

PENDETEKSIAN DAN PENGAMANAN DINI PADA KEBAKARAN BERBASIS *PERSONAL COMPUTER* (PC) DENGAN FUZZY LOGIC

Helmy Widyantara

Program Studi S1 Sistem Komputer, STIKOM Surabaya,
Email: helmywid@stikom.edu

DETECTION AND EARLY FIRE SAFETY BASED ON PERSONAL COMPUTER (PC) USING FUZZY LOGIC

Abstract: The objective this research to design equipment based on computer that can be used as pre - detection or safety in case of fire. Equipment built consists of temperature and smoke, Programmable Pheriperal Interface (PPI) 8255, Analog to Digital Converter (ADC), Digital to Analog Converter (DAC), driver trigger and water spray. Method used in detecting and safety fire using fuzzy system that consists of fuzzification, rule based and defuzzification. The result of experiment shows that air spray automatically function based on the result of temprature and smoke sensor with fuzzy rule applied in the system.

Keywords: Fuzzy Logic, Fire Detection, Early Fire Safety

Kebakaran merupakan suatu bencana yang sangat merugikan. Dalam penanggulangan masalah kebakaran, banyak sekali ditemukan kesulitan-kesulitan, seperti sukarnya ditemukan sumber api yang menyala, sehingga api akan terus menjalar ke tempat lain dan kerugian pun akan semakin besar.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, diperlukan suatu alat yang mampu mendeteksi api secara dini dan memperkecil kemungkinan meluasnya api ke ruangan lain, sehingga keadaan akan menjadi lebih mudah dikendalikan. Penggunaan suatu *detector* (sensor) dalam mencegah bahaya kebakaran tersebut juga telah banyak digunakan. Namun, dalam hal pengoperasiannya maupun pengawasannya masih banyak yang memakai sistem konvensional.

Perkembangan teknologi dewasa ini, komputer adalah sarana yang sangat tepat untuk mengerjakan tugas tersebut. Gagasan untuk menggunakan komputer untuk mendeteksi kebakaran didasarkan pada hal di mana kegiatan ini mem-butuhkan rutinitas dan tingkat ketelitian yang sangat tinggi serta waktu antisipasi yang cepat.

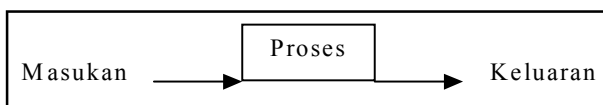
Sementara itu, saat ini penggunaan algoritma *fuzzy* juga berkembang pesat. Antara lain penerapan *fuzzy* dalam bidang kontrol seperti yang telah dikembangkan oleh para peneliti sebelumnya (Rahmat, 2000, 2001; Setianto & Rahmat, 1999; Wang, 1994, 1997). Kelebihan dari sistem ini adalah mampu memproses masukan berupa nilai-nilai riil (eksak) ke dalam besaran *fuzzy* dan mengolahnnya

menggunakan basis aturan untuk menghasilkan keputusan yang merupakan keluaran sistem *fuzzy* dengan sangat cepat.

Pada penelitian ini, untuk kebutuhan dalam hal pendeteksian dini kebakaran dan segera mengatasinya merupakan dua hal yang membutuhkan penanganan yang sangat cepat. Dengan memasukkan algoritma *fuzzy* sebagai dasar pengendalian sistem komputer diharapkan sistem ini mampu melakukan pendeteksian dini kebakaran dan segera dapat mengatasinya secara otomatis. Oleh karena itu, permasalahan penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membuat sistem peralatan berbasis komputer sebagai sistem pendeteksi dini kebakaran berbasis *fuzzy* yang dilengkapi dengan alat penyemprot air. Sedangkan, tujuan penelitian ini adalah merancang dan menerapkan sistem kontrol *fuzzy* pada pendekteksian dini kebakaran.

Sistem Pengaturan

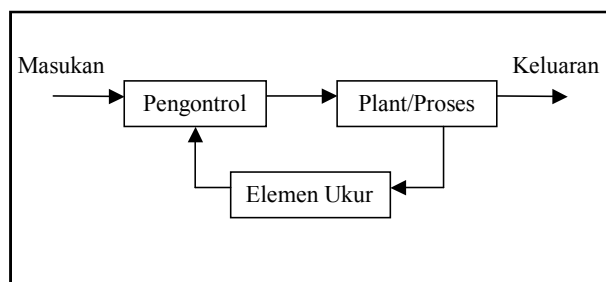
Sistem pengaturan adalah hubungan timbal balik antara komponen-komponen yang membentuk suatu konfigurasi sistem yang memberikan suatu hasil yang dikehendaki (Dorf, 1983:1). Hasil ini dinamakan respon sistem termaksud. Dasar untuk menganalisa suatu sistem adalah landasan yang diberikan oleh teori sistem linier, yang menganggap adanya hubungan linier antara sebab dan akibat suatu sistem. Karena itu, maka komponen atau proses yang akan diatur dapat digambarkan dalam suatu blok yaitu pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses yang Diatur

Hubungan antara masukan (*input*) dengan keluaran (*output*) melukiskan hubungan antara sebab dan akibat proses yang terlibat, yang pada gilirannya, juga menggambarkan bagaimana proses yang akan terjadi pada sinyal (*signal*) masukan, untuk menghasilkan variabel sinyal keluaran yang seringkali disertai dengan suatu penguatan daya.

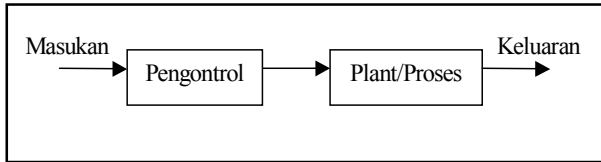
Sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan (Ogata, 1993:4). Jadi, sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol berumpan-balik. Sinyal kesalahan penggerak yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran dan turunannya) diumpankan ke pengontrol untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Dengan kata lain, istilah “lup tertutup” berarti menggunakan aksi umpan balik untuk memperkecil kesalahan sistem. Gambar 2 menunjukkan hubungan masukan-keluaran dari sistem kontrol lup tertutup.



Gambar 2 Sistem Kontrol Lup Tertutup.

Sistem kontrol lup terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan (Ogata, 1993:6). Jadi pada sistem kontrol lup terbuka, keluaran tidak diukur atau

diumpun-balikkan untuk dibandingkan dengan masukan. Gambar 3 menunjukkan hubungan masukan dan keluaran untuk sistem lup terbuka.



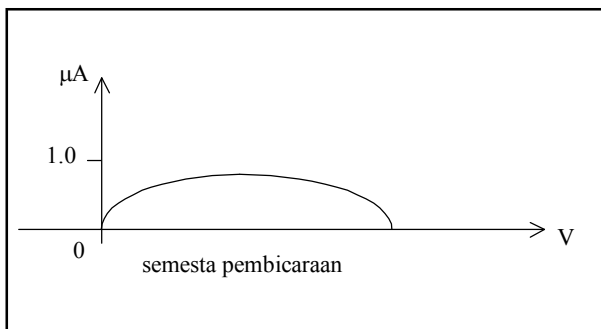
Gambar 3 Sistem Kontrol Lup Terbuka

Teori Sistem Fuzzy

Teori himpunan fuzzy ini didasarkan pada logika fuzzy (Kosko, 1992). Terdapat nilai logika antara 0 dan 1 yang menyatakan tingkat kebenaran. Misalnya, V adalah kumpulan obyek yang secara umum dinyatakan dengan {v}, yang bisa berharga diskrit atau kontinyu. V disebut semesta pembicaraan (*universe of discourse*), dan v mewakili elemen-elemen V. Suatu himpunan fuzzy A dalam semesta pembicaraan V dapat dinyatakan oleh suatu fungsi keanggotaan μ_A (*membership function*) yang mewakili nilai dalam interfal nilai logika [0,1] untuk setiap v dalam V dan dinyatakan sebagai:

$$\mu_A = V \rightarrow [0,1] \tag{1}$$

Yang dapat digambarkan dalam bentuk seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Himpunan Fuzzy dan Fungsi Keanggotaan

Himpunan fuzzy A dalam himpunan semesta V dapat dinyatakan sebagai pasangan antara elemen v dan tingkat fungsi keanggotaan, atau:

$$A = \{(v, \mu_A(v)) / v \in V\} \tag{2}$$

Semua elemen v dalam V memberikan nilai $\mu_A > 0$ disebut sebagai penyokong (*support*) dari himpunan fuzzy yang bersangkutan, jika $\mu_A = 0.5$ maka v disebut sebagai titik silang (*crossover*) dan himpunan fuzzy di mana penyokongnya bernilai 1.0 disebut sebagai fuzzy tunggal (*singleton*).

Fungsi keanggotaan fuzzy yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

1. Fungsi keanggotaan segitiga

Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a,b,c dengan formulasi:

$$\text{segitiga}(x; a, b, c) = \max \left[\min \left(\left(\frac{x-a}{b-a} \right), \left(\frac{c-x}{c-b} \right) \right), 0 \right] \tag{3}$$

2. Fungsi keanggotaan trapesium

Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a,b,c,d dengan formulasi:

$$\text{trapesium}(x; a, b, c, d) = \max \left[\min \left(\min \left(\left(\frac{x-a}{b-a} \right), 1 \right), \left(\frac{d-x}{d-c} \right) \right), 0 \right] \tag{4}$$

3. Fungsi keanggotaan gaussian

Fungsi yang mempunyai parameter a, σ dengan formulasi:

$$\text{gaussian}(x; \sigma, a) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-c}{\sigma} \right)^2 \right] \tag{5}$$

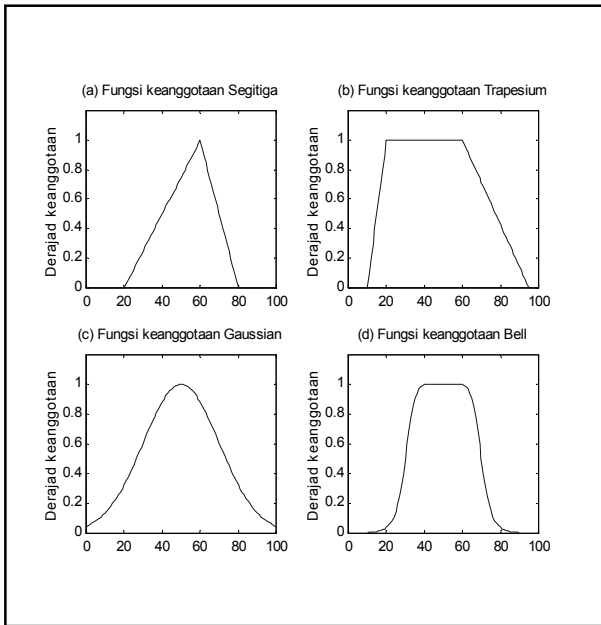
4. Fungsi keanggotaan bell yang diperluas.

Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a,b,c dengan formulasi:

$$\text{bell}(x; a, b, c) = \frac{1}{\left(1 + \left| \frac{(x-c)^2}{a} \right|^{2b} \right)} \tag{6}$$

dengan b positif. Jika b negatif fungsi keanggotaan menjadi fungsi keanggotaan bell

terbalik. Ilustrasi dari keempat fungsi keanggotaan di atas diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Jenis Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Basis aturan merupakan inti dari sistem fuzzy, karena pada bagian ini berada sekumpulan aturan dalam bentuk

if $x_1(k)$ is A_1^l and ... and $x_n(k)$ is A_n^l and $x_1(k+1)$ is B_1^l and ... and $x_n(k+1)$ is B_n^l Then $u^l = a_1^l x_1(k) + \dots + a_n^l x_n(k) + b_1^l x_1(k+1) + \dots + b_n^l x_n(k+1) + c^l$. (7)

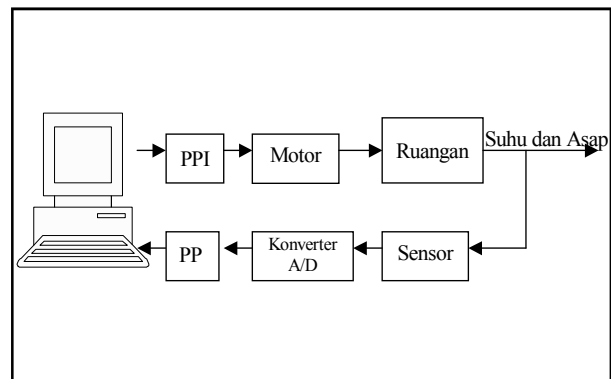
dengan $l = 1, 2, \dots, M$, A_i^j, B_i^j merupakan himpunan fuzzy yang dibentuk, sedangkan a_i^j, b_i^j, c_i^j merupakan parameter-parameter, M jumlah aturan, dan x, u merupakan masukan dan keluaran pada sistem fuzzy (Jang, Sun, Mizutani, 1996). Aturan if-then pada logika fuzzy adalah pernyataan dari bentuk jika A maka B, di mana A dan B adalah himpunan fuzzy.

Karena keringkasannya, bentuk ini sering digunakan untuk mewakili kemampuan manusia untuk mengambil keputusan atas suatu kondisi yang penuh dengan ketidakpastian dan ketidaktepatan. Contohnya, jika tekanan tinggi, maka volume kecil, di mana tinggi dan kecil adalah besaran kualitatif yang dijelaskan dalam fungsi keanggotaan.

METODE

Tahap-tahap yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian adalah: (1) perancangan sistem kontrol, (2) perancangan perangkat keras, (3) perancangan perangkat lunak, dan (4) pengambilan data.

Sistem kontrol yang diusulkan (dirancang) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Blok Diagram Sistem Kontrol

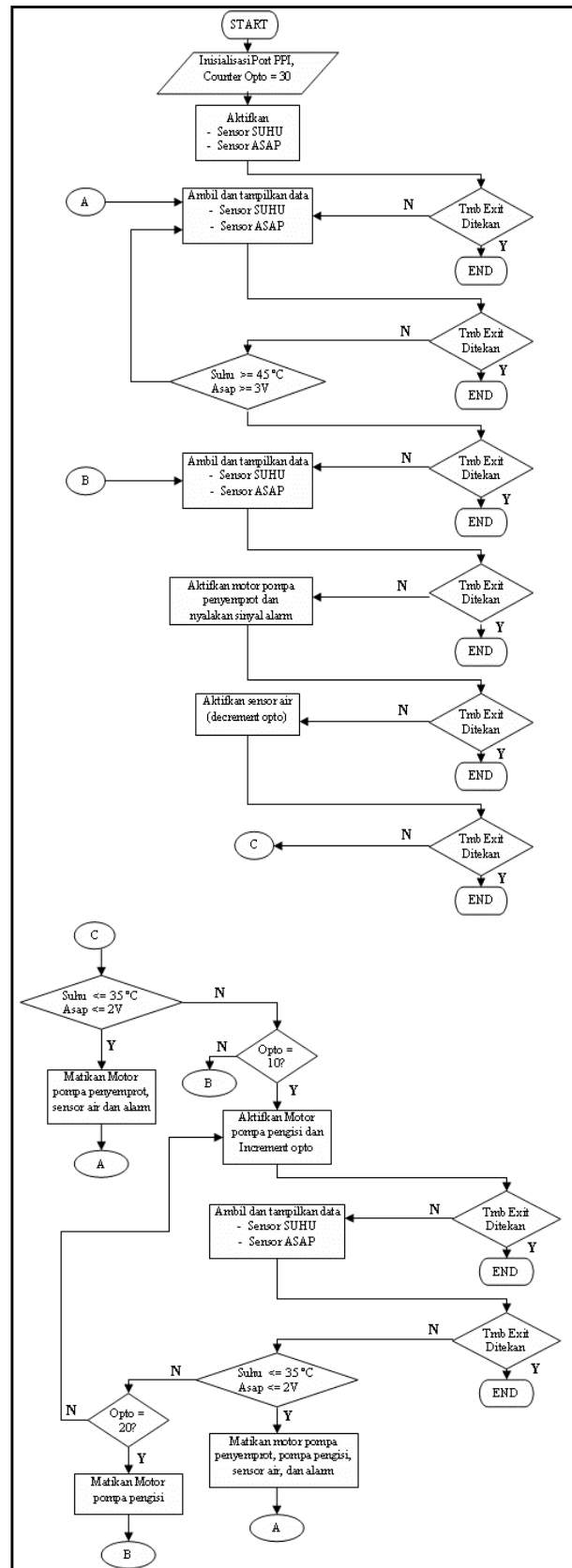
Sistem kontrol pendeteksian dan pengamanan dini kebakaran menggunakan sistem kontrol lup tertutup. Di mana yang bertugas sebagai pengontrol yaitu komputer melalui PPI 8255. Sedangkan, plant yang digunakan pada sistem ini yaitu motor pompa. Elemen ukurnya menggunakan suatu sensor, untuk mendeteksi suhu digunakan LM35, sedangkan untuk mendeteksi asap di dalam ruangan meng-

gunakan sensor AF30. Umpan balik pada sistem ini adalah tegangan keluaran dari sensor suhu dan asap

Sistem mengendalikan motor pompa dengan menggunakan sensor untuk mendeteksi keadaan di dalam ruangan. Jadi, keadaan di dalam ruangan itulah yang akan menjadi awal bekerjanya sistem. Mula-mula sensor tersebut akan mengambil data keadaan ruangan melalui sensor dalam bentuk tegangan analog yang kemudian dikirim ke *ADC* untuk diubah menjadi 8 bit data digital. Kemudian, keluaran *ADC* diterima oleh komputer melalui *PPI 8255*. *Input* dari sensor itulah yang akan menyebabkan sistem memberikan jenis *output* yang sesuai. Jika data sensor suhu $\geq 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan sensor asap $\geq 3\text{ V}$, maka pompa tersebut akan terpicu dan mulai mendistribusikan air pada miniatur ruangan. Karena adanya pendistribusian air ke dalam ruangan, maka data suhu ataupun asap akan berkurang. Jika data sensor suhu $\leq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan sensor asap $\leq 2\text{ V}$, maka secara otomatis akan mematikan motor pompa. Pada saat motor pompa menyala, ketinggian permukaan air pada tangki penyemprot akan berkurang karena adanya pendistribusian air ke dalam ruangan. Pendeteksian ketinggian permukaan air pada tangki penyemprot menggunakan *optocoupler*. Di mana perubahan ketinggian permukaan air akan selalu ditampilkan pada layar monitor.

Gambar 7 adalah *flowchart* dari perancangan sistem kontrol secara umum pendeteksian dan pengamanan dini kebakaran berbasis *PC*.

Jika program sistem pengendalian secara umum sudah berhasil, tinggal dikembangkan algoritma pengendaliannya menggunakan sistem *fuzzy*.

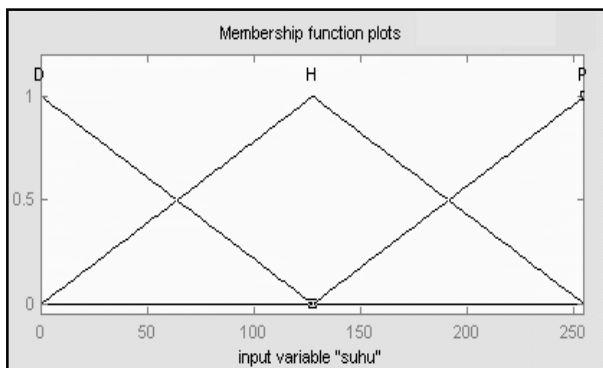


Gambar 7 *Flowchart* Sistem Kontrol

Perancangan dan pembuatan perangkat lunak untuk sistem pengendalian menggunakan algoritma sistem *fuzzy* dari sistem ini terdiri dari tiga tahap, yaitu: (1) fuzzifikasi, (2) pembuatan basis aturan dan (3) defuzzifikasi.

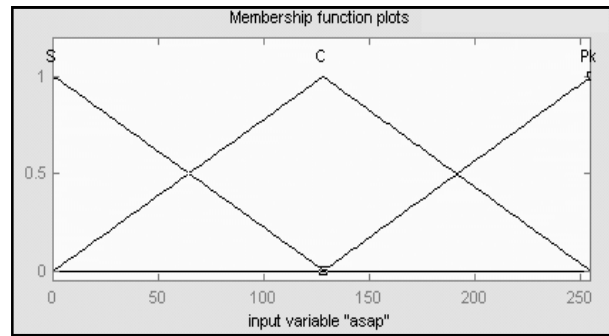
Masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut: Program fuzzifikasi digunakan untuk mengubah besaran masukan berupa suhu dan asap dalam digital (hasil pembacaan *ADC*) ke dalam besaran *fuzzy*. Serta besaran keluaran berupa banyak sedikitnya air hasil keluaran alat semprot setelah mendapatkan tegangan dari rangkaian *DAC*. Dalam penelitian ini, digunakan fungsi keanggotaan segitiga. Masing-masing dapat digambarkan sebagai berikut.

Untuk fungsi keanggotaan suhu, besaran *fuzzy* yang digunakan adalah Dingin (D), Hangat (H) dan Panas (P). Fungsi keanggotaan segitiga untuk hasil pembacaan sensor suhu seperti terlihat pada Gambar 8.



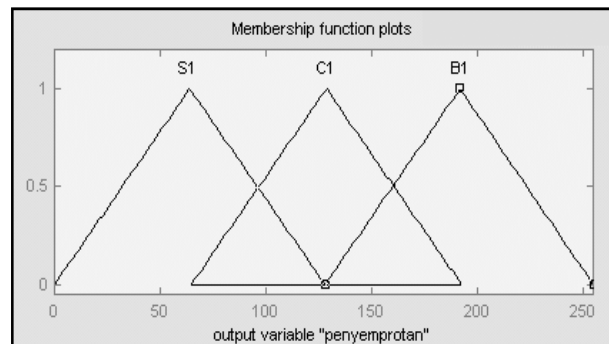
Gambar 8 Fungsi Keanggotaan Suhu

Untuk fungsi keanggotaan asap, besaran *fuzzy* yang digunakan adalah Sedikit (S), Cukup (C) dan Pekat (Pk). Fungsi keanggotaan segitiga untuk hasil pembacaan sensor asap seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Fungsi Keanggotaan Asap

Sedangkan, untuk keluaran sistem berupa data digital yang nantinya akan diubah oleh rangkaian *DAC* untuk menggerakkan alat penyemprot, menggunakan besaran *fuzzy* yaitu Sedikit (S1), Cukup (C1) dan Banyak (B1). Fungsi keanggotaan segitiga untuk rangkaian *DAC* seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Fungsi Keanggotaan Rangkaian *DAC*

Untuk basis aturan *fuzzy* dari sistem ini dinyatakan dalam bentuk implikasi atau aturan *if-then* (jika-maka), sebagai berikut:

1. Aturan 1: jika Suhu = D dan Asap = S, Penyemprotan Air = S1,
2. Aturan 2: jika Suhu = D dan Asap = C, Penyemprotan Air = C1,
3. Aturan 3: jika Suhu = D dan Asap = Pk, Penyemprotan Air = B1,

Dan seterusnya sampai dengan 9 aturan. Basis aturan ini dapat diringkas dalam bentuk tabel basis aturan seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Basis Aturan Fuzzy

		Suhu		
		D	H	P
Asap	S	S1	S1	C1
	C	C1	C1	B1
	Pk	B1	B1	B1

Tahap terakhir dari pemrograman sistem ini, yaitu pembuatan program defuzzifikasi untuk mengubah dari variabel *fuzzy* hasil keputusan menggunakan basis aturan ke dalam bentuk nilai digital (*crisp*). Program defuzzifikasi mengikuti metoda *Center Of Area (COA)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian

Pengujian terhadap sistem dilakukan dengan cara melakukan implementasi algoritma kontrol ke sistem, tetapi perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu antara perangkat keras dengan program yang dibuat. Pengujian sensor suhu dilakukan dengan memberi

input panas ke dalam miniatur ruangan. Pengkondisian temperatur yang digunakan antara 30 °C sampai dengan 50 °C, kemudian digunakan termometer digital dan *avometer* digital untuk mengetahui nilai tegangan keluaran dari sensor suhu. Data diambil 11 *sample* dengan perubahan temperatur inputan sebesar 2 °C. Pada pengujian ini dilakukan 3 kali pengambilan data untuk tiap-tiap *sample* temperatur. Dan hasilnya bisa dilihat pada Tabel 2.

Pada pengujian sensor asap, metode pengujian yang dilakukan sama seperti pada pengujian sensor suhu. Pengujian dilakukan hanya sebatas keluaran dari jenis sensor asap jenis AF30 yaitu berupa tegangan antara 0V – 5V dan data yang ditampilkan pada monitor dalam satuan tegangan/*volt*. Dalam hal ini sensor diberikan kadar asap, sehingga apabila tegangan dari sensor asap $\geq 3V$, maka motor pompa penyemprot akan aktif dan motor pompa penyemprot akan berhenti apabila tegangan sensor asap $\leq 2V$.

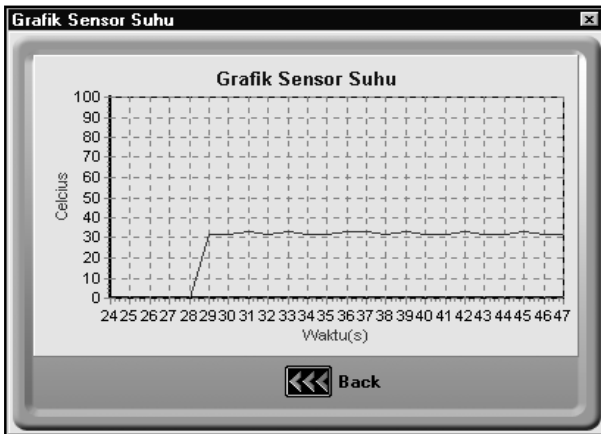
Pembahasan Hasil

Data dari sensor suhu yang ditampilkan pada *form* utama dapat dilihat dalam bentuk grafik yaitu

Tabel 2 Hasil Pengujian Karakteristik IC LM 35

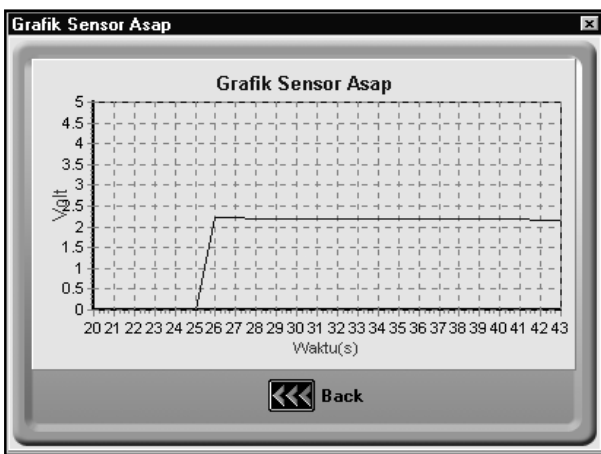
No.	Suhu (°C)	V out I	V out II	V out III	V out rata-rata (Volt)
1	30	0,299 V	0,301 V	0,297 V	0,299
2	32	0,320 V	0,318 V	0,316 V	0,318
3	34	0,341 V	0,343 V	0,338 V	0,341
4	36	0,356 V	0,359 V	0,359 V	0,358
5	38	0,378 V	0,376 V	0,377 V	0,377
6	40	0,400 V	0,399 V	0,401 V	0,400
7	42	0,417 V	0,418 V	0,420 V	0,418
8	44	0,437 V	0,437 V	0,438 V	0,437
9	46	0,462 V	0,461 V	0,461 V	0,461
10	48	0,477 V	0,477 V	0,478 V	0,477
11	50	0,502 V	0,501 V	0,499 V	0,501
Jumlah V out rata-rata					4,387

pada *form* grafik sensor suhu dalam satuan derajat celcius tiap 1 detik. Tampilan grafik sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan Grafik Sensor Suhu

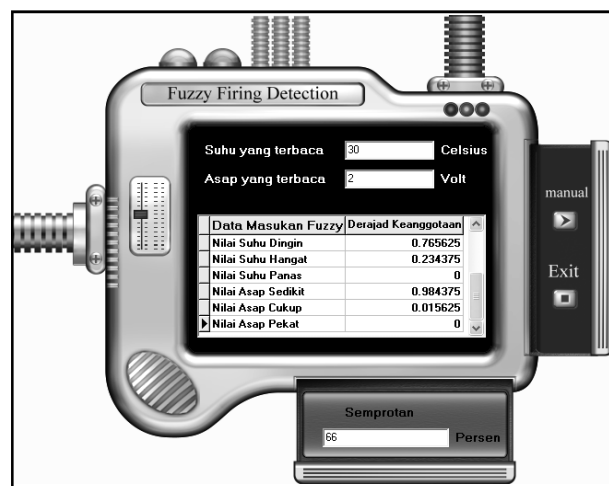
Data dari sensor asap yang ditampilkan pada *form* utama dapat dilihat dalam bentuk grafik yaitu pada *form* grafik sensor asap dalam satuan volt tiap 1 detik, yang gambarnya bisa dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Tampilan Grafik Sensor Asap

Pada *form* utama berisi informasi mengenai sensor suhu, sensor asap dan sensor air. Suhu

ruangan dideteksi oleh sensor suhu LM 35, kadar asap dalam ruangan dideteksi oleh sensor asap AF 30 dan ketinggian permukaan air pada tangki dapat diketahui oleh *optocoupler*. Di samping itu terdapat informasi mengenai alarm sinyal kebakaran. Alarm sinyal akan berwarna merah jika terdeteksi kebakaran. Selanjutnya, berdasarkan pembacaan sensor suhu dan asap berdasarkan desain dari *Fuzzy Rule* maka sistem secara otomatis akan melakukan penyemprotan air ke dalam ruangan seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Tampilan *Form* Utama

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa sistem penyemprot air bekerja secara otomatis berdasarkan hasil bacaan sensor suhu dan asap sesuai dengan aturan *fuzzy* yang diterapkan dalam sistem. Algoritma pengendalian berbasis *fuzzy* terbukti dapat diterapkan dalam kasus deteksi dini kebakaran.

Sebagai pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini, yaitu sebaiknya alat deteksi dini kebakaran ini dirancang bisa bergerak (*mobile*) leluasa. Se-

hingga, pada saat alat ini mengetahui ada hal yang mencurigakan di suatu lokasi, alat ini dapat mencapai tempat tersebut dan memberikan penyemprotan air. Dapat dipikirkan untuk penggunaan algoritma lain selain algoritma *fuzzy*, yaitu antara lain: *Hybrid Algorithm*.

RUJUKAN

- Dorf, RC. 1983. *Sistem Pengaturan*, Jakarta: Erlangga.
- Jang, J.-S.R, Sun, C.-T & Mizutani, E. 1996. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. London: Prentice Hall Inc.
- Kosko, B. 1992. *Neural Networks and Fuzzy Systems*. London: Prentice Hall Inc.
- Ogata, K. 1993. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Jakarta: Erlangga.
- Rahmat, B. 2000. *Perancangan Pengontrol Neuro-Fuzzy untuk Pertumbuhan Saccharomyces cerevisiae dalam Proses Fermentasi*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: Program Pasca Sarjana ITB.
- Rahmat, B. 2001. Aplikasi Mikrokontroler PIC 16C74 untuk Kontrol Aliran Udara Berbasis Logika Fuzzy. *Jurnal Gematek*, 3 (2).
- Setianto & Rahmat, B. 1999. Pengaturan lampu Lalulintas Berbasis Fuzzy Logic. *ELEKTRO Indonesia*, 28 (6).
- Wang, L. 1994. *Adaptive Fuzzy Systems and Control*, London: Prentice Hall.
- Wang, L. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. London: Prentice-Hall.

