter temperatur dan kelembaban udara sebagai *input* fuzzy untuk mengendalikan 2 perangkat yang berbeda. Nilai kesalahan (simpangan) yang terjadi pada parameter temperatur dengan *set point* 47 °C adalah rata-rata sebesar 3,6 °C. Sedangkan simpangan pada parameter kelembaban relatif udara dengan nilai *set point* 45% adalah sebesar 6,1%. Waktu rata-rata sistem untuk mencapai kedua nilai *set point* (*rise time*) pengendalian adalah sebesar 10 menit [6].

Desain kendali logika fuzzy dari perangkat elektronik dan sistem akuisisi data pada *desktop* komputer menunjukkan performansi sistem yang dapat diandalkan. Pengembangan dan modifikasi baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak dapat dilakukan untuk lebih meningkatkan performansi dalam penerapannya.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan, beberapa hal yang menjadi kesimpulan adalah bahwa desain kendali logika fuzzy meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi dapat dilakukan membentuk sebuah sistem. Sistem tersebut meliputi perangkat elektronik dan perangkat *desktop* komputer dalam sebuah sistem akuisisi data. Hasil pengujian secara fungsional menunjukkan performansi yang dapat diandalkan. Sedangkan pengujian sistem pengendaliannya dalam proses pengeringan menunjukkan nilai kesalahan sistem (*steady state error*) sebesar 3%, waktu response (*time response*) sebesar 98 detik dengan koefisien peningkatan temperatur 0,39 °C/detik. Sistem pengendalian tidak menunjukkan gejala melewati acuan secara ekstrim baik perubahan meningkat (*overshoot*) maupun menurun (*undershoot*). Hasil desain sistem kendali logika fuzzy secara umum terlihat stabil sepanjang proses pengendalian. Aspek yang disarankan adalah pengujian sistem untuk waktu pengendalian yang lama mendekati realitas kebutuhan di lapangan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktur DP2M DIKTI atas dana hibah yang diberikan dalam kegiatan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.S. Mujumdar, S. Devahastin. 2001. *Pengeringan Industrial*. Penerjemah: H.T. Armansyah, W. Dyah, H. Edy, O.N. Leopold. IPB Press. Bogor.
- [2] C. Lu, Z. Liao, H. Jia, G. Chai. 2006. Design of Fuzzy Control System of the Fast Drying Equipment for Chinese Herbs. *International Journal of Information technology* Vol. 12 No. 5 2006. <http://www.icis.ntu.edu.sg/scs-ijit/1205/>.
- [3] H. Nasution. 2008. Development of Fuzzy Logic Control for Vehicle Air Conditioning System. *Telkomnika* Vol. 6, No. 2, Agustus 2008: 73 -82.
- [4] J. Stawczyk, M. Czapnik. 2004. A Proposed Spray Drying Control System. *Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)*. Sao Paulo, Brazil. <http://www.feq.unicamp.br/~ids2004/volB/>.
- [5] M. Omid, A.R. Yadollahinia, S. Rafiee. 2006. A Thin-Layer Drying Model For Paddy Dryer. *Proceedings of International Convergence on Innovations in Food and Bioprocess Technologies*, AIT Pathumthani. Thailand.
- [6] M. Tahir, I.D.M. Subrata, Y.A. Purwanto. 2010. Desain kendali laju aliran udara dan sistem pengumpan bahan-bakar biomassa berbasis fuzzy pada pengering ERK-Hybrid. *Jurnal Enjiniring Pertanian* Vol. VIII No.2. Oktober 2012 hal. 95-104.