PENGATURAN SUHU RUMAH TANAMAN DENGAN KONTROL LOGIKA FUZZY

Temperature Control in Greenhouse with Fuzzy Logic Control

Eko D. Saptoto[1], Budi I. Setiawan[2] dan Marzan A. Iskandar[3]

ABSTRACT

Nowdays, greenhouse is becoming popular in tropical country for plant cultivations, which the main reason is for plant protection against unwanted disturbances i.e. from heavy rainfall, wind, pest and so on. Since most of the greenhouse are covered with transparance material such as glass plate, plastic sheet, fiberglass etc., the greenhouse effect will take place accordingly causing a temperature rise that is usually higher than that of the outside. It turns out that this rising temperature becomes a major problem that will have negative effects on the plant growth. This research aims to control the temperature in the greenhouse by applying a Fuzzy Logic Controller (FLC), first by maintaining a constant temperature in the greenhouse and secondly, by trying to equalize the temperature in the greenhouse to that of the outside. The experiment was carried out at a small scale with the greenhouse dimension of (100 x 120 x 100) cm^3. Heat from the greenhouse was expelled using an exhaust fan. The power of the fan was controlled by the FLC subjected to the real temperature changes with time. The results show that the FLC could perform good function of a temperature controller for the greenhouse. It could control the temperature in the greenhouse under the expected conditions and explained the energy consumption throughout the process.

Keywords: *Greenhouse, Temperature, Control, Fuzzy*

PENDAHULUAN

Dewasa ini, rumah tanaman dengan atap terbuat dari bahan transparan seperti kaca, serat kaca, plastik dan lain sebagainya banyak dibutuhkan untuk mengkondisikan lingkungan tumbuh yang baik bagi tanaman. Namun demikian, adanya efek rumah kaca menjadikan suhu udara di dalam rumah tanaman tersebut lebih tinggi dari suhu di luarnya terutama pada waktu siang hari. Hal ini tentunya menimbulkan efek yang tidak menguntungkan bagi tanaman itu sendiri. Berbagai cara dilakukan untuk menurunkan suhu udara tersebut, umpamanya dengan cara pendinginan, dipayungi lapisan penye-rap radiasi atau pemasangan kipas angin.

Kontrol suhu berdasarkan logika fuzzy ini sebelumnya telah dicoba pada pengendalian suhu dalam ruang penyimpanan bahan pangan (Saptomo dkk, 1996).

[1] Alumnus Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

[2] Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

[3] Staf Koordinasi Pengkajian Tenaga Listrik, Direktorat Pengkajian Ilmu Teknik, BPP Teknologi, Jakarta

Terlihat bahwa kontrol fuzzy mampu melakukan fungsinya dengan baik, bahkan ia dapat diprogram agar terjadi atau tidak terjadi lewatan (*overshoot*). Secara teoritis, inferensi fuzzy (*Fuzzy Inference*) dapat dipakai dalam proses simulasi untuk menduga kebutuhan pompa drainase di lahan gambut (Setiawan dan Saptomo, 1996; Setiawan dan Saptomo, 1997).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keragaan kontrol fuzzy untuk mengatur suhu udara dalam rumah tanaman dengan upaya agar suhu tesebut dapat dipertahankan konstan dan bisa menyamai fluktuasi suhu di luar rumah kaca tersebut.

TEORI

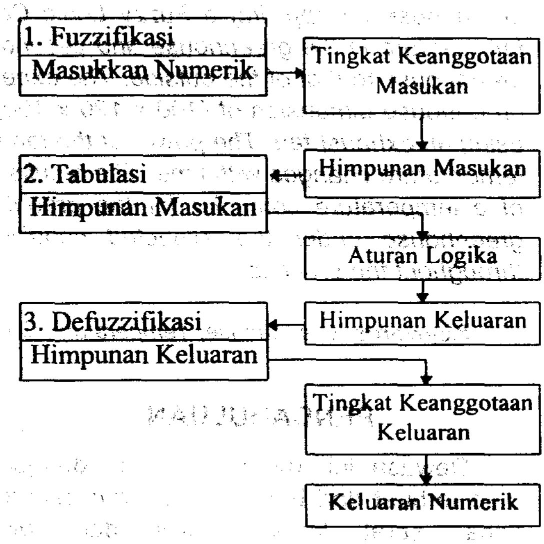
Telaahan tentang teori fuzzy dan aplikasinya dalam bidang keteknikan telah banyak dilaporkan (diantaranya: Graham dan Newell, 1987; Klir dan Folger, 1988; Rohmadnuddin, 1994; Wahyudi, 1995). Suatu himpunan fuzzy yang merupakan fungsi keanggotaan μ memetakan anggota-anggota himpunan tersebut dalam selang [0,1]. Bila x adalah anggota suatu himpunan fuzzy maka $\mu(x)$ adalah tingkat keanggo-taannya. Suatu himpunan fuzzy A dapat ditulis sebagai berikut ini : $\mu_A(x) : x \rightarrow [0,1]$. Nilai $\mu(x)$ sama dengan 0 jika x sama sekali tidak berada dalam himpunan A dan nilainya sama dengan 1 apabila x hanya anggota himpunan A. Lebih lanjut, x dapat pula menjadi anggota dua himpunan (A dan B) yang berdekatan sebagai irisannya.

Gambar 1 menyajikan tahapan-tahapan umum yang biasa dipakai merancang pengontrol fuzzy. Secara garis besarnya terlihat ada 3 (tiga) tahap, yaitu Fuzzifikasi, Tabulasi dan Defuzzifikasi.

BAHAN DAN METODE

Gambar 2 memperlihatkan *layout* percobaan yang dilakukan. Rumah tanaman berbentuk model dengan dimensi (panjang x lebar x tinggi) adalah (100 x 120 x 100) cm^3, atapnya terbuat dari fiber glass dan di salah satu dindingnya dipasang sebuah kipas dengan diameter 21 cm.

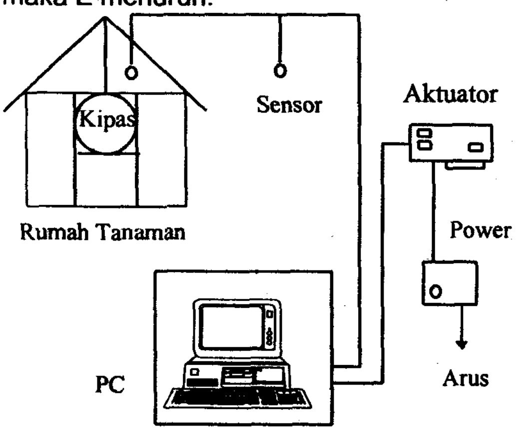
Suhu udara dalam rumah tanaman diukur menggunakan sensor Negative Temperature Coefficient (NTC) yang ditempatkan pada 4 (empat) lokasi, dan suhu udara di luar rumah kaca diukur pada satu lokasi saja. Sensor NTC ini sebelumnya dikalibrasi menggunakan Termometer Digital. Suhu udara represen-tatif dalam rumah kaca diperoleh dari rataan ke empat sensor tadi. Di sini, perbedaan antara suhu udara di dalam dan di luar rumah tanaman dinyatakan sebagai *Error* (E) dan perubahannya terhadap waktu dinyatakan sebagai *Beda Error* (dE).



Gambar 1 Skema Perancangan Sistem Kontrol Fuzzy

Kipas angin (*Exhaust Fan*) dipergu-nakan untuk meratakan dan sekaligus menurunkan suhu rumah tanaman agar mendekati suhu yang diinginkan, dalam hal ini suhu pengesetan. Daya yang diberikan pada kipas dicoba diatur oleh keluaran dari sistem kontrol ini melalui aktuator. Aktuator ini dibangun dari Opto-Triak yang terdiri dari 3 (tiga) buah IC, yaitu IC MOC 3061 untuk mengatur putaran kipas, IC NE5534A untuk melinierkan tegangan dan IC LM358 untuk penguat. Komputer yang digunakan adalah PC DX4 100 MHz dengan *interface* PCL-812G. *Interface* ini mempunyai ADC dengan resolusi 12 bit, dapat menerima 8 saluran masukan analog dengan kisaran ± 5V, ± 2.5V, ± 1.25V, ± 0.625V, ± 0.3125V serta masukan dan keluaran digital 16 bit.

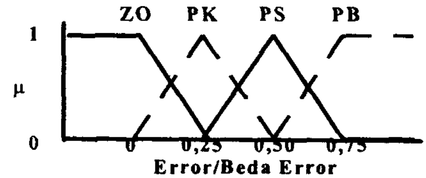
Jika suhu pada *Set Point* adalah Sp dan suhu aktual (Ta) maka E merupakan selisih antara Sp dan Ta. Jika E bernilai positif maka Ta berada di bawah Sp. Sebaliknya jika E negatif maka Ta lebih besar dari pada Sp. *Beda Error* (dE) merupakan perubahan E terhadap waktu. Jika dE positif berarti E cenderung membesar dan sebaliknya jika dE negatif maka E menurun.



Gambar 2 . Skema Pengontrolan Suhu dalam Model Rumah Tanaman

Gambar 3 memperlihatkan fungsi keanggotaan untuk *Error* dan *Beda Error* yang dipakai dalam proses fuzzifikasi. Terlihat setiap variabel numerik dipetakan ke dalam sistem fuzzy yang terdiri atas empat kriteria, yaitu Positif Besar (PB), Positif Sedang (PS), Positif Kecil (PK) dan Nol (ZO).

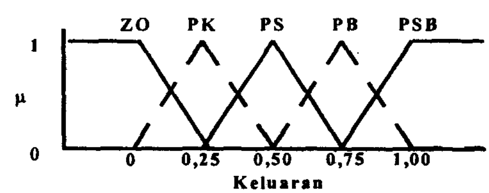
Tabel 1 merupakan matriks hasil tabulasi antara *Error* dan *Beda Error* yang akan dijadikan acuan untuk memperoleh keputusan akhir, dimana terdapat kriteria Nol (ZO), Positif Kecil (PK), Positif Sedang (PS), Positif Besar (PB) dan Positif Sangat Besar (PSB). Nilai numerik padanan keputusan akhir dalam bentuk pernyataan subjektif tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 (Proses Defuzzifikasi).



Gambar 3. Kurva segitiga bilangan fuzzy untuk *Error/Beda Error*.

Tabel 1. Tabulasi Error dan Beda Error

		Beda Error			
E		ZO	PK	PS	PB
	ZO	ZO	PK	PS	PB
	PK	PK	PS	PB	PSB
	PS	PS	PB	PSB	PSB
	PB	PB	PSB	PSB	PSB



Gambar 4. Kurva Segitiga Bilangan Fuzzy untuk Keluaran

Penentuan nilai numerik untuk keluaran hasil defuzzifikasi tersebut dihitung menggunakan formulasi pembobotan atau *Weighing Formula* (Saptomo dkk., 1996; Setiawan dan Saptomo, 1996). Hasil perhitungan ini selanjutnya dikonversikan ke bilangan biner 16 bit sebagai keluaran digital dari Sistem Pengontrol Fuzzy yang dirancang.

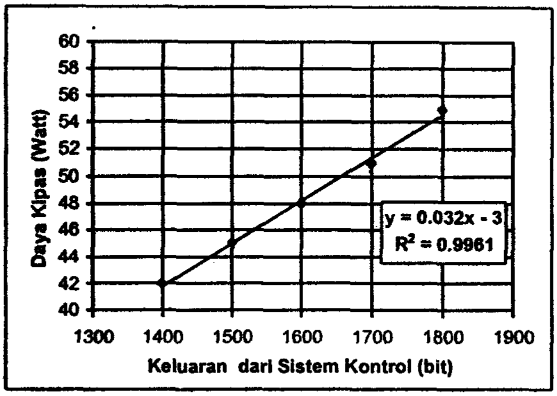
Program komputer untuk sistem kontrol ini dibuat dalam bahasa Pascal dalam lingkungan DOS. Selama proses pengaturan suhu ini, perubahan suhu baik di dalam maupun di luar rumah tanaman dapat dipantau termasuk juga perubahan daya untuk menggerakkan kipas angin (Saptoto, 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan Sistem Kontrol Fuzzy

Keragaan sistem kontrol fuzzy ini mencerminkan hubungan masukan dan keluarannya. Masukan yang pertama adalah besaran suhu, yang kemudian diterjemahkan dalam besaran tegangan listrik analog. Besaran analog ini selanjutnya ditransformasikan ke dalam bilangan biner 16 bit dan pada akhirnya, diperoleh hubungan antara bilangan biner ini dengan daya yang akan ditransfer ke sistem penggerak, yaitu kipas.

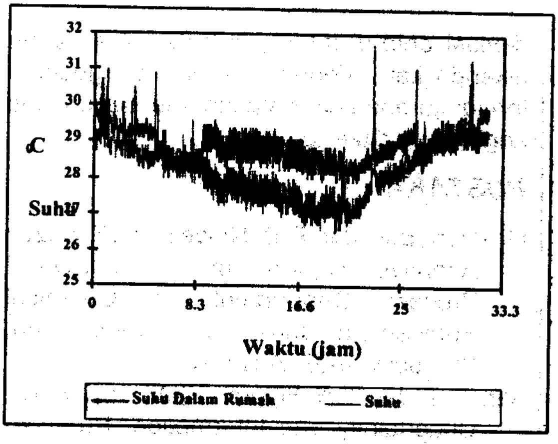
Gambar 5 memperlihatkan hubungan antara keluaran dari sistem kontrol dalam bilangan biner dengan daya yang diberikan pada kipas angin. Bilangan biner ini secara tidak langsung menunjukkan kondisi suhu dalam rumah tanaman. Dimana, semakin besar suhunya semakin besar pula bilangan binernya. Terlihat bahwa jika bilangan biner semakin besar maka daya yang diberikan pada kipas angin akan semakin membesar. Hal ini berarti dengan semakin besarnya putaran kipas angin maka akan terjadi proses pendinginan kemudian diikuti oleh penurunan suhu.



Gambar 5. Hubungan antara keluaran dari sistem kontrol dan daya kipas.

Pengaturan Suhu Rumah Tanaman

Gambar 6 memperlihatkan keragaan sistem kontrol dalam upaya mengatur suhu rumah tanaman agar nilainya sama dan terus menerus mengikuti fluktuasi suhu lingkungannya. Dengan demikian, Set Point berubah terus sesuai dengan perubahan suhu lingkungan. Pada awalnya, suhu di dalam dan di luar rumah tanaman bernilai sama, yaitu sekitar 29,5 °C. Kalau tidak dikendalikan maka suhu dalam rumah tanaman bisa naik melebihi 31 °C karena adanya pengaruh rumah kaca. Dengan sistem kontrol ini, suhu rumah tanaman masih dapat diturunkan dan pada saat-saat tertentu, yaitu antara jam 15:50-16:40 dan 20:00-01:20, suhu di dalam menyamai suhu di luar rumah tanaman. Pada waktu lainnya terlihat suhu rumah tanaman sedikit lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena adanya keterbatasan daya kipas walaupun pada saat itu kipas bekerja dengan daya penuh. Namun demikian, sistem kontrol ini berhasil dalam mengikuti fluktuasi suhu lingkungannya.



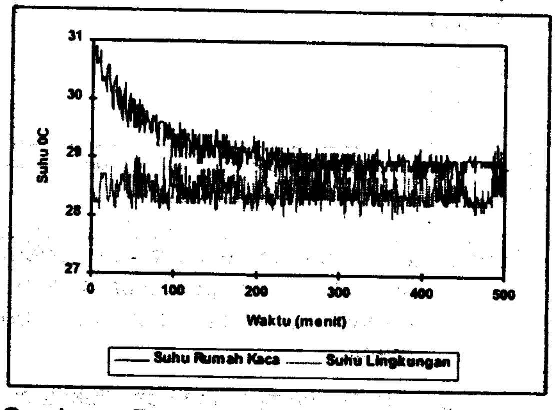
Gambar 6. Perubahan suhu di luar dan di dalam rumah tanaman selama 24 jam.

Gambar 7 memperlihatkan adaptasi sistem kontrol dalam mengejar *Set Point*, yaitu suhu lingkungan yang relatif konstan sekitar 28,5 °C selama 500 menit. Terlihat jika suhu awal rumah tanaman 31 °C maka untuk mencapai *Set Point* tersebut diperlukan waktu sekitar 200 menit. Diperkirakan jika daya kipas yang dipergunakan semakin besar maka waktu pencapaian *Set Point* tersebut bisa dipercepat.

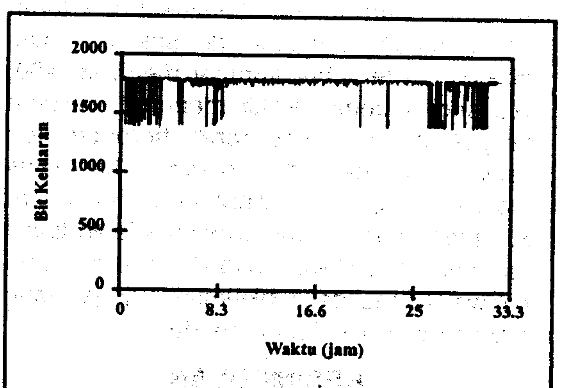
Konsumsi Energi

Secara tidak langsung, Gambar 8 dan 9 memperlihatkan konsumsi energi yang dikeluarkan masing-masing dalam pengaturan suhu rumah tanaman seperti terlihat pada Gambar 6 dan 7. Jika kurva pada Gambar 8 dan 9 diintegrasikan dengan merujuk pada Gambar 5 maka akan diperoleh daya kipas.

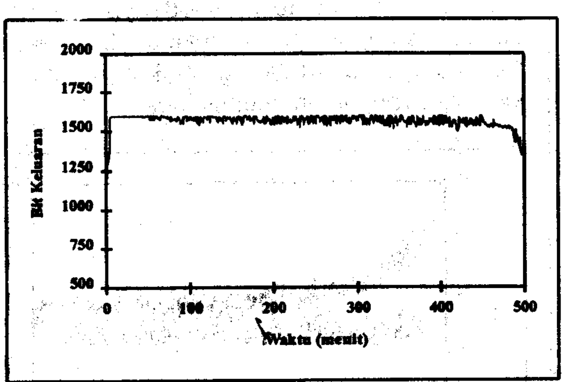
Bilangan biner dalam sistem kontrol berkisar antara 1400-1800 bit sepadan dengan daya kipas yang berkisar antara 40-55 Watt. Seperti terlihat pada Gambar 8, keluaran dari sistem kontrol berfluktuasi mengikuti perubahan suhu rumah tanaman. Selama waktu 8.3 jam pertama, perubahan keluaran sangat variatif bisa langsung mencapai batas maksimum dan minimum dalam waktu yang relatif singkat. Setelah itu, perubahan keluaran tersebut menjadi lebih stabil mendekati batas maksimum walaupun masih terlihat adanya sedikit variasi sampai pada waktu 25 jam. Selanjutnya, terjadi lagi gejolak perubahan keluaran yang lebih intensif lagi.



Gambar 7. Perubahan suhu rumah tanaman dalam pencapaian pada *Set Point*.



Gambar 8. Perubahan keluaran dari sistem kontrol dalam pengaturan suhu rumah tanaman selama lebih dari 24 jam.



Gambar 9. Perubahan keluaran dari sistem kontrol dalam pengaturan suhu rumah tanaman selama 500 menit.

Gambar 9 memperlihatkan flukstuasi keluaran sistem kontrol selama 500 menit. Keluaran mulai bergerak langsung menuju batas maksimumnya dan terus bertahan sampai mencapai sekitar 50 menit, kemudian baru terlihat flukstuasi naik turun tetapi masih berkisar di sekitar batas maksimum tersebut sampai menit ke 450, lalu sedikit demi sedikit menurun. Selama pengaturan ini, kipas terus berputar dan selalu berada di sekitar kapasitas maksimumnya. Jika dilihat kembali Gambar 6, dimana suhu rumah tanaman lebih tinggi dari pada *Set Point* maka dapat dimengerti bahwa kapasitas maksimum kipas yang digunakan masih terlalu rendah.

KESIMPULAN

Sistem kontrol fuzzy yang dikembangkan dapat mengatur suhu dalam rumah tanaman untuk menghindari kenaikan suhu sebagai akibat dari adanya efek rumah kaca. Kontrol ini berhasil mempertahankan suhu dalam rumah tanaman agar tetap konstan atau mengikuti flukstuasi perubahan suhu lingkungannya. Adanya deviasi antara suhu rumah tanaman yang dikendalikan dengan suhu pengesetan terjadi karena keterbatasan kapasitas kipas angin yang dipergunakan.

PUSTAKA

Graham, B.P. dan R.B. Newell. 1987. Fuzzy Adaptive Control of a First-Order Process. Department of Chemical Engineering. University of Queensland, St. Lucia. 4067 Australia.

Klir, G.J. dan T.A. Folger. 1988. Fuzzy Set, Uncertainity and Information. Prentice-Hall Int. Inc.

Rohmanuddin, M. 1994. Algoritma Sederhana Suatu Pengontrol Fuzzy dan Aplikasinya Pada Pengontrolan Posisi. Seminar Artificial Intelligence AI'94. UPT Komputer PIKSI Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Saptomo, S.K., B.I. Setiawan, M.A. Iskandar dan S. Sarwono. 1996. Pengontrol Suhu dengan Pengontrol Fuzzy. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, VI:2:51-132.

Saptoto, E.D. 1996. Pengaturan Suhu dalam Rumah Tanaman dengan Pengontrol Fuzzy. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Setiawan, B.I. dan S.K. Saptomo. 1996. Simulasi Pengendalian Tinggi Muka Air Tanah di Lahan Gambut dengan Pengontrol Fuzzy. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 6:2:64-70.

Setiawan, B.I. dan S.K. Saptomo. 1997. Water Control Simulation in Peat Soil using Fuzzy Logics. Proceeding 7th ICID International Drainage Workshop. 17-21 November 1997. Penang, Malaysia.