

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

ISSN 0216-3365

Vol. 23, No. 2, Oktober 2009



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian merupakan publikasi resmi Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (**PERTETA**) yang didirikan 10 Agustus 1968 di Bogor, berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya, lingkungan dan bangunan, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Pengiriman makalah harus mengikuti panduan penulisan yang tertera pada halaman akhir atau menghubungi redaksi via telpon, faksimili atau e-mail. Makalah dapat dikirimkan langsung atau via pos dengan menyertakan hard- dan soft-softcopy, atau e-mail. Penulis tidak dikenai biaya penerbitan, akan tetapi untuk memperoleh satu eksemplar dan 10 re-prints dikenai biaya sebesar Rp 50.000. Harga langganan Rp 70.000 per volume (2 nomor), harga satuan Rp 40.000 per nomor. Pemesanan dapat dilakukan melalui e-mail, pos atau langsung ke sekretariat. Formulir pemesanan terdapat pada halaman akhir.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Asep Sapei
Anggota : Kudang B. Seminar
Daniel Saputra
Bambang Purwantana
Y. Aris Purwanto

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah
Sekretaris : Satyanto K. Saptomo
Bendahara : Emmy Darmawati
Anggota : Usman Ahmad
I Wayan Astika
M. Faiz Syuaib
Ahmad Mulyawatullah

Penerbit:

Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian, IPB Bogor

Alamat:

Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Telp. 0251-8624691, Fax 0251-8623026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com. Website: ipb.ac.id/~jtep.

Rekening:

BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan:

PT. Binakerta Adiputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah menelaah (mereview) naskah pada penerbitan Vol. 23 No. 2 Oktober 2009. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof.Dr.Ir. Hadi K. Purwadaria, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Prof.Dr.Ir. Tineke Mandang, MS (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (PS. Teknik Pertanian - Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. R.A. Bustomi Rosadi, MS (Departemen Teknik Pertanian - Universitas Lampung), Dr.Ir. M. Agita Tjandra, Phd (Departemen Teknik Pertanian - Universitas Andalas), Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA (Departemen Teknik Pertanian - Universitas Brawijaya Malang), Dr.Ir. Hermantoro, (INSTIPER Yogyakarta), Dr.Ir. Bambang Purwantana (Departemen Teknik Pertanian - UGM), Dr.Ir. Sigit Supadmo Arif, M.Eng (Departemen Teknik Pertanian - UGM), Dr.Ir. Astu Unadi (Kepala Balai Besar Pengembangan Mekanisme Pertanian - UGM), Dr.Ir. Haryadi Halid (Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan - IPB), Dr.Ir. Yuli Suharnoto, M.Eng (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Dr.Ir. Leopold Nelwan, M.Si (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Roh Santoso Budi Waspodo, MT (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Dr.Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian - IPB), Dr.Ir. Satyanto Krido Saptomo, M.Si STP (Departemen Teknik Pertanian - IPB),

Pengembangan Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Parameter Lingkungan Mikro dalam Rumah Kaca Berdasarkan Pendekatan Logika Fuzzy Berbasis Teknologi *Short Message Services* (SMS)

Development of Monitoring and Early Warning System for Greenhouse Environmental Parameters using Fuzzy Logic Approach and Short Messaging Service (SMS) Based Technology

Mohamad Solahudin¹ dan Rena Nurista²

Abstract

Farmers in the tropics also has many cultivated plants in the greenhouse. Excess plants cultivated in the greenhouse produced plants will look cleaner because the dirt and protected from rain water. Plant growth will be faster because the micro environmental conditions in a greenhouse can be controlled and the plants will be protected from pests and diseases. Failure due to an automatic system caused by the electric source, or non-functioning of a particular sensor equipment will result in the cultivation process control becomes disrupted. It required a system capable of monitoring several parameters of the greenhouse in order to be anticipating a quick action to ensure the cultivation process goes smoothly. The objective of this research was to develop monitoring systems and early warning microenvironment parameters of plants in the greenhouse by fuzzy logic approach and short messaging services (SMS) technology-based. SMS technology was selected because it was available in all type mobile phone, easy to use, equitable access network in Indonesia, and low operational costs. The average value of the accuracy of the temperature parameters using training data was 96.17% and using validation data was 96.75%, while the humidity parameters using training data obtained by an average of 92.96% and using validation data was 94.06%. Long service to deliver message in monitoring system between same mobile phone operator for the temperature parameters was 32.30 seconds, and for humidity was 30.32 seconds, while the average service early warning system parameters was 12.96 seconds for temperature and for humidity was 13:22 seconds. These results were much better than previous studies which have an average service time 2 minutes.

Keywords: SMS, fuzzy logic, greenhouse, early warning system

Diterima: 14 April 2009; Disetujui: 25 Agustus 2009

Pendahuluan

Greenhouse atau rumah tanaman merupakan salah satu teknologi yang diterapkan untuk budidaya tanaman. Prinsip kerja dari rumah tanaman yaitu menyerap panas oleh atap dan mengumpulkan di dalamnya, sehingga tanaman akan memperoleh suhu dan parameter lainnya yang dibutuhkan sepanjang hari. Kelebihan membudidayakan tanaman di dalam *greenhouse* adalah tanaman yang dihasilkan akan terlihat bersih karena terhindar dari kotoran dan air hujan, pertumbuhan tanaman akan lebih cepat karena kondisi lingkungan mikro di dalam *greenhouse* dapat dikendalikan dan tanaman akan terlindungi dari hama penyakit. Parameter lingkungan mikro di dalam rumah tanaman meliputi suhu, kelembaban dan radiasi matahari. Informasi

mengenai parameter tersebut sangat dibutuhkan oleh petani agar dapat mengendalikan lingkungan mikro, sehingga kondisi yang terjadi sesuai dengan syarat tumbuh tanaman.

Pengiriman informasi secara *real time* dari rumah tanaman ke petani dapat dilakukan dengan berbagai teknologi yang tersedia saat ini. Teknologi SMS dipilih karena teknologi ini telah banyak digunakan dan kemudahan penggunaan serta akses jaringan yang mudah diperoleh. Logika *fuzzy* digunakan sebagai logika pendekatan yang mampu memberikan suatu nilai kepastian dari input yang tak tentu, maka dengan logika *fuzzy* sistem mampu menduga kejadian nilai kualitatif parameter yang digunakan sebagai informasi yang diberikan kepada pengguna. Data parameter suhu dan kelembaban digunakan sebagai input sistem peringatan dini

¹ Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian-Institut Pertanian Bogor. Email: msoul@ipb.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor

dan monitoring, sedangkan data parameter radiasi matahari hanya digunakan sebagai input sistem monitoring.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pemantauan dan peringatan dini parameter lingkungan mikro tanaman dalam greenhouse berdasarkan pendekatan logika *fuzzy* berbasis *short messaging service* (SMS).

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Pengembangan sistem ini dilakukan di Laboratorium Sistem dan Manajemen Mekanisasi Pertanian dan Laboratorium Lapangan Leuwikopo, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain rumah tanaman, Personal Computer, Portable Weather Station tipe brands YOUNG RM 26,700, translator, telepon seluler, kartu telepon seluler, aplikasi mobile Fbus v 1.5 dan kabel interface.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada pendekatan tahap pengembangan sistem informasi dengan metode *System Development Life Cycle* (SDLC) yang memiliki 5 tahapan yaitu investigasi sistem, analisis sistem, desain sistem, implementasi sistem dan pemeliharaan sistem.

Hasil dan Pembahasan

Investigasi Sistem

Pada tahapan ini dilakukan perumusan masalah, perencanaan dan juga studi kelayakan. Masalah yang timbul pada sistem pemantauan dan peringatan dini lingkungan mikro di dalam rumah kaca berbasis SMS dengan aplikasi yang dibangun sebelumnya pengiriman informasi terjadi 2 menit setelah parameter terukur, sehingga pada saat informasi diperoleh pengguna tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Studi kelayakan dilakukan untuk mengetahui layak tidaknya suatu sistem untuk dikembangkan dari segi teknis, operasional dan ekonomi. Studi kelayakan yang dilakukan antara lain studi kelayakan teknis, operasional dan ekonomi :

1. Studi Kelayakan Teknis

Pengembangan sistem ini layak secara teknis karena perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan tersedia sehingga mampu menyelesaikan permasalahan yang terjadi.

2. Studi Kelayakan Operasional

Secara operasional sistem ini layak untuk

dikembangkan dengan memperhitungkan kemudahan sistem dalam penginstalan dan pengoperasian.

3. Studi Kelayakan Ekonomi

Sistem yang dikembangkan diasumsikan diaplikasikan pada rumah kaca yang telah memiliki sensor parameter lingkungan mikro dan telah tersedia sistem *SimGreen* versi 1.0.0 sehingga dari segi ekonomi sistem layak untuk dikembangkan karena biaya yang dibutuhkan dalam pengembangan tidak mahal. Biaya operasional dari sistem meliputi biaya pemeliharaan sistem dan biaya SMS untuk pengiriman informasi.

Analisis Sistem

Pada tahap kedua dari metode SDLC dilakukan analisis sistem yang meliputi identifikasi kebutuhan dan kebutuhan fungsional.

1. Identifikasi Kebutuhan

Informasi yang dibutuhkan oleh pengguna meliputi suhu, kelembaban dan radiasi matahari. Informasi – informasi tersebut sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan informasi yang akurat dan cepat.

2. Kebutuhan Fungsional

Pengendalian lingkungan mikro dapat dilakukan apabila pengelola mendapatkan informasi dari sistem, sehingga tanaman yang dibudidayakan tidak mengalami parameter lingkungan yang melebihi batas optimum dan kerusakan tanaman dapat dikurangi.

Desain Sistem

Tahapan desain sistem merupakan prosedur untuk mengkonversi spesifikasi logis ke dalam sebuah desain yang dapat diimplementasikan pada sistem komputer organisasi sehingga dapat mencapai tujuan yang dimaksud.

1. Desain Proses

Desain proses merupakan tahapan pembuatan program yaitu dengan logika *fuzzy*. Proses sistem inferensi dari logika *fuzzy* ada 4 tahapan, yaitu *fuzzifikasi*, fungsi implikasi, komposisi aturan dan *defuzzifikasi*.

a. *Fuzzifikasi*

Fuzzifikasi merupakan prosedur untuk mengkonversi anggota himpunan tiap parameter (suhu atau RH) kedalam anggota himpunan *fuzzy* yang disebut derajat keanggotaan. Sensor tiap parameter akan membaca nilai parameter yang terjadi dalam bentuk *analog* kemudian nilai tersebut dikonversi oleh translator menjadi bilangan *digital*. Proses pembacaan data menggunakan program Q-basic dengan nama file Otomat3.bas dan selanjutnya disimpan dalam bentuk file txt.

Tabel 1. Batasan anggota himpunan fuzzy parameter suhu.

Anggota himpunan fuzzy	Error	Beda error
Negatif besar	-9.31	-34.18
Negatif kecil	-2.33	-17.09
Zero	0.00	0.00
Positif kecil	8.96	16.77
Positif besar	25.00	33.54

Tabel 2. Batasan anggota himpunan fuzzy parameter kelembaban.

Anggota himpunan fuzzy	Error	Beda error
Negatif besar	-23.98	-22.97
Negatif kecil	-9.66	-11.48
Zero	0.00	0.00
Positif kecil	7.70	11.34
Positif besar	22.48	24.45

Tabel 3. Matrik keputusan untuk parameter suhu udara.

E / dE	NB	NK	Z	PK	PB
NB	-6.00	-6.00	-4.56	-2.15	1.54
NK	-6.00	-4.56	-2.15	1.54	2.26
Z	-4.56	-2.15	1.54	2.26	4.32
PK	-2.15	1.54	2.26	4.32	6.00
PB	1.54	2.26	4.32	6.00	6.00

Tabel 4. Matrik keputusan untuk parameter kelembaban.

E / dE	NB	NK	Z	PK	PB
NB	-8.11	-8.11	-6.51	-5.92	1.51
NK	-8.11	-6.51	-5.92	1.51	3.56
Z	-6.51	-5.92	1.51	3.56	5.35
PK	-5.92	1.51	3.56	5.35	8.11
PB	1.51	3.56	5.35	8.11	8.11

Pembagian anggota himpunan pada setiap parameter fuzzy dilakukan setelah proses pemisahan antara error min dan error max serta beda error min dan beda error max. *Trial and error* pada batasan anggota himpunan dilakukan agar memperoleh akurasi tertinggi. Nilai batasan yang diperoleh berdasarkan *trial and error* tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

b. Fungsi implikasi

Tabel 5. Batasan nilai hasil defuzzifikasi untuk penggolongan jenis informasi parameter suhu yang dikirimkan.

Jenis informasi	Hasil defuzzifikasi
Suhu telah melebihi batas minimum	$wkt \geq 2.92$
Suhu akan mencapai batas minimum	$2.48 < wkt < 2.92$
Suhu dalam kondisi normal	$-3.02 < wkt \leq 2.48$
Suhu akan mencapai batas maksimum	$-3.06 \leq wkt \leq -3.02$
Suhu telah melebihi batas maksimum	$wkt \leq -3.06$

Tabel 6. Batasan nilai hasil defuzzifikasi untuk penggolongan jenis informasi parameter kelembaban yang dikirimkan.

Jenis informasi	Hasil defuzzifikasi
Kelembaban telah melebihi batas minimum	$wkt \geq 3.01$
Kelembaban akan mencapai batas minimum	$2.97 < wkt < 3.01$
Kelembaban dalam kondisi normal	$-2.5 < wkt \leq -2.97$
Kelembaban akan mencapai batas maksimum	$-2.72 \leq wkt \leq -2.5$
Kelembaban telah melebihi batas maksimum	$wkt \leq -2.72$

Tahap kedua dari sistem inferensi logika fuzzy adalah fungsi implikasi. Proses fungsi implikasi menggunakan metode dot (*product*).

c. Komposisi aturan

Komposisi aturan dibuat berdasarkan keputusan yang ingin dicapai. Berdasarkan penelitian *SimGreen* versi 1.0.0. terdapat *lagtime* selama 2 menit. yaitu mulai dari pembacaan nilai parameter oleh setiap sensor, pengkonversian dari *analog to digital*, penyimpanan data hingga informasi tersebut dikirimkan kepada operator. Komposisi aturan untuk parameter suhu dan kelembaban ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

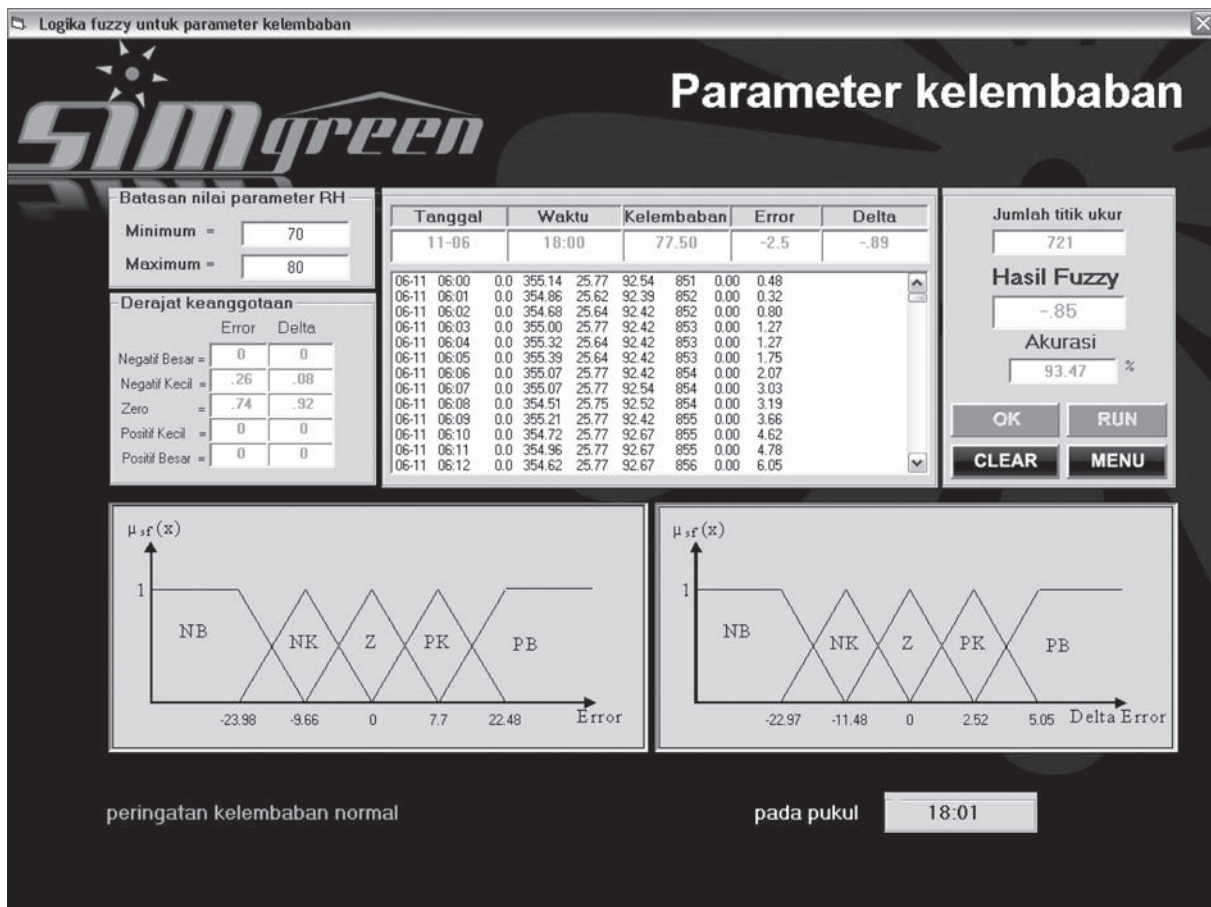
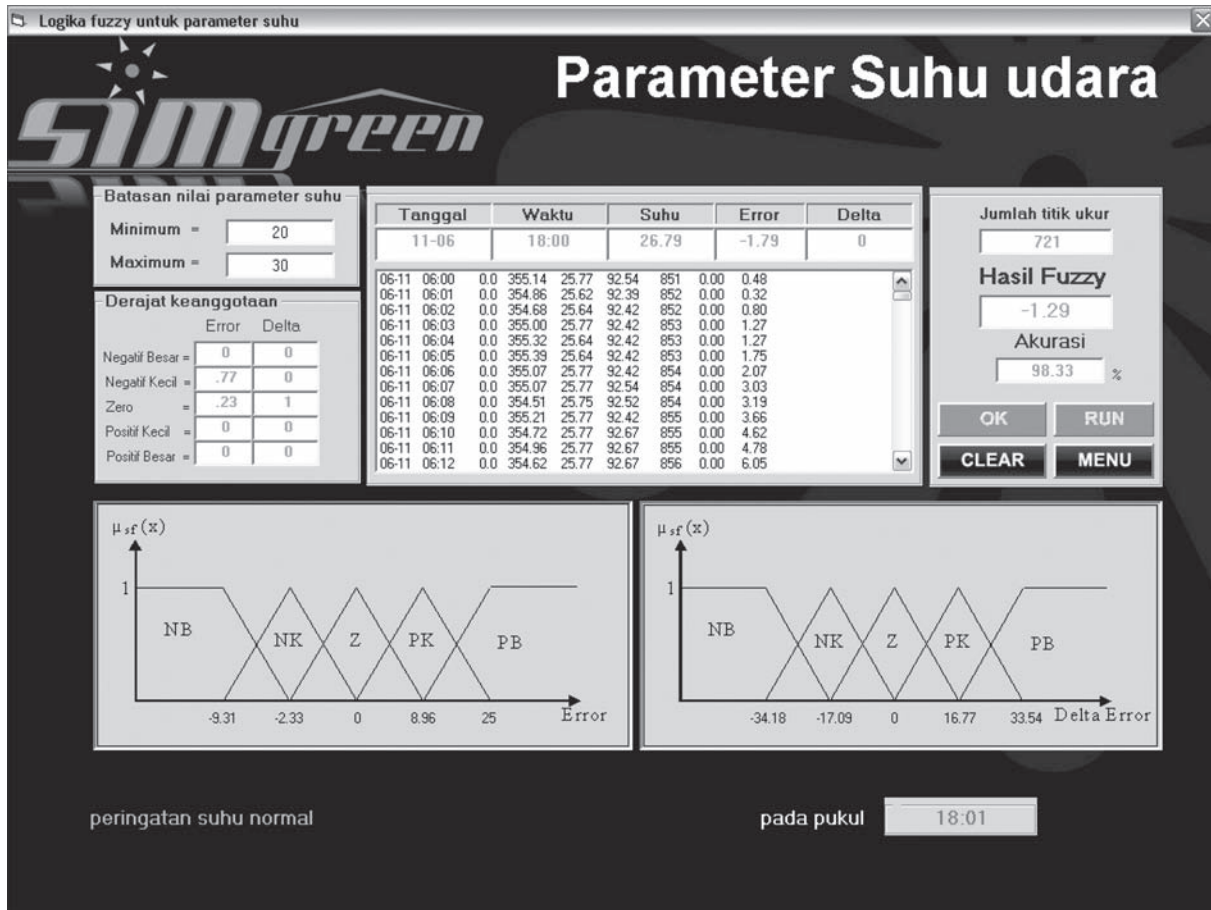
d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dari sistem inferensi fuzzy yaitu menterjemahkan hasil keluaran (U) kedalam bentuk keluaran numerik (Un) sebagai nilai yang digunakan untuk pengendalian. Metode yang digunakan adalah *Centroid of Area*. Hasil *defuzzifikasi* diperoleh nilai dalam satuan menit.

Peringatan dini akan dilakukan apabila hasil pendugaan parameter suhu atau kelembaban diduga akan melebihi batas optimumnya. Hasil *defuzzifikasi* digolongkan menjadi 5 kategori berdasarkan jenis informasi yang dikirimkan kepada pengguna. Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan penggolongan hasil *defuzzifikasi*.

2. Desain Tampilan

Tujuan pembuatan desain tampilan yaitu untuk memudahkan pengguna dalam menjalankan program, sehingga desain yang dibuat harus mudah



Gambar 1. Tampilan logika fuzzy untuk parameter suhu dan kelembaban.

dimengerti dan menarik.

Implementasi Sistem

Tahap implementasi meliputi tahap pengujian atau simulasi terhadap sistem logika *fuzzy* dan penggabungan antara sistem dengan program utama serta pengamatan terhadap sistem yang telah digabungkan.

1. Simulasi Sistem Logika Fuzzy

Pengujian yang pertama dilakukan adalah simulasi sistem logika *fuzzy* dengan menggunakan data hasil pengukuran tanggal 16, 17 April dan 08, 10, 11 Juni. Hasil simulasi diperoleh nilai rata-rata keakuratan sistem yaitu parameter suhu menggunakan data *training* diperoleh rata-rata 96.17% dan menggunakan data validasi adalah 96.75%, sedangkan parameter kelembaban dengan menggunakan data *training* diperoleh rata-rata 92.96% dan menggunakan data validasi adalah 94.06%.

Data validasi dengan selang pengukuran setiap dua menit digunakan sebagai data untuk simulasi dan untuk membandingkan kinerja sistem. Nilai keakuratan rata-rata yang diperoleh adalah parameter suhu udara 47.02% dan kelembaban 53.20%. Keakuratan yang diperoleh dari data validasi dengan selang pengukuran setiap 2 menit lebih rendah daripada data validasi dengan selang

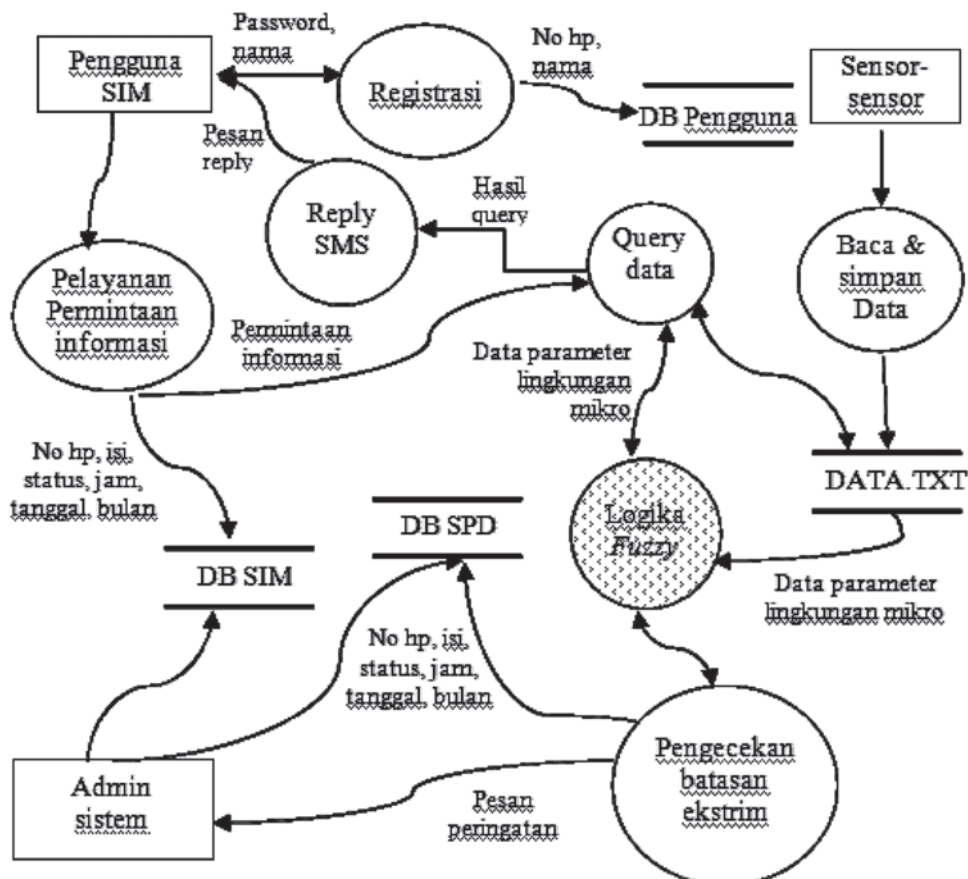
pengukuran setiap 1 menit, karena pada selang pengukuran setiap 2 menit atau lebih terdapat data pada menit antara selang yang tidak terukur oleh sistem. Sistem tidak dapat memberikan informasi kepada admin, apabila data parameter actual pada waktu yang tidak terbaca oleh sitem akan atau telah melampaui batas optimum karena proses perputaran dari sistem dilakukan tidak setiap menit.

2. Penggabungan dengan Program Utama

Penggabungan logika *fuzzy* dengan program utama dilakukan setelah simulasi sistem selesai dilaksanakan. Proses penggabungan bertujuan untuk menggabungkan logika *fuzzy* dengan aplikasi SimGreen versi 1.0.0. Analisis penggabungan program dilakukan dengan menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD). Berikut adalah skema pemograman yang digunakan dalam penggabungan antara SimGreen versi 1.0.0 dengan sistem berdasarkan pendekatan logika *fuzzy* untuk peringatan dini parameter suhu udara dan kelembaban.

3. Pengoperasian Sistem

Sistem hasil penggabungan dilakukan pengoperasian dan pengujian secara keseluruhan untuk mengetahui kinerja dari sistem, dan diperoleh nilai rata-rata lama waktu pengiriman untuk pelayanan sistem monitoring parameter suhu adalah 32.30 detik dan parameter kelembaban adalah



Gambar 2. Skema DFD penggabungan SimGreen versi 1.0.0. dengan logika fuzzy.

30.32 detik. Hasil uji coba sistem peringatan dini diperoleh nilai rata-rata waktu pengiriman informasi peringatan dini untuk parameter suhu adalah 12.96 detik dan untuk parameter kelembaban adalah 13.22 detik.

Operator seluler yang digunakan dalam tahap pengujian sistem adalah kombinasi sesama Indosat, hal ini berdasarkan penelitian Gumilang (2006) yang menyatakan bahwa kombinasi operator seluler sesama Indosat merupakan operator yang mampu memberikan pelayanan tercepat dalam memberikan informasi yang berbasis SMS untuk di daerah Laboratorium Lapangan Leuwikopo, Fateta, IPB.

Pemeliharaan Sistem

Pada tahap ini dilakukan pemeliharaan-pemeliharaan terhadap sistem secara umum baik *hardware* ataupun *software*. Dari segi *hardware* kegiatan yang dilakukan meliputi pemeliharaan telepon selular, *greenhouse*, komputer serta alat pendukung lainnya. Pemeliharaan pada telepon selular dilakukan antara lain pengisian kembali baterai telepon selular. Pemeliharaan *greenhouse*, pemeliharaan komputer dapat dilakukan baik pada *hardware* ataupun *software* komputer sistem. Pemeliharaan dari segi *software* sistem yaitu dengan cara melakukan penyesuaian kebutuhan pengguna dari segi pelaporan dan juga grafis.

Kelebihan dan Kekurangan Sistem

Kelebihan dari sistem adalah memiliki kemampuan untuk melakukan pendugaan waktu kejadian nilai parameter suhu dan kelembaban. Sistem mampu mengirimkan informasi sesuai dengan kondisi yang terjadi dan menyelesaikan masalah *lagtime* yang terjadi. Sistem peringatan dini dapat dilakukan sebelum batas optimum parameter terlampaui dan pengendalian dilaksanakan tetap pada saat parameter akan melebihi batas.

Kekurangan dari sistem yaitu ketersediaan

sensor di pasaran sulit diperoleh dan harga sensor mahal untuk pengelola yang membudidayakan tanaman dengan jumlah yang tidak sesuai dengan pendapatan yang diperoleh. Kekurangan lain dari sistem adalah dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *Microsoft Visual Basic* yang mempunyai *license* dengan biaya yang mahal sehingga solusi yang diperlukan yaitu dengan menggunakan *open source (free license)* seperti *Gambas*.

Kesimpulan

Aplikasi sistem secara keseluruhan mampu menyelesaikan masalah yang terjadi sehingga kebutuhan pengguna terpenuhi. Sistem ini masih dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan berikutnya dari pengguna. Hasil simulasi diperoleh nilai rata-rata keakuratan sistem yaitu parameter suhu menggunakan data training diperoleh rata-rata 96.17% dan menggunakan data validasi adalah 96.75%, sedangkan parameter kelembaban dengan menggunakan data training diperoleh rata-rata 92.96% dan menggunakan data validasi adalah 94.06%. Data validasi dengan selang pengukuran setiap dua menit digunakan sebagai data untuk simulasi dan untuk membandingkan kinerja sistem. Nilai keakuratan rata-rata yang diperoleh adalah parameter suhu udara 47.02% dan kelembaban 53.20%.

Daftar Pustaka

Gozali, G.A. 2006. Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Parameter Lingkungan Mikro Budidaya Tanaman pada Rumah Kaca (*Greenhouse*) Berbasis SMS (*Short Message Service*). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.