

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak dapat memisahkan sesuatu masalah dengan jawaban sederhana yaitu “ya” atau “tidak”. Sebagai contoh, untuk meenytakan seseorang berbadan “tinggi”, amat bersifat relatif. Demikian juga untuk menyatakan warna “abu-abu” yang merupakan campuran warna hitam dengan putih.

Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1. Himpunan ini disebut dengan Himpunan Kabur (Fuzzy Set).

Selama beberapa dekade yang lalu, hubungan fuzzy dan hubungannya dengan logika fuzzy telah digunakan pada lingkup domain permasalahan yang cukup luas. Lingkup ini antara lain mencakup kendali proses, klasifikasi dan pencocokan pola, manajemen dan pengambilan keputusan, riset operasi, ekonomi, dll. Sejak tahun 1985, terjadi perkembangan yang sangat pesat pada logika fuzzy tersebut terutama dalam hubungannya dengan penyelesaian kendali, terutama yang bersifat non-linear, ill-defined, time-varying, dan situasi yang sangat kompleks.

#### **1.1. Apa yang dimaksud dengan Logika Fuzzy?**

Orang yang belum pernah mengenal logika fuzzy pasti akan mengira bahwa logika fuzzy adalah sesuatu yang amat rumit dan tidak mengenakkan. Namun, sekali orang mengenalnya, ia pasti akan tertarik dan akan menjadi pendatang baru untuk ikut serta mempelajari logika fuzzy. Logika fuzzy dikatakan logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika fuzzy itu sendiri itu sudah ada pada diri kita sejak lama.

Logika fuzzy merupakan pengembangan dari teori himpunan fuzzy yang diprakarsai oleh Prof. Lofti Zadeh dari University California USA, pada tahun 1965. Logika fuzzy berbeda dengan logika digital biasa, dimana logika digital biasa hanya me-ngeenal dua keadaan yaitu: Ya\_Tidak atau ON\_OFF atau High\_Low atau "1"\_"0". Sedangkan Logika Fuzzy meniru cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaran suatu nilai.

Pada Logika Fuzzy dapat memberikan suatu nilai dari nol secara kontinu sampai nilai satu. Perkembangan teori Logika Fuzzy telah menarik pakar sistem kendali untuk meman-faatkannya dalam pengendalian suatu sis-tem dalam bentuk alogaritma algoritma otomatis yang dapat dinyatakan, seperti dalam pemakaian pengaturan lalu lintas, sistem transmisi otomatis, alat rumah tangga, industri dan lain-lainnya.

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Sebagai contoh:

- § Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
- § Pelayan restoran memberikan pelayanan kepada tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan.
- § Anda mengatakan kepada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.
- § Penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir akan mengatur pijakan gasnya.

Penggunaan pengendali Logika Fuzzy dilaporkan sangat sesuai untuk sistem-sistem yang sulit di-pahami atau di-wa- kilkan dengan suatu model matematik yang teliti, tetapi harus ada suatu operator, dalam hal ini ma-nusia yang telah berpengalaman dan mampu me-ngendalikan sistem tersebut secara baik dan

memuaskan, serta dapat memberikan aturan-aturan pengendalian secara kualitatif dalam bentuk kalimat-kalimat Fuzzy.

Dalam perjalanan perkembangan suatu generasi teknologi menjadi lebih mantap dan berdaya guna tinggi, membutuhkan adanya pengembangan dasar pengetahuan dan dilakukannya berbagai macam riset atau penelitian yang bersifat eksperimental. Penelitian atau riset ini akan memberikan jawaban terhadap pertanyaan mendasar seperti : teori-teori apa saja yang masih secara praktis masih relevan untuk kemudian dikembangkan atau teori mana saja yang sama sekali tidak bisa digunakan lagi? Teori yang bermanfaat adalah teori yang dianggap mampu menjembatani penggabungan pengendali fuzzy dengan sistem kendali konvensional atau algoritma kendali modern seperti jaringan neural, algoritma genetik, dan lain sebagainya.

Pada generasi pertama teknologi fuzzy, terdapat beberapa kendala yang ditemui untuk mengembangkan pada industri-industri atau sistem kendali yang telah ada. Saat itu belum ada metodologi yang sistematis tentang aplikasi pengendali fuzzy, penentuan rancang bangun yang tepat, analisa permasalahan, dan bagaimana pengaruh perubahan parameter sistem terhadap kualitas unjuk kerja sistem. Jadi tidak bisa diharapkan suatu rancang bangun yang universal dan strategi optimasi fuzzy dapat segera digunakan secara praktis.

Saat ini logika fuzzy telah berhasil menerobos kendala-kendala yang dulu pernah ditemui dan segera menjadi basis teknologi tinggi. Penerapan teori logika ini dianggap mampu menciptakan sebuah revolusi dalam teknologi. Sebagai contoh, mulai tahun 90-an para manufaktur industri yang bergerak di bidang Distributed Control System (DCSs), Programmable Controllers (PLCs), dan Microcontrollers (MCUs) telah menyatukan sistem logika fuzzy pada barang produksi mereka dan memiliki prospek ekonomi yang baik. Sebuah perusahaan mikroprosesor terkemuka, Motorola, dalam sebuah jurnal teknologi, pernah menyatakan "*... bahwa logika fuzzy pada masa-masa mendatang akan memainkan peranan penting pada sistem kendali digital*"(1). Pada saat yang bersamaan, pertumbuhan yang luar biasa terjadi pada industri perangkat lunak

yang menawarkan kemudahan penggunaan logika fuzzy dan penerapannya pada setiap aspek kehidupan sehari-hari.

Perusahaan Jerman Siemens yang bergerak diberbagai bidang teknik seperti otomatisasi industri, pembangkit tenaga, semikonduktor, jaringan komunikasi publik dan pribadi, otomotif dan sistem transportasi, sistem audio dan video, dan lain sebagainya, beberapa tahun belakangan ini telah membentuk kelompok riset khusus tentang fuzzy. Tujuannya untuk melakukan penelitian dan pengembangan yang sistematis tentang logika fuzzy pada setiap aspek teknologi.

## **1.2. Mengapa Menggunakan Logika Fuzzy ?**

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain :

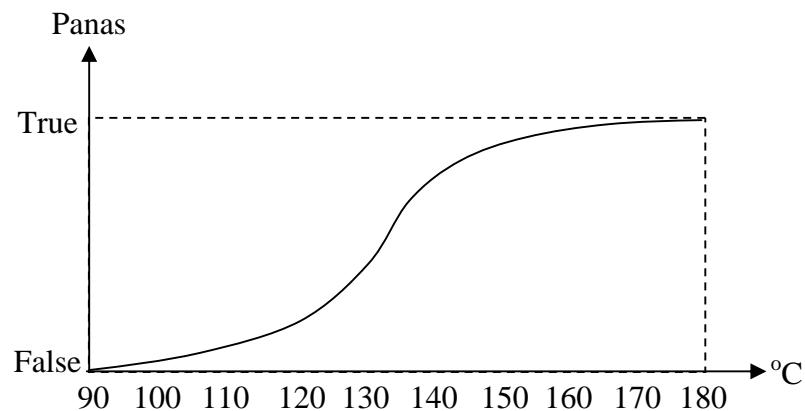
- § Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
- § Logika fuzzy sangat fleksibel.
- § Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
- § Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- § Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- § Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- § Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

## **1.3. Watak Kekaburan**

Perhatikan pernyataan di bawah ini:

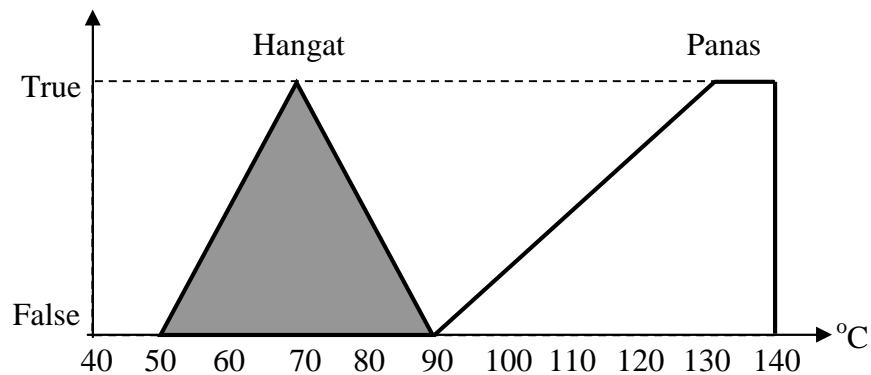
*Mesin yang digunakan terus-menerus akan cepat panas*

Kita tidak dapat menentukan dengan tepat batasan terus-menerus, cepat dan panas. Sebagai contoh: himpunan temperatur yang akan mempengaruhi kondisi panas tidak bersifat diskret dan dibatasi oleh kondisi HANGAT atau agak PANAS yang digambarkan dengan kurva kontinu yang berhubungan dengan temperatur-temperatur yang berbeda.



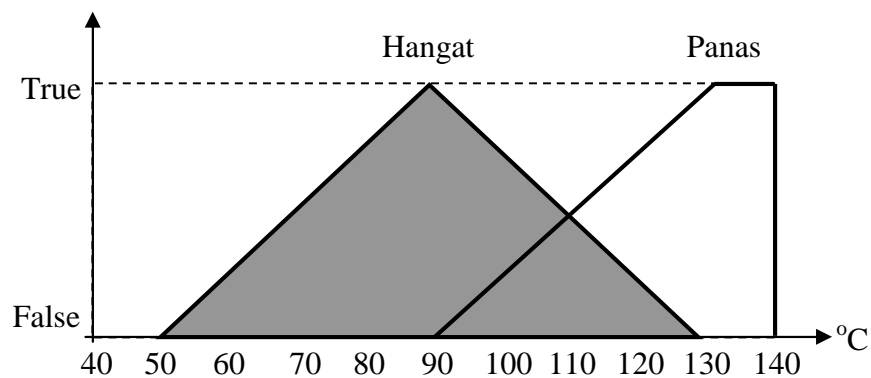
*Gambar 1.1. Konsep Panas Pada Motor*

Temperatur 90°C dikatakan benar-benar tidak PANAS jika disetujui bahwa 180°C adalah sangat PANAS. Andaikan kita ingin membagi temperatur selama 2 bagian yaitu PANAS dan tidak PANAS, maka kita dapat membagi jangkauan operasi motor menjadi beberapa daerah. Sebagai contoh, kita dapat membagi kondisi motor sebagai HANGAT dan PANAS. Dengan demikian kondisi hangat akan naik berangsur-angsur dari kondisi semakin tidak DINGIN, dan kemudian turun jika motor menjadi PANAS.



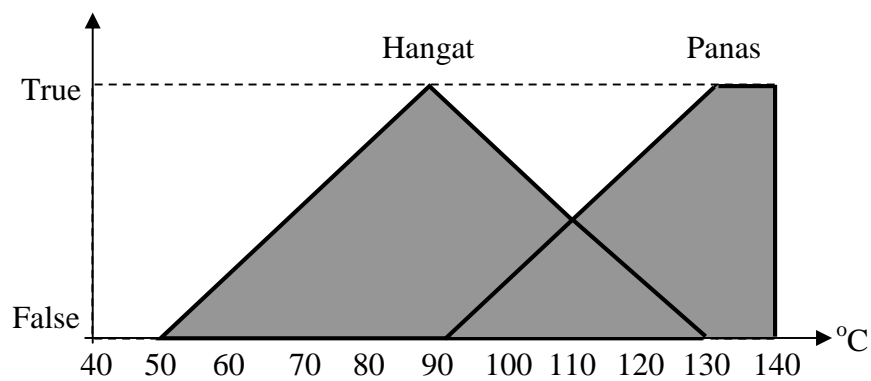
Gambar 1.2. Perbedaan Daerah Hangat dan Panas

Gambar 1.2 memperlihatkan ide HANGAT. Dari gambar 1.3 ini sepertinya tidak ada hubungan antara HANGAT dengan PANAS. Padahal kita tahu bahwa, jika temperatur semakin naik menjauhi kondisi HANGAT, msks motor akan menjadi lebih PANAS. Dengan demikian, wilayah di sebelah kanan posisi HANGAT akan overlap dengan wilayah sebelah kiri posisi PANAS pada beberapa temperatur (gambar 1.3)

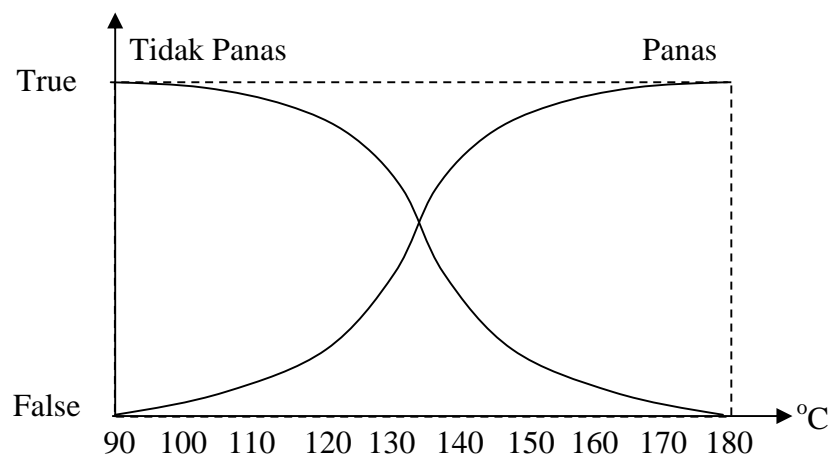


Gambar 1.3. Temperatur Motor Sebagai Daerah Hangat dan Panas

Jika temperatur bertambah, maka kondisi motor akan bergerak dari HANGAT ke PANAS. Pada mulanya, HANGAT akan bercampur dengan PANAS beberapa derajat (gambar 1.4), kondisi ini dapat dinyatakan sebagai: agak PANAS, terlalu HANGAT, setengah PANAS, dll hingga kurva tersebut benar-benar melewati wilayah PANAS. Pada temperatur 112°C kurva mencapai titik infleksi.



Gambar 1.4. Kurva Hangat Menjadi Panas



Gambar 1.5. Kurva Hangat Menjadi Panas

Pada pemodelan klasik, kita harus menentukan suatu titik yang tepat dimana temperatur dikatakan PANAS (gambar 1.5). dengan demikian akan terdapat suatu daerah dimana temperatur berada pada kondisi PANAS dan tidak PANAS.

### 1.3. Teknologi Sistem Fuzzy

Aplikasi-aplikasi yang menggunakan sistem logika fuzzy sering sekali dianggap atau dinamakan sebagai pengendali fuzzy (fuzzy control). Padahal disamping pengendali fuzzy terdapat bermacam-macam teori yang digunakan pada aplikasi-aplikasi fuzzy seperti klasifikasi fuzzy (fuzzy classification) dan diagnosis fuzzy (fuzzy diagnosis). Pada tulisan ini akan dipaparkan masalah dalam teknologi fuzzy dan perbedaan antara pengendali fuzzy dengan klasifikasi fuzzy dan fuzzy diagnosis.

Ada dua alasan utama yang mendasari pengembangan teknologi berbasis sistem fuzzy :

- Menjadi *state-of-the-art* dalam sistem kendali berteknologi tinggi. Jika diamati pengalaman pada negara-negara berteknologi tinggi, khususnya di negara Jepang, pengendali fuzzy sudah sejak lama dan luas digunakan di industri-industri dan alat-alat elektronika. Daya gunanya dianggap melebihi dari pada teknik kendali yang pernah ada. Pengendali fuzzy terkenal karena kehandalannya, mudah diperbaiki, dan yang lebih penting lagi pengendali fuzzy memberikan pengendalian yang sangat baik dibandingkan teknik lain, yang biasanya membutuhkan usaha dan dana yang lebih besar.
- Dalam perspektif yang lebih luas, pengendali fuzzy ternyata sangat bermanfaat pada aplikasi-aplikasi sistem identifikasi dan pengendalian ill-structured, di mana linieritas dan invariansi waktu tidak bisa ditentukan dengan pasti, karakteristik proses mempunyai faktor lag, dan dipengaruhi oleh derau acak. Bentuk sistem seperti ini jika dipandang sistem konvensional sangat sulit untuk dimodelkan.



Beberapa proyek teknologi yang dinilai digunakan dan memiliki prospek ekonomi yang cerah seperti :

- Dalam teknologi otomotif : sistem transmisi otomatis fuzzy dan pengendali kecepatan idle fuzzy.
- Dalam teknologi transportasi : Pengendali fuzzy anti-slip untuk kereta listrik, sistem pengaturan dan perencanaan perparkiran, sistem pengaturan lampu lalu lintas, dan pengendalian kecepatan kendaraan di jalan bebas hambatan.
- Dalam peralatan sehari-hari : mesin cuci fuzzy dan vacuum cleaner fuzzy dan lain-lain.
- Dalam aplikasi industri di antaranya : industri kimia, sistem pengolahan kertas, dan lain-lain.
- Dalam power stations : sistem diagnosis kebocoran-H<sub>2</sub>
- Masih banyak aplikasi lainnya yang sudah beredar sebagai alat kendali dan barang-barang elektronik berteknologi tinggi.
- Pada tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan logika fuzzy di Jepang (Matsushita Electric Industrial Company). Sistem fuzzy digunakan untuk menentukan putaran yang tepat secara otomatis berdasarkan jenis dan banyaknya kotoran serta jumlah yang akan dicuci. Input yang akan digunakan adalah: seberapa kotor, jenis kotoran, dan banyaknya yang dicuci. Mesin ini menggunakan sensor optik, mengeluarkan cahaya ke air dan mengukur bagaimana cahaya tersebut sampai ke ujung lainnya. Makin kotor maka sinar yang sampai makin redup. Disamping itu, sistem juga dapat menentukan jenis kotoran (daki atau minyak).
- Transmisi otomatis pada mobil. Mobil Nissan telah menggunakan sistem fuzzy pada transmisi otomatis, dan mampu menghemat bensin 12-17%.
- Kereta bawah tanah Sendai mengontrol pemberhentian otomatis pada area tertentu.

- Ilmu kedokteran dan biologi, seperti sistem diagnosis yang didasarkan pada logika fuzzy, penelitian kanker, manipulasi peralatan prostetik yang didasarkan pada logika fuzzy, dll.
- Manajemen dan pengambilan keputusan, seperti manajemen basis data yang didasarkan pada logika fuzzy, tata letak pabrik yang didasarkan pada logika fuzzy, sistem pemuat keputusan di militer yang didasarkan pada logika fuzzy, pembuatan games yang didasarkan pada logika fuzzy, dll.
- Ekonomi, seperti pemodelan fuzzy pada sistem pemasaran yang kompleks, dll.
- Klasifikasi dan pencocokan pola.
- Psikologi, seperti logika fuzzy untuk menganalisis kelakuan masyarakat, pencegahan dan investigasi kriminal, dll.
- Ilmu-ilmu sosial, terutama untuk pemodelan informasi yang tidak pasti.
- Ilmu lingkungan, seperti kendali kualitas air, prediksi cuaca, dll.
- Teknik, seperti perancangan jaringan komputer, prediksi adanya gempa bumi, dll.
- Riset operasi, seperti penjadwalan dan pemodelan, pengalokasian, dll.
- Peningkatan kepercayaan, seperti kegagalan diagnosis, inspeksi dan monitoring produksi.

#### **1.4. Kendala Perkembangan Teknologi Sistem Fuzzy**

Keberhasilan penerapan teknologi fuzzy seperti yang telah dibicarakan pada bagian pembahasan sebelumnya, dapat direalisasikan jika terdapat penelitian dan strategi pengembangan riset dan desain oleh sebuah industri untuk menemukan teknik terbaik untuk produknya. Hal tersebut tentunya tidak terlepas dari kesulitan-kesulitan yang ditemui dalam menggunakan dan pengembangan teknologi ini. Secara garis besar beberapa kesulitan yang ditemui oleh industri-industri elektronika adalah sebagai berikut :

- Para enjiner dan ilmuwan generasi sebelumnya dan sekarang banyak yang tidak mengenal teori kendali fuzzy, meskipun secara teknik praktis mereka memiliki pengalaman untuk menggunakan teknologi dan perkakas kontrol yang sudah ada.
- Belum banyak terdapat kursus/balai pendidikan dan buku-buku teks yang menjangkau setiap tingkat pendidikan (undergraduate, postgraduate, dan on site training)
- Hingga kini belum ada pengetahuan sistematis yang baku dan seragam tentang metodologi pemecahan problema kendali menggunakan pengendali fuzzy.
- Belum adanya metode umum/general untuk mengembangkan dan implementasi pengendali fuzzy.

Kendala pertama dan kedua dapat diatasi dengan cara sering diadakannya kursus dan balai pendidikan, memperbanyak penulisan karya-karya ilmiah dan juga pengadaan buku-buku tentang fuzzy di setiap perguruan tinggi atau institusi pendidikan lainnya. Kendala ke tiga dan ke empat dapat diatasi dengan cara membentuk suatu metodolgi untuk merancang dan mengembangkan sistem fuzzy. Metodologi ini mencakup fasilitas-fasilitas yang terdapat dalam teori sistem kendali fuzzy seperti : pemilihan fungsi keanggotaan, operator, penggunaan faktor skala, pengembangan basisi pengetahuan, penurunan basis aturan, uji coba, dan simulasi sistem.

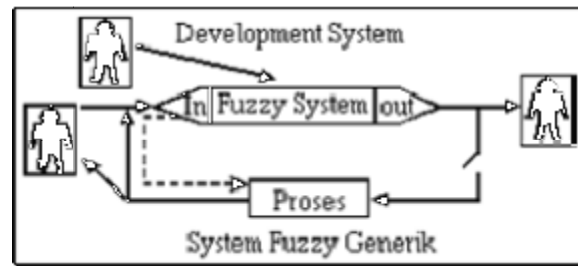
Perusahaan elektrik Omron selain menjual produknya, kini mereka juga tengah mengembangkan metode pendidikan dan pelatihan teknik logika fuzzy. Asisten manajer Omron FA System Div..Jim Krill berkata," ..., *Educating potential customers about the benefits of fuzzy logic and where it can be applied is impotant for proper development of this technology.*" Jadi cara terbaik untuk mencapai teknologi ini menurutnya adalah melalui program pelatihan, seminar, dan pemakaian piranti lunak simulasi sistem fuzzy yang efektif .

Hingga kini software pengembangan logika fuzzy sudah tidak terhitung banyaknya, mulai dari simulasi sistem yang sederhana hingga sistem yang sangat kompleks dan rumit. Masing-masing menawarkan berbagai kelebihan dan kemudahan pemakaian seperti : User friendly editor, sistem on-line dan off-line debugging, compilers untuk setiap bahasa pemrograman termasuk bahasa rakitan mikrokontroler, tampilan 3D dan berbagai macam proyek simulasi yang bisa dilakukan .

#### **1.4. Sistem Kendali Fuzzy,**

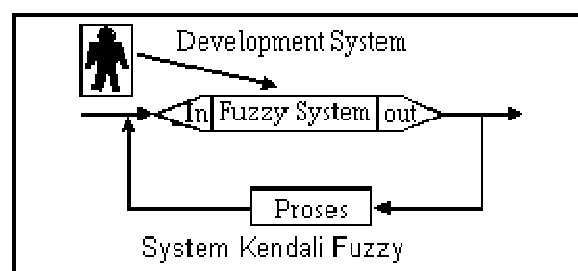
Aplikasi yang menggunakan logika fuzzy, selalu identik dengan pengendalian fuzzy. Walaupun sebenarnya aplikasi itu tergolong dalam klasifikasi fuzzy atau diagnosis fuzzy. Kejadian ini bukanlah masalah yang dominan dan pelik dalam sistem fuzzy, karena istilah "fuzzy" sebenarnya sudah kabur dan sering disamakan dengan istilah-istilah yang ada pada teori himpunan fuzzy, topologi fuzzy, atau dalam pengertian yang lebih sempit lagi sering disebut sebagai approximate reasoning dalam logika keputusan. Dengan cara pandang yang sama sistem kendali fuzzy sering sekali dinyatakan sebagai bagian teori himpunan fuzzy yang digunakan pada aplikasi-aplikasi dalam bentuk sistem lingkaran tertutup. Namun tujuan utama tulisan ini adalah membedakan antara sistem kendali fuzzy dengan sistem klasifikasi fuzzy dan sistem diagnosis fuzzy. Pada ruang lingkup yang lebih luas lagi, masih ada sistem lainnya yang cukup sukses digunakan seperti sistem pakar fuzzy, sistem analisa data fuzzy, sistem pengolahan citra fuzzy, dan berbagai ragam aplikasi sistem fuzzy yang sudah ada.

Pada dasarnya penggunaan istilah klasifikasi dan diagnosis bukanlah merupakan penamaan yang baku, karena keduanya mempunyai pengertian atau makna yang hampir sama dan batas-batas perbedaannya juga tidak begitu jelas. Namun yang teramat penting adalah kedua istilah tadi menunjukkan perbedaan antara kedua sistem aplikasi berbasis logika fuzzy.



Gambar 1.6. Sistem Fuzzy Secara Umum

Sistem fuzzy secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.6. Pada gambar tersebut terdapat blok proses, sistem fuzzy, dan sistem pengembangan (development system). Pihak developer diletakkan paling atas pada gambar ini. Selain itu, terdapat dua operator, yaitu seorang yang bertanggung jawab atas masukan untuk sistem fuzzy dan keluaran dari proses, dan seorang lagi bertugas membawa masukan ke dalam proses dan menentukan keluaran dari sistem fuzzy. Operator ini sebenarnya tidak mesti seorang operator manusia, biasanya sistem fuzzy atau non-fuzzy yang berfungsi mengantarkan masukan atau keluaran sinyal proses. Dari gambar ini dapat diturunkan beberapa sistem sistem fuzzy, seperti pengendali fuzzy, klasifikator fuzzy, dan sistem pendiagnosaan fuzzy.

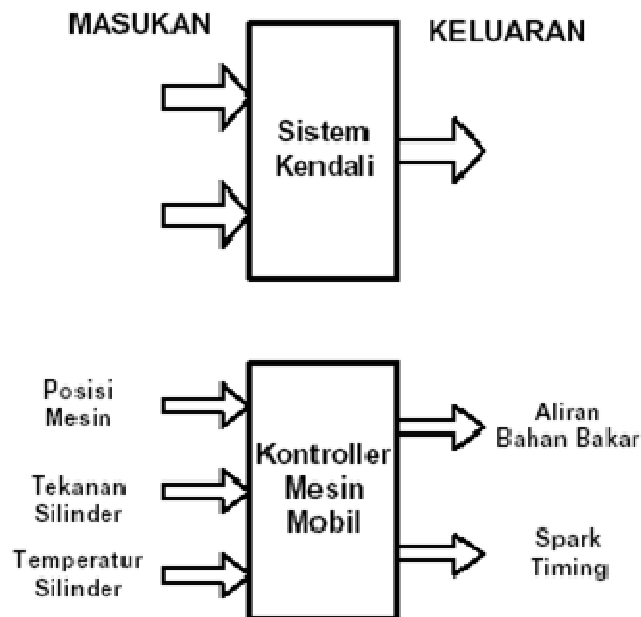


Gambar 1.7. Sistem Kendali Fuzzy

Sebuah kendali fuzzy yang digambarkan pada Gambar 1.7 merupakan suatu sistem lingkaran tertutup, di mana tidak terdapat operator yang menjadi bagian dari sistem lingkaran kendali (control loop). Contoh dari sistem kendali ini adalah vacuum cleaner. Sistem pada alat ini mengatur daya motor penghisap tergantung

pada banyaknya debu di lantai atau karpet. Contoh lain dari sistem kendali fuzzy adalah optimisasi torsi dalam sistem anti slip yang digunakan kereta listrik dan sistem kereta bawah tanah. Masukan sistem kendali berupa kecepatan kereta dan koefisien resistansi rel.

Tujuan dari setiap sistem kendali adalah menghasilkan keluaran untuk masukan yang diberikan. Sebagai contoh, kontroller mesin mobil merespon variable masukan seperti posisi mesin, tekanan silinder, dan temperatur silinder untuk mengatur aliran bahan bakar dan spark timing.



Gambar 1.8. Blok Sistem Kendali Fuzzy (3 Masukan dan 2 Keluaran)

Dalam banyak kasus, kontroller konvensional mengambil data dari tabel definisi yang menspesifikasikan keluaran yang dihasilkan untuk setiap masukan atau kombinasi masukan. Meskipun cukup untuk situasi kendali sederhana, pendekatan tabel akan menghadapi masalah saat dibutuhkan banyak masukan atau keluaran. Membesarnya tabel sering menyebabkan kebutuhan memori semakin besar pula. Sehingga biaya yang dikeluarkan semakin bertambah. Sistem mungkin

memberikan respon yang tidak merata atau tidak sama layaknya kontroller melompat dari suatu nilai keluaran ke nilai keluaran lainnya.

Solusi terhadap masalah ini adalah adanya kontroller yang mengeksekusi perhitungan matematis yang mengekspresikan keluaran sebagai fungsi masukan. Secara teori, perhitungan mewakili keakuratan model dari perilaku sistem. Secara praktis sayangnya perhitungan dapat menjadi cukup rumit. Bekerja dengan keadaan realtime dari mikrokontroller untuk kedua kondisi tersebut bisa jadi tidak dapat dikerjakan. Lebih jauh hal ini sulit atau bahkan tidak mungkin untuk menurunkan persamaan model matematis dalam tempat pertama. Ahli teknik otomotif dapat memahami hubungan secara umum antara, katakanlah, waktu pembakaran, aliran udara, campuran bahan bakar, dan putaran mesin, namun perhitungan matematis yang mendasari hubungan tersebut mungkin samar.

Logika Fuzzy memberikan solusi praktis dan ekonomis untuk mengendalikan sistem yang kompleks dan tak terbatas. Walaupun namanya agak kontradiktif, logika fuzzy memberikan rangka kerja yang kuat dalam memecahkan banyak masalah pengontrolan. Aturan dasar kontroller fuzzy menghendaki sedikit kode dan memori dan tidak membutuhkan heavy number-crunching atau model matematis kompleks untuk mengoperasikannya. Yang dibutuhkan adalah pemahaman praktis dari perilaku sistem keseluruhan. Banyak produk komersial memakai logika fuzzy yang menggunakan kurang dari 20 aturan.

		Anticendent 1				
		Temperatur				
		Dingin	Sejuk	Normal	Hangat	Panas
Anticendent 2	KELEMBABAN	Pendek	Pendek	Pendek	Pendek	Pendek
	Basah	Pendek	Pendek	Pendek	Pendek	Pendek
	Lembab	Pendek	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup
	KERING	Panjang	Panjang	Panjang	Panjang	Panjang

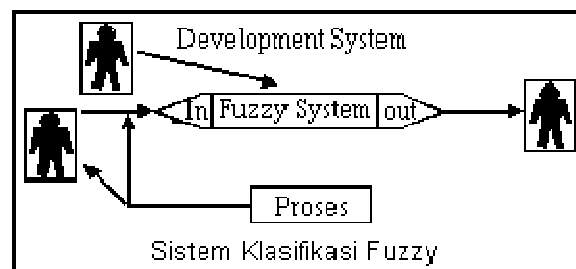
Contoh aturan yang diringkas dari tabel diatas :

- IF temperatur panas AND tanah kering THEN lamanya penyiraman panjang
- IF temperatur dingin AND tanah basah THEN lamanya penyiraman pendek

Logika Fuzzy telah ditransformasikan dalam banyak pasar produk di Jepang, dan sekarang diterima secara luas di seluruh dunia. Ahli industri percaya bahwa logika fuzzy akan memainkan peran penting dalam lingkup kontrol industri dan menjadi bisnis jutaan dolar.

Untuk mendapatkan keuntungan penggunaan logika fuzzy, pertama kali anda harus memahami konsep dan prinsip dasarnya. Program ini didesain untuk memberikan anda pemahaman dasar pada bagaimana logika fuzzy bekerja dan bagaimana anda dapat mengaplikasikannya kedalam produk anda.

### 1.5. Sistem Klasifikasi Fuzzy



Gambar 1.9. Sistem Klasifikasi Fuzzy

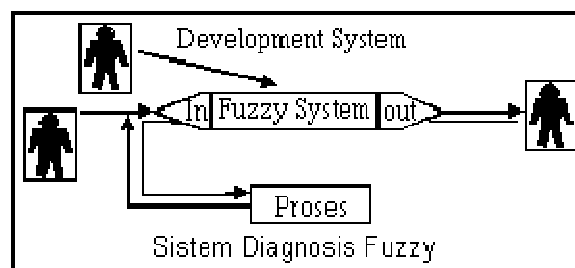
Pada sistem klasifikasi fuzzy (Gambar 1.9) tidak terdapat loop tertutup. Sistem ini hanya menerima masukan dan keluaran dari proses untuk selanjutnya memberikan informasi berupa kondisi (state) dari proses tadi. Informasi kondisi ini dapat digunakan untuk mengendalikan sistem atau memberikan tanggung jawab kendali kepada operator. Secara matematis, sistem klasifikasi lebih dekat pada teori himpunan daripada teori fungsi. Pada sistem ini, sifat kesamaan



(Vagueness) sering ditemui pada opini pakar dan jarang menggunakan model relasi fuzzy.

Contoh dari sistem klasifikasi fuzzy adalah mesin cuci fuzzy. Beberapa variabel/parameter mesin cuci ditentukan berdasarkan jumlah dan jenis pakaian. Keluaran atau informasi dari sistem klasifikasi ini digunakan untuk menentukan jenis spin-dry serta lembut atau kasar gesekan pakaian yang optimal. Contoh kedua dari sistem fuzzy ini adalah sistem transmisi otomatis fuzzy. Sistem ini menggunakan beberapa sensor yang ditaruh pada sistem ABS, sistem power steering, sistem kendali motor, dan bagian penting lainnya. Selama kendaraan berjalan, sistem ini akan terus memantau dan menilai kondisi mobil tersebut, seperti beban kendaraan, kondisi mobil pada saat melewati jalan yang menanjak atau menurun dan kondisi-kondisi lainnya. Pada Gambar 1.9, gambar operator manusia pada kiri dan kanan sistem klasifikasi fuzzy, biasanya merupakan suatu sistem khusus yang bertugas memberikan informasi yang diperlukan untuk kemudian di proses.

### 1.6. Sistem Diagnosis Fuzzy



Gambar 1.10. Sistem Diagnosa Fuzzy

Pada sistem diagnosis fuzzy (Gambar 1.10) peranan manusia/operator lebih dominan. Pengiriman data dilaksanakan oleh operator ke dalam sistem, ketika sistem memerlukan data tambahan. Selain itu operator dapat meminta atau menanyakan informasi dari sistem diagnosis berupa hasil konklusi diagnosis atau

prosedur detail hasil diagnosis oleh sistem. Dari sifat sistem ini, sistem diagnosis fuzzy dapat digolongkan pada sistem pakar fuzzy. Sistem pakar fuzzy adalah sistem pakar yang menggunakan notasi fuzzy pada aturan-aturan dan proses inferensi (logika keputusan). Salah satu kelebihan sistem pakar fuzzy dibandingkan sistem pakar konvensional adalah jumlah aturan lebih sedikit, sehingga sistem lebih transparan untuk dianalisa. Kekurangannya adalah kehandalan sistem sangat tergantung pada baik-buruknya proses pengumpulan aturan seperti prosedur pertanyaan dan komponen-komponen kuisioner, serta sering terjadi kesulitan untuk menyimpulkan suatu pernyataan tertentu oleh operator.

Bidang aplikasi sistem diagnosis ini biasanya suatu proses yang besar dan kompleks, sehingga sangat sulit dianalisa menggunakan algoritma eksak dan dimodelkan dengan model matematika biasa. Pada permulaan persiapan sistem, jumlah aturan yang digunakan ini biasanya sangat banyak. Namun pada tahap akhir, jumlah aturan akan lebih sedikit dan mudah dibaca. Ini merupakan sifat sistem pakar fuzzy, seperti yang dikatakan oleh Prof. Zadeh, bahwa sistem pakar fuzzy akan menggunakan aturan-aturan yang lebih sedikit dibandingkan sistem pakar konvensional sehingga mudah dibaca dan membantu menghindarkan inkonsistensi dan inkomplit sistem pengendali. Contoh dari sistem pakar fuzzy ini adalah proyek diagnosa kebocoran- $H_2$  pada sistem pendingin high-performance generator. Salah satu contoh aturan sistem diagnostik ini adalah :

"Jika konsumsi  $H_2$  tinggi dan daya yang tersedia rendah dan suhu gas rendah dan tekanan  $H_2$  generator tidak rendah/menurun, maka tingkatkan konsumsi  $H_2$  (untuk menurunkan temperatur)"

Yang perlu diperhatikan pada sistem diagnostik ini adalah, tidak berlakunya proses defuzzifikasi, karena sistem ini hanya menghasilkan sifat keluaran berupa aproksimasi linguistik yang merupakan suatu pernyataan atau jawaban yang mudah dipahami oleh operator.