PENGEMBANGAN SISTEM MIKROKONTROLER SEBAGAI FUZZY LOGIC CONTROLLER

Oleh :

Ibrahim Nawawi

Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang

ABSTRAK

Generally microcontroller, and also microprocessor, work on the basis of boolean logic, which only knows true or false conditions. However, in real life, what often accurs is the presence of gradation in each rise of levels, and this makes microcontroller very limited in its application. Fuzzy logic will give a membership vlue to observed element so that it can meet the gradation intended. The fuzzy logic system is the development of a control system based on microcontroller by appliying fuzzy logic. This system comprises the hardware of microcontroller system and the assembly program software together with the fuzzy system software which is implemented on a microcontroller through a computer. Fuzzy system indesigned in the order of playing analytic methodology and input-output partitions, defining the input-output communicating surface button. Composing the rules for the definied control surface, and doing controller system design includes the fuzzyfication, rule evaluation and defuzzyficztion processes.

Key words : microcontroller system, fuzzy logic controller

PENDAHULUAN

Pada era sekarang ini penerapan sistem mikrokontroler sebagai basis suatu sistem pengendalian berkembang sangat pesat, baik pada sistem pengendalian di sekitar kita pada kehidupan sehari-hari, maupun pada sistem pengendalian proses produksi di industri. Namun demikian, ada keterbatasan penerapan dalam sistem mikrokontroler ini. Hal tersebut

disebabkan oleh mikrokontroler bekerja berdasarkan logika Boolean yang hanya mengenal logika *benar atau salah*. Sehingga, menjadikan sistem mikrokontroler dan sistem pengendalian lainnya tidak dapat mengikuti gradasi pada setiap kenaikan level yang terjadi di al[1]am nyata.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak dapat memutuskan sesuatu masalah dengan jawaban sederhana "ya" atau "tidak". Sebagai contoh untuk menyatakan usia, tinggi badan, berat badan, suhu, atau warna sangatlah relatif sifatnya.

Teori himpunan untuk setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinyu antara logika 0 sampai 1 disebut himpunan Kabur (*fuzzy set*).

Hubungan himpunan fuzzy dengan logika fuzzy digunakan pada lingkup domain kendali *proses*, klasifikasi dan pencocokan pola, manajemen dan pengambilan keputusan, riset operasi, ekonomi, penyelesaian masalah kendali terutama yang bersifat *nonlinear, ill-defined, time-varying* dan situasi-situasi yang sangat kompleks sekalipun.

Sebagai contoh misalkan kita *akan* membuat himpunan tinggi badan orang. Kata TINGGI menunjukkan derajat seberapa besar orang dikatakan tinggi. Dengan menggunakan himpunan *crisp,* seseorang dikatakan tinggi jika memiliki tinggi badan 165 cm. Secara tegas dapat dikatakan bahwa orang yang memiliki tinggi badan di atas 165 cm dikatakan TINGGI dengan nilai keanggotaan (μ) = 1. Sebaliknya, apabila seseorang memiliki tinggi badan kurang dari atau sama dengan 165 cm, maka secara tegas *dikatakan* bahwa orang tersebut TIDAK TINGGI dengan $\mu = 0$. Hal ini menjadi tidak adil karena untuk orang yang memiliki tinggi badan 165,1 cm dikatakan TINGGI, sedangkan orang yang memiliki tinggi badan 165 cm dikatakan TIDAK TINGGI.

Dengan menggunakan himpunan fuzzy, kita bisa membuat suatu fungsi keanggotaan yang bersifat kontinu. Orang yang memiliki tinggi badan 160 cm sudah mendekati tinggi, artinya dia dikatakan TINGGI dengan $\mu = 0{,}75$. Sedangkan orang yang *memiliki* tinggi badan 153 cm, dia memang kurang tinggi, artinya dia dikatakan TINGGI dengan $\mu = 0{,}2$.Terkadang kemiripan antara keanggotaan fuzzy dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval [0,1], namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut.

B. PEMBAHASAN DAN HASIL

1. Mikrokontroler 89C51

Mikrokontroler adalah suatu unit yang dapat diprogram untuk penggunaan yang berbeda-*beda* dan bervariasi. Sekarang ini penggunaan mikrokontroler dapat ditemui di hampir semua peralatan kontrol dari peralatan rumah tangga sampai peralatan kontrol proses produksi di industri.

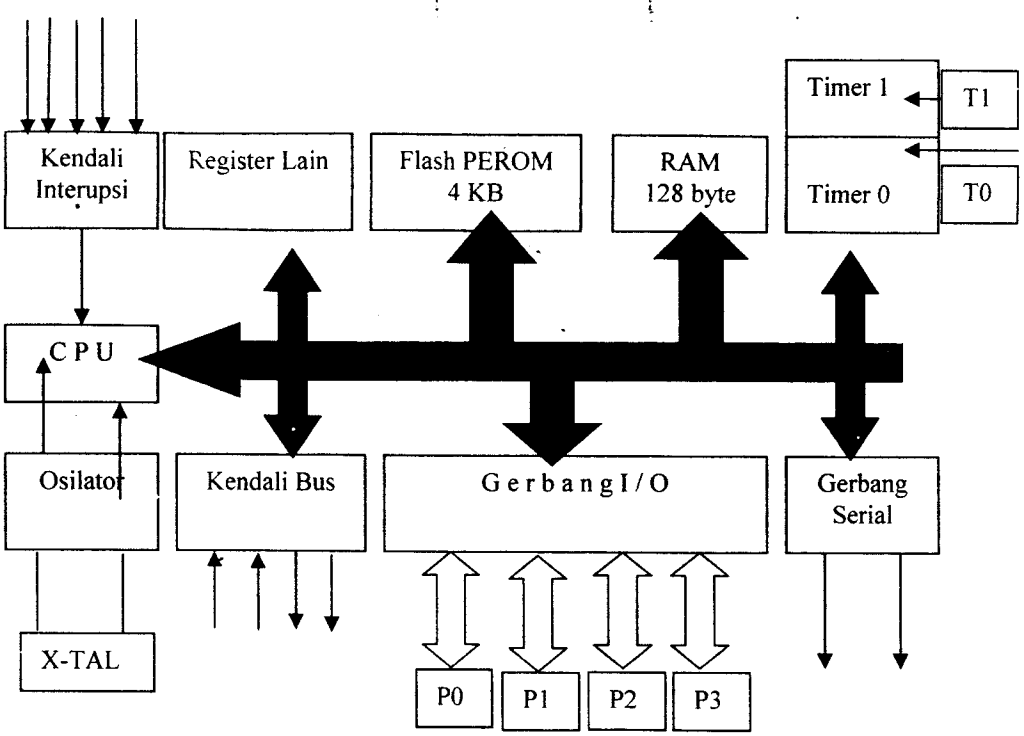
Beberapa jenis mikrokontroler yang beredar di pasaran adalah keluaran dari beberapa *pabrik* prosesor seperti Intel, Atmel dan Motorolla. Setiap jenis mikrokontroler mempunyai spesifikasi yang berbeda-beda. Spesifikasi mikrokontroler yang membedakan jenis satu dengan yang lainnya adalah internal memory RAM dan internal memory EEPROM.

Mikrokontroler 89C51 merupakan mikrokomputer CMOS 8 bit keluarga MCS-51 buatan Intel. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan memori, baik RAM maupun ROM, sarana untuk input/output secara paralel maupun seri (*Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter*), timer, dan lain-lain. Semuanya dikemas di dalam chip tunggal IC (*Integrated Circuit*). Di dalam chip ini terdapat *Flash PEROM* yang dapat diisi dengan program-program yang berisi instruksi-instruksi yang akan dikerjakan mikrokontroler, dan kemudahan lainnya adalah kemampuan untuk hapus tulis sampai beberapa kali.

a. Pena-pena mikrokontroler 89C51

Diagram blok mikrokontroler 89C51 diperlihatkan pada gambar 1. Deskripsi fungsi kaki-kaki mikrokontroler 89C51 adalah sebagai berikut : Pena 1 sampai 8 (*bandar 1*) merupakan bandar paralel 8 bit dua arah (*bidirectional*) yang digunakan untuk berbagai keperluan.

- Pena 9 (*Reset*) adalah masukan *reset* (aktif tinggi). Pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan mereset 89C51.
- Pena 10 sampai 17 (*bandar 3*) adalah bandar paralel 8 bit dua arah yang mempunyai fungsi pengganti. Fungsi pengganti meliputi TxD (transmisi data), RxD (*Receiver* data), Int0 (*interupt* 0), Int1 (*Interupt* 1), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer* 1), WR (W*rite*), dan RD (R*ead*). Bila fungsi pengganti tidak dipakai, pena-pena ini bisa dipakai sebagai bandar paralel 8 bit serbaguna.
- Pena 18 (XTAL 1)adalah pena masukan osilatos *internal.*
- Pena 19 (XTAL 2) adalah pena masukan osilator *internal.*
- Pena 20 (*Ground*) di hubungkan ke *Vss* atau ground.
- Pena 21 sampai 28 (*bandar 2*) adalah bandar paralel 8 bit dua arah. Bandar ini mengirimkan *byte* alamat bila dilakukan pengaksesan memori *eksternal.*
- Pena 29 adalah pena PSEN yang merupakan sinyal pengontrol yang membolehkan program memori eksternal masuk dalam *bus* selama proses pemberian / pengambilan instruksi (*fetching*).



Gambar 1. Diagram Blok Mikrokontroler 89C51

- Pena 30 adalah pena ALE yang digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
- Pena 31 (EA). Bila pena ini diberikan logika tinggi (H), mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari ROM/ EPROM. Bila diberi logika rendah (L) mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari program luar.

- Pena 32 sampai 39 (*bandar 0*) merupakan bandar paralel 8 bit *open drain* dua arah. Bila digunakan untuk mengakses memori luar bandar ini akan me-*multipleks* alamat memori dengan data.
- Pena 40 (*Vcc*) dihubugkan ke sumber tegangan Vcc (+ 5 Volt).

b. Register Fungsi Khusus (*Spesial Function Register* (SFR)

SFR berisi register-register dengan fungsi tertentu. Fungsi dari masing-masing register :

- Akumulator adalah register yang berfungsi untuk menampung (*accumulate*) hasil-hasil pengolahan data dari instruksi-instruksi mikrokontroler. Akumulator bisa menampung data 8 bit dan merupakan register paling banyak digunakan.
- Register B merupakan register 8 bit digunakan pada operasi perkalian dan pembagian. Pada instruksi-instruksi yang lain berfungsi seperti register pada umumnya.
- Program Status Word (PSW);

PSW berfungsi untuk mencatat kondisi prosesor setelah melaksanakan instruksi.

- Stack Pointer (SP)

  Stack Pointer terdiri dari 8 bit. Alamat SP ditambah / dinaikkan sebelum data disimpan pada eksekusi instruksi PUSH dan CALL. SP dapat diletakkan pada alamat manapun di *chip* RAM. SP diinisialisasikan pada alamat 07H setelah reset. Hal ini mengakibatkan *stack* dimulai pada lokasi 08H.
- Data Pointer (DPTR)

  DPTR terdiri dari *high byte* (DPH) dan *low byte* (DPL). Fungsi utamanya adalah sebagai tempat alamat 16 bit. Register ini juga bisa dimanipulasi sebagai sebuah register 16 bit atau 2 buah register 8 bit yang berdiri sendiri.
- Bandar 0 – 3

Bandar 0, bandar 1, bandar 2, dan bandar 3 adalah SFR *latch* dari bandar 0,1,2,3.

- Serial Data Buffer (SBUF)

  Serial data buffer sebenarnya merupakan 2 register yang terpisah, *transmit buffer* (untuk mengirim data serial) dan *receiver buffer* (untuk menerima data serial). Ketika data dipindahkan ke SBUF, maka data akan menuju ke *transmit buffer*. Disini data ditampung untuk pengiriman serial. Memindahkan data ke SBUF berarti menginisialisasi / memulai transmisi data secara serial. Sebaliknya bila data dipindahkan dari SBUF, data tersebut berasal dari *receiver buffer*.

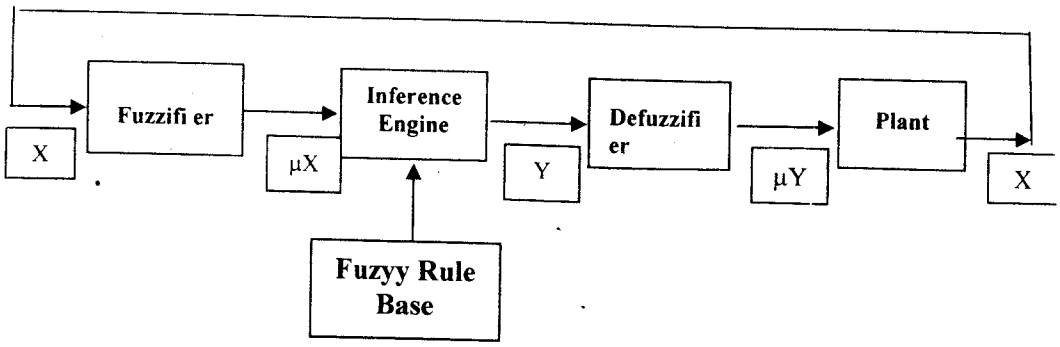
- Register Timer

  Pasangan register (TH0 dan TL0), (TH1 dan TL1), serta (TH2dan TL2) adalah register 16 bit untuk proses perhitungan Timer / Counter 0, 1, dan 2.

2. *Sistem Fuzzy*

Teori Fuzzy dikemukakan pertama kali oleh Prof. Lotfi A. Zadeh. Dasar pemikiran yang melahirkan teori ini adalah kenyataan bahwa untuk pengambilan keputusan, manusia tidak perlu data/ informasi input numeris yang tepat/ eksak. Sistem fuzzy merepresentasikan data dalam bentuk himpunan fuzzy (*fuzzy sets*). Sifat himpunan fuzzy yang membedakan sistem fuzzy dengan sistem digital antara lain adalah :

- Keanggotaan sebuah nilai dalam himpunan dicirikan dengan derajat keanggotaan;
- Batas antar himpunan bersifat gradual (tidak berubah secara tajam) dan
- Mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.



Konsep arsitektur dasar dari sistem fuzzy terdiri dari empat komponen yaitu : *Fuzzifier, Fuzzy rule base, inference engine dan Defuzzifier.* (lihat gambar 2. Diatas)

a. Fuzzifier

Fuzzifier adalah bentuk dari fungsi *fuzzifikasi* yang merupakan proses pada sistem *fuzzy* yang mengubah data hasil pengukuran sensor menjadi logika predikatip misalnya data pengukuran suhu ruangan adalah 40 ^{o} C maka akan diubah menjadi logika predikatip " suhu terlalu tinggi ". Dengan kata lain bisa didefinisikan sebagai suatu pemetaan dari bentuk input yang terukur menjadi *fuzzy sets*. Pada aplikasi kontrol berbasis *fuzzy* data terukur biasanya berupa *crisp* walaupun ada kemungkinan kena nois.

b. Fuzzy Rule Base

Fuzzy rule base digambarkan sebagai koleksi dari *fuzzy IF – THEN rule* yang terdiri 2 variabel yaitu prekondisi dan konsekuen. Kumpulan pernyataan *fuzzy rule* merupakan hubungan sederhana input– output. Bentuk umum dari *fuzzy rule* dalam format *multi input – single output* (MISO) adalah :

Ri : IF x as Ai .....AND y is Bi, THEN z= Ci, i= 1,2,3,.....n.

Variabel x,.....y, dan z adalah variabel kalimat yang menggambarkan variabel proses dan variabel kontrol. Sedangkan Ai,.....Bi dan Ci adalah nilai dari variabel kalimat x,....y dan z sehingga persamaan diatas bisa ditulis dalam bentuk :

Ri : IF x is Ai, ...AND y is Bi, THEN z=fi (x,.....y),

dengan fi (x,.....y) adalah fungsi dari variabel proses x,.....y.

c. Inference Engine

Inference - engine adalah suatu model manusia mengambil keputusan. Untuk aplikasi pada *fuzzy logic controller* modus ponens secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :

Premise1 : IF x is A, THEN y is B

Premise2 : x is A' Conclusion : y is B'

A, A',B, dan B' adalah predikatip fuzzy .

d. Deffuzifier

Deffuzifier adalah proses *defuzzifikasi* yang memetakan dari aksi kontrol yang dihasilkan oleh output menjadi aksi kontrol berbentuk *crisp*. Proses ini diperlukan karena dalam banyak aplikasi aksi kontrol *crisp* dimanfaatkan untuk memberi masukan sistem kontrol.

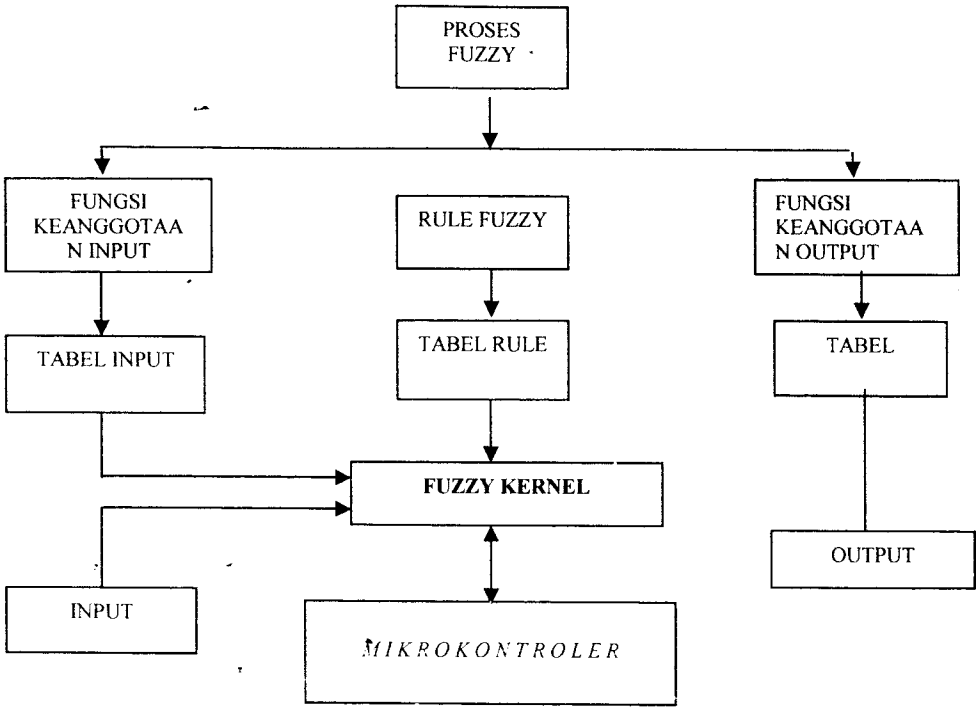
3. Fuzzy Logic Controller

Sistem *fuzzy logic controller* menggabungkan sistem berbasis *fuzzy* dengan *controller* yang banyak dipakai pada sistem pengendalian yaitu berupa mikrokontroler. Salah satu jenis mikrokontroler yang bisa dipakai adalah 89C51 buatan Intel atau Atmel.

Pengembangan yang harus ditambahkan pada sistem ini dibanding dengan pemakaian mikrokontroler untuk sistem biasa adalah berupa pembuatan perangkat lunak sebagai media pembentukan sistem *fuzzy*. Pada

sistem ini terjadi 2 proses dasar kontrol *fuzzy* yaitu : *fuzzifikasi* dan *defuzzifikasi.*

Sistem *fuzzy* ini dapat dirancang dan datanya ditransfer ke mikrokontroler. Alasan dipakainya MATLAB adalah karena tingkat ketelitian pada pemrosesan angka cukup tinggi dan tersedianya fitur GUI (*Graphical User Interface*).



Gambar 3. Diagram Blok Fuzzy Logic Controller

4. Perangkat Lunak

Progam yang diperlukan ada dua macam yaitu program assembly untuk menjalankan sistem mikrokontroler dan program dengan *software*

MATLAB untuk membentuk jendela-jendela pengaturan konfigurasi *fuzzy logic controller*.

Program dengan MATLAB dimulai dengan membuat jendela menu utama yang mempunyai *fitur-fitur* sebagai berikut:

⇒ Fungsi untuk mengeset jumlah input untuk setiap output;

⇒ Fungsi untuk mengakses jendela yang lain yaitu *fuzzification configuration*, dan

⇒ Fungsi untuk mengirim data ke memory mikrokontroler.

Jendela *fuzzification configuration* digunakan untuk menampilkan data *fuzzification* yang ada. *Fitur* yang harus dimiliki pada jendela ini adalah:

⇒ Memilih input yang aktif jika jumlah input lebih dari satu;

⇒ Fungsi untuk mengubah nilai maksimum parameter fungsi keanggotaan;

⇒ Fungsi memasukkan nilai fungsi keanggotaan.

C. SIMPULAN

Mikrokontroler 89 C51 bisa digunakan untuk merancang suatu sistem *fuzzy* dan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut : bisa menangani *multi input output*, pengubahan konfigurasi *fuzzynya* melalui komputer, antarmuka pengubahan konfigurasi *fuzzy* bisa dirancang dengan *software MATLAB dan* sistem bisa dikembangkan dengan penambahan *eksternal memory*, ADC atau yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Chin, Teng Lin, 1999. *Neural Fuzzy Sistems*. PrenticeHall International Inc.

Jamshidi, Mohammad. 1999. *Fuzzy Logic and Controll*, PrenticeHall International Inc.

Keneth J., Ayala, 1991. *The 8051 Microcontroler,Architecture, Programming and Aplication*, West Publishing Company.