

PERANCANGAN SISTEM KONTROL KESTABILAN SUDUT AYUNAN BOX BAYI BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROL*

Wiwit Fitria^{1*}, Anton Hidayat, Ratna Aisuwarya²

Jurusan Sistem Komputer, Universitas Andalas, Padang,
Jl. Kampus Unand Limau Manis, 25163

*with_2@yahoo.co.id

ABSTRAK

Box bayi merupakan salah satu media alternatif dalam pemenuhan kebutuhan tidur bayi. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah kestabilan dari sudut ayunan *box* bayi. Umumnya, *box* bayi yang dijual di pasaran kurang memperhatikan kestabilan dari sudut ayunan tersebut. Sehingga sudut ayunan yang dihasilkan berbeda dari setiap berat badan bayi. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang mengatur kestabilan sudut ayunan berdasarkan berat badan bayi. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem kontrol kestabilan sudut ayunan *box* bayi. Sistem dilengkapi dengan sensor beban agar berat bayi dapat terdeteksi dan *microphone* sebagai pendeteksi suara tangisan bayi. Kestabilan sudut ayunan diatur menggunakan metode *fuzzy logic control* berdasarkan beban yang diberikan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh sudut sebesar 14° sebagai nilai kestabilan sudut ayunan *box* bayi.

Kata kunci: *Box* Bayi, Sensor Beban, Mikrokontroler, *Fuzzy Logic*

ABSTRACT

Baby box is one of the basic need of a baby nowadays. One of aspect that need to be considered in building a baby box is it's swing angle. Generally, the baby boxes companies don't pay enough attention to the stability of swing angle of their products so the swing angels are vary depends on the baby's weight. Therefore, is needed an instrument that maintain the stability of swing angle based on the baby's weight. The purpose of this research is to develop a stability control system that stabillize the swing angle of the baby box. The system is equipped with load sensor so that baby weight of the baby can be detected and microphone as a detector of a baby crying sound. Fuzzy logic control method set stability swing angle based on the given load. Based on the results of the research that has been done, baby box's swing angle stability value obtained at 14° .

Keywords : *Baby Box, Load Sensor, Microcontroller, Fuzzy Logic*

PENDAHULUAN

Box bayi merupakan salah satu media alternatif dalam pemenuhan kebutuhan tidur bayi. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah kestabilan dari sudut ayunan *box* bayi. Umumnya, *box* bayi yang dijual di pasaran kurang memperhatikan kestabilan dari sudut ayunan tersebut. Sehingga sudut ayunan yang dihasilkan berbeda dari setiap berat badan bayi. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang mengatur kestabilan sudut ayunan berdasarkan berat badan bayi. Berat badan bayi dideteksi dengan menggunakan sensor beban dan *microphone* sebagai pendeteksi suara

tangisan bayi. *Box* bayi ini akan bergerak jika sensor beban mendeteksi adanya beban pada *box* bayi. *Box* ini akan bergerak selama 15 menit. Jika *box* telah berhenti berayun, kemudian sensor suara mendeteksi suara tangisan bayi maka *box* akan kembali bergerak selama 5 menit. Suara tangisan bayi ini akan menggetarkan membran yang menggerakkan lempengan penghantar pada kondensator sehingga nilai kondensator berubah. Dengan perubahan ini, nilai kapasitansi berubah dan terjadi getaran listrik yang diperkuat oleh modul sensor suara. Sensor suara akan membedakan suara yang lain dengan mengatur sensitivitas pada modul sensor suara.

Kestabilan sudut ayunan diatur menggunakan metode *fuzzy logic control* berdasarkan beban yang diberikan.

LANDASAN TEORI

A. Ayunan

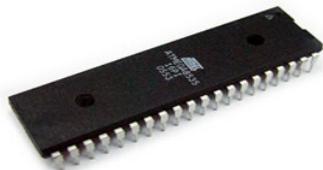
Gerak benda pada ayunan sederhana merupakan salah satu contoh benda yang melakukan gerak harmonik sederhana. Gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak balik suatu benda melalui titik keseimbangan tanpa teredam (Kusumadewi, 2004). Penyebabnya adalah adanya resultan gaya pada benda yang besarnya sebanding dengan besar simpangan benda terhadap kedudukan keseimbangan dan arahnya berlawanan dengan arah gerak benda, karena resultan gaya ini selalu berusaha membawa benda kembali ketitik keseimbangan.

Pada ayunan bayi elektronik, ayunan digerakkan dengan menggunakan motor listrik. Motor listrik yang digunakan menggerakkan ayunan dapat bekerja apabila dialiri arus listrik, dibutuhkan sebuah rangkaian kontrol untuk motor penggerak ayunan supaya motor dapat bergerak sesuai keinginan.

Pada ayunan elektronik ini kita dapat melakukan set waktu terhadap gerakan ayunan. Dimana set waktunya telah ditentukan oleh program yang sudah dirancang sebelumnya.

B. Mikrokontroler ATmega8535

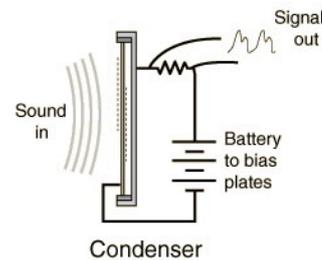
ATmega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8 bit daya rendah berbasis arsitektur RISC. Instruksi dikerjakan pada satu siklus *clock*, ATmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz, hal ini membuat ATmega8535 dapat bekerja dengan kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan (Bejo, 2008).



Gambar.1 Mikrokontroler ATmega8535

C. Microphone

Microphone adalah sebuah transducer yang mengubah sinyal suara menjadi sinyal-sinyal listrik sesuai pola suara yang diterima (Novikarany, 2010). Sistem elektronik akan merespon sinyal-sinyal suara menggunakan komponen ini baik untuk direkam ataupun dikenali. *Microphone* terdiri atas diafragma tipis sebagai transducer utama yang bergerak karena perilaku udara yang mempengaruhinya. Gerak mekanik diafragma diubah menjadi keluaran elektrisdengan beberapa bentuk transducer kedua yang melengkapi sinyal analog.



Gambar.2 Condenser Microphone

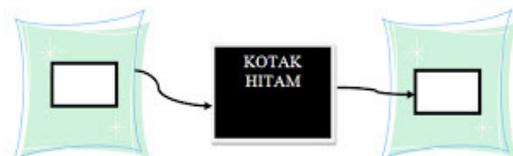
D. PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa Contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya.

E. Fuzzy Logic Control

Fuzzy Logic atau sistem *fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Gambar.3 merupakan salah satu contoh gambar dari pemetaan suatu ruang *input* ke *output*.

Ruang *Input* Ruang *Output*



Gambar.3 Contoh Pemetaan *Input-Output* pada *Fuzzy Logic*

F. Metode Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *If-Then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan informatika secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Secara umum bentuk model *fuzzy* Tsukamoto adalah :

$$IF (X IS A) \text{ and } (Y IS B) \text{ Then } (Z IS C)$$

dimana A,B, dan C adalah himpunan *fuzzy*. Misalkan diketahui 2 rule berikut :

$$IF (x \text{ is } A_1) \text{ AND } (y \text{ is } B_1) \text{ THEN } (z \text{ is } C_1)$$

$$IF (x \text{ is } A_2) \text{ AND } (y \text{ is } B_2) \text{ THEN } (z \text{ is } C_2)$$

Dalam inferensinya, metode Tsukamoto menggunakan tahapan berikut :

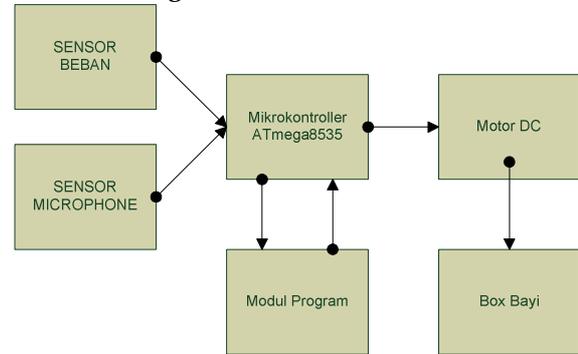
1. Fuzzifikasi
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF...THEN*)
3. Mesin inferensi
Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).
4. Defuzzifikasi
Menggunakan metode Rata-Rata (*Average*)

$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \dots \dots \dots (2.1)$$

Menunjukkan skema penalaran fungsi implikasi MIN dan proses defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (Thamrin, 2012).

METODE

A. Blok Diagram



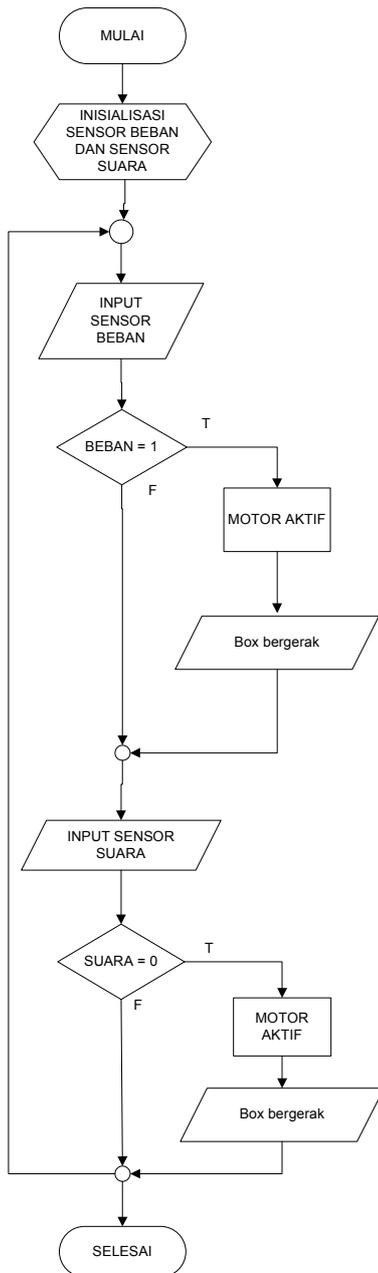
Gambar.4 Blok Diagram

Di dalam blok diagram dapat dilihat bagaimana hubungan / proses yang dilakukan oleh sistem otomatisasi sebagai berikut :

Perangkat keras sistem yang ingin dikendalikan adalah berupa motor (sebagai mekanik penggerak *box bayi*) yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega8535. Ketika bayi diletakkan di dalam *box* dan kemudian sensor beban akan mendeteksi adanya bayi di dalam sehingga memberikan *inputan* terhadap mikrokontroler kemudian diproses pada modul program. Hasil eksekusi atau *output* dikirimkan kembali ke mikrokontroler. Selanjutnya hasil eksekusi dikirimkan ke *driver* motor DC berupa sinyal digital yang kemudian diubah menjadi sinyal analog yang akan menggerakkan motor DC sehingga *box bayi* berayun selama 15 menit. Selanjutnya, jika sensor mendeteksi suara tangisan bayi maka *box bayi* akan kembali berayun selama 5 menit. Jika sensor tidak mendeteksi maka sistem akan mati.

1. Flowchart Sistem

Agar modul program yang dirancang memiliki struktur yang baik, maka perlu diawali dengan penentuan logikanya. Logika dasar gambaran pada penulisan ini adalah dengan menggunakan flowchart seperti gambar berikut :

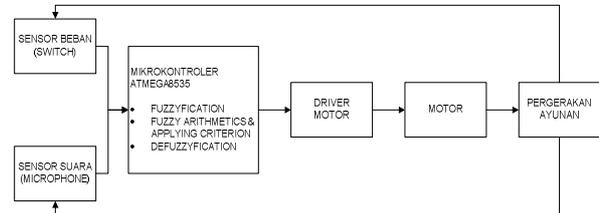


Gambar 5. Flowchart Sistem

Berdasarkan gambar 5 di atas menjelaskan sensor pada sistem box bayi ini. Ketika bayi diletakkan ke dalam box bayi maka sistem akan menginisialisasi apakah termasuk ke dalam sensor beban atau sensor suara. Jika sistem mendeteksi sensor beban maka motor aktif dan box bayi berayun selama 15 menit. Apabila sistem mendeteksi sensor suara maka motor aktif dan box bayi berayun selama 5 menit. Akan tetapi, jika sensor beban dan sensor suara tidak mendeteksi maka sistem akan berhenti.

2. Perancangan Alat

Perancangan alat secara umum dari sistem ini dapat dilihat pada blok diagram di bawah ini :

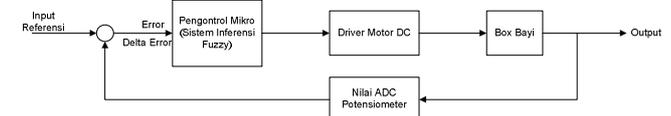


Gambar 6. Blok Diagram Sistem

Perangkat keras sistem yang ingin dikendalikan adalah berupa motor (sebagai mekanik penggerak *box* bayi) yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega8535. Ketika bayi diletakkan di dalam *box*, sensor beban akan mendeteksi bayi sehingga memberikan *inputan* yang kemudian diproses di dalam mikrokontroler. Hasil eksekusi dari mikrokontroler dikirimkan ke *driver* motor DC (*Direct Current*) berupa sinyal digital. Selanjutnya, diubah menjadi sinyal *analog* yang akan menggerakkan motor DC sehingga *box* bayi berayun selama 15 menit. Selanjutnya, jika sensor mendeteksi suara tangisan bayi maka *box* akan kembali bergerak selama 5 menit. Sebaliknya, jika sensor tidak mendeteksi maka sistem akan mati.

3. Perancangan Software

Fuzzy logic control memiliki tiga bagian utama dalam pembuatan struktur dasar sistem kendali fuzzy, yaitu fuzzifikasi, *rule based*, dan defuzzifikasi.



Gambar.7 Diagram Blok Sistem *Box* Bayi Otomatis

Pada blok rangkaian sistem kontrol *box* bayi otomatis ini, terdapat potensiometer sebagai masukan dari sistem dengan *setpoint* 14⁰. Fuzzy harus memiliki minimal dua masukan sehingga dibutuhkan nilai *error* dan

$\Delta error$ dari *input* sudut tersebut. Kontroler yang digunakan pada sistem kontrol *box* bayi ini adalah ATmega8535. Setelah didapat *error* dan $\Delta error$ dari logika fuzzy pada kontroler dengan beberapa tahapan. Tahapan tersebut diantaranya adalah fuzzifikasi, *rule based*, dan defuzzifikasi. Hasil dari defuzzifikasi berupa keluaran PWM yang berfungsi untuk mengatur kecepatan *box* bayi.

4. Perancangan Sistem Inferensi Fuzzy

Pengontrol mikro pertama-tama membaca hasil dari nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) potensiometer. Nilai dari hasil pembacaan tersebut kemudian masuk ke proses fuzzifikasi agar nilainya berubah menjadi kumpulan nilai-nilai *Degree of Membership* (DOM). Nilai-nilai DOM tersebut akan dievaluasi pada bagian *rule evaluation* sedangkan pada *rule evaluation* sendiri terdapat proses implikasi pada setiap rule yaitu menggunakan implikasi AND sehingga didapat hasil terkecil dari nilai-nilai DOM yang ada dalam satu rule. Setelah didapat nilai-nilai dari proses *rule evaluation*, kemudian masuk ke proses defuzzifikasi. Pada proses ini, nilai-nilai yang didapat dikonversi menjadi nilai PWM (*Pulse Width Modulation*) yang mengontrol gerakan motor DC.

I. Fuzzifikasi

Pada fuzzifikasi ini, *input error* dan $\Delta error$ masing-masing dibagi dalam 3 fungsi keanggotaan sebagai berikut :

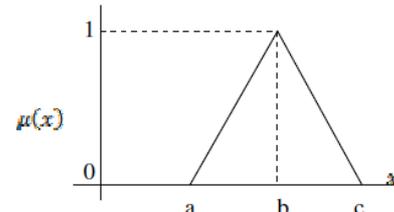
1. *Error* : Ns (*Negative small*), Z (*Zero*), Ps (*Positive small*)
2. $\Delta error$: Ns (*Negative small*), Z (*Zero*), Ps (*Positive small*)

Sedangkan tipe keanggotaan fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini ada dua, yaitu segitiga dan trapesium. Berikut ini persamaan dari segitiga dan trapesium :

1. Tipe keanggotaan segitiga :

$$\mu(x, a, b, c) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

dengan nilai x , a , b , dan c diambil dari gambar berikut :

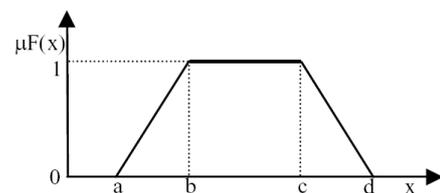


Gambar 8. Tipe Keanggotaan Segitiga

2. Tipe keanggotaan trapesium :

$$f(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & c \leq x \leq d \end{cases}$$

Dengan nilai x , a , b , c dan d didapat dari gambar berikut :



Gambar 9. Tipe Keanggotaan Trapesium

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sudut Ayunan

Pada pengujian sudut ayunan dilakukan dengan pemberian sudut tertentu pada potensiometer yang menghasilkan nilai rasio tegangan per satuan derajat yang berbeda-beda disetiap sensor gerak. *Setpoint* diberikan melalui potensiometer sebagai pembagi tegangan dalam rentang V_{cc} (5 volt) dan GND (0 volt). Hasil pembacaan tegangan *analog* tersebut kemudian diubah ke dalam format digital 10 bit sehingga *range* nilainya 0-255. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa pemutaran potensiometer telah mampu memberikan masukan terhadap *setpoint*.

Tabel 1 Pengujian Sudut Ayunan Tanpa Beban

Derajat Ayunan	Data ADC	Tegangan
-14 ⁰	600	2,85 volt
-12 ⁰	558	2,8 volt
-10 ⁰	549	2,75 volt
-8 ⁰	545	2,7 volt
-6 ⁰	537	2,65 volt
-4 ⁰	529	2,6 volt
-2 ⁰	517	2,55 volt

0 ⁰	493	2,5 volt
2 ⁰	487	2,45 volt
4 ⁰	477	2,35 volt
6 ⁰	465	2,3 volt
8 ⁰	462	2,2 volt
10 ⁰	450	2,175 volt
12 ⁰	423	2,15 volt
14 ⁰	419	2,1 volt

Derajat ayunan yang bernilai negatif dapat dianalisa bahwa semakin kecil derajat ayunan maka tegangannya semakin besar dengan kenaikan berkisar antara 0,05 - 0,1 volt. Begitu juga derajat ayunan yang bernilai positif dimana dapat dianalisa bahwa semakin besar derajat ayunan maka semakin kecil tegangannya. Jadi, dapat disimpulkan bahwa derajat ayunan memiliki hubungan berbanding terbalik dengan tegangan dan data ADC yang dihasilkan seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 2 Pengujian Sudut Ayunan dengan Beban

Derajat Ayunan	Data ADC	Tegangan
-14 ⁰	523	2,65 volt
-12 ⁰	509	2,62 volt
-10 ⁰	500	2,6 volt
-8 ⁰	496	2,5 volt
-6 ⁰	483	2,48 volt
-4 ⁰	478	2,44 volt
-2 ⁰	475	2,42 volt
0 ⁰	467	2,40 volt
2 ⁰	460	2,39 volt
4 ⁰	455	2,38 volt
6 ⁰	430	2,3 volt
8 ⁰	421	2,22 volt
10 ⁰	418	2,2 volt
12 ⁰	410	2,19 volt
14 ⁰	393	2,1 volt

Berdasarkan Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa derajat ayunan memiliki hubungan berbanding terbalik dengan tegangan dan data ADC yang dihasilkan. Pada derajat ayunan yang bernilai negatif, semakin kecil derajat ayunan maka tegangannya semakin besar. Begitu juga dengan derajat ayunan yang bernilai positif, dimana semakin besar derajat ayunan maka semakin kecil tegangannya. Perubahan tegangan setiap kenaikan sudut 2⁰ berkisar antara 0,01 – 0,1 volt.

Jadi dapat disimpulkan bahwa beban mempengaruhi tegangan yang dibutuhkan

untuk membentuk sudut ayunan seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada pembuatan *box* bayi otomatis secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan bahwa jika nilai *error* tetap yaitu sebesar 12 dan nilai $\Delta error$ *positive* maka didapat nilai rata-rata pwm sebesar 17,06, dan jika nilai $\Delta error$ tetap yaitu sebesar 12 dan nilai *error positive* maka didapat nilai rata-rata pwm sebesar 17,125.

Sebaiknya rancangan mekanik dari sistem ini menggunakan *Box* bayi dengan ukuran yang sebenarnya sehingga sistem kendali ayunan dapat diimplementasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bejo, Agus. 2008. *C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Bandung: Informatika
- Kusumadewi, Sri, dkk. 2004. *Logika Fuzzy*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Novikarany, Riefda. 2010. *Sistem Pengukur Kecepatan Gelombang Bunyi di Udara Berbasis Mikrokontroler*. Depok
- Thamrin, Fanoel. 2012. *Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN*. Semarang