

SISTEM PAKAR MENDIAGNOSIS KERUSAKAN MESIN DIE CASTING 350 TON DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS WEB

¹Karyanto, ²Arif Budimansyah Purba, ³Yessy Yanitasari
STMIK Kharisma Karawang

E-mail : ¹karyantochn@gmail.com, ²arifbudimansyahpurba@gmail.com, ³yanitasari@yahoo.com

Abstrak

Kasus kerusakan *mesin die casting* 350 ton merupakan kasus yang memerlukan bantuan seorang pakar (teknisi) dalam menyelesaikan masalah dengan mengandalkan pengetahuan yang dimilikinya, tetapi kendala yang sering dialami apabila mengandalkan jasa seorang pakar adalah biaya yang harus dikeluarkan relatif tidak sedikit dan juga seorang pakar tidak akan selalu ada di tempat untuk melayani *client* setiap saat. Pada Penelitian ini dibuat perangkat lunak untuk mengatasi kasus tersebut, dimana perangkat lunak yang dimaksud adalah sistem pakar untuk mendiagnosis kerusakan *mesin die casting* 350 ton yang di *desain* untuk memodelkan/mengemulasi kemampuan seorang pakar dalam memecahkan suatu masalah yang berbasiskan pada pengetahuan pakar itu sendiri. Pemrograman yang digunakan dalam pembangunan sistem pakar ini menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis *Web*. dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP, *Object-Oriented Programming (OOP)*, *SDLC Waterfall* dan basis data yang digunakan adalah MySQL yang akan dilakukan pada sistem operasi Linux.

Kata Kunci: *Fuzzy logic, Web, Object-Oriented Programming (OOP), MySQL, Mesin die casting 350 ton, SDLC Waterfall*

Abstract

The case of damage to a die casting machine of 350 tons is a case that requires the help of an expert (technician) in solving problems by relying on their knowledge, but the obstacles often experienced when relying on the services of an expert is the cost to be incurred relatively few and also an expert will not be always be available to serve the client at any time, in this research made software to cope with such cases, in which the software in question is an expert system for diagnosing damage to a die casting machine 350 tons, designed to simulate / emulate the ability of an expert in solving a problem based on expert knowledge itself. Programming used in this expert system development using Web-based fuzzy logic. created using PHP programming language, Object-Oriented Programming (OOP), SDLC Waterfall and database used is MySQL to be done on the Linux operating system.

Keywords: *Fuzzy logic, Web, Object-Oriented Programming (OOP), MySQL. die casting machine of 350 tons SDLC Waterfall*

PENDAHULUAN

Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan tehnik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar. Sistem pakar juga merupakan sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang dimasukkan ke dalam komputer untuk memecahkan masalah-masalah yang biasanya diselesaikan oleh seorang pakar. Tujuan pengembangan Sistem pakar sebenarnya bukan untuk menggantikan peran manusia tetapi untuk *mensubstitusikan* pengetahuan manusia kedalam bentuk sistem, sehingga dapat digunakan oleh orang banyak. *Die casting* merupakan sebuah proses manufaktur untuk memproduksi benda dengan keakuratan, dimensi yang tinggi melalui logam cair (*molten metal*) yang diinjeksi dengan gaya tekan sehingga logam cair tersebut masuk kedalam cetakan yang disebut dengan *die/mold* dan kemudian dibiarkan membeku. Saat ini *die casting* digunakan untuk memproduksi barang-barang yang memiliki keseragaman dan keakuratan dengan jumlah yang tidak terbatas.

Die casting ini juga merupakan salah satu proses manufaktur yang menghasilkan produksi tinggi sehingga dapat mengurangi biaya produksi. *Die casting* umumnya digunakan untuk memproduksi barang-barang dengan material *non ferrous* dan paduan (*alloy*) seperti aluminium, *magnesium*, *zinc* (seng), *copper* (tembaga) dan kuningan (*brass*). Berdasarkan besarnya tekanan *die casting* dibedakan menjadi dua jenis yaitu *low pressure die casting* (LPDC) dan *high pressure die casting* (HPDC). *Low pressure die casting* merupakan jenis *die casting* yang menggunakan tekanan rendah dalam proses pengecorannya. *High Pressure Die Casting* (HPDC) adalah proses pemasukan (*injection*) logam cair (*molten metal*) ke dalam *mold cavity* dengan tekanan tinggi yang mencapai 250 MPa. PT. Chemco Harapan Nusantara sebuah perusahaan *manufacture* yang berada di Kawasan Industri Mitra Karawang, Di PT. Chemco itu sendiri dibagi menjadi beberapa Departemen yang diberi tugas sesuai dengan

Pekerjaan yang dihasilkan. Di Departement casting factory 1 terdapat aktiva tetap berupa *mesin die casting* yang berjumlah 39 unit, untuk kelancaran *mesin die casting* supaya bisa digunakan untuk berproduksi maka di buat seksi *maintenance* yang bertanggung jawab atas kerusakan dan perbaikan *mesin die casting* 350 ton.

Sistem pakar ini akan menggunakan metode logika *fuzzy*. Keuntungan yang didapat dari penerapan logika *fuzzy* didalam sistem pakar adalah pengambilan keputusan, sistem pakar dan logika *fuzzy* merupakan metodologi yang handal dan dapat menarik bagi para praktisi dan analisis. Membahas tentang penggunaan Cooling pada proses percetakan pada *mesin die casting*. Logika *fuzzy* digunakan dalam sistem pakar dikarenakan metode ini merupakan metode yang kuat untuk menyelesaikan suatu masalah representasi pengetahuan dilingkungan yang tidak pasti dan *ambigu*, sehingga metode logika *fuzzy* merupakan metode yang sangat baik untuk diterapkan didalam sebuah sistem pakar, terlebih lagi metode ini telah sukses untuk memberikan keuntungan-keuntungan pada saat diterapkan dalam berbagai bidang Berdasarkan masalah-masalah yang ada, maka kami akan mencoba meneliti dan, menganalisis sistem yang berjalan. Dengan menggunakan metode SDLC *Waterfall* berbasis *web*. Kami membuat judul dalam penelitian ini yaitu “sistem pakar mendiagnosis kerusakan mesin *die casting* 350 ton dengan metode *fuzzy logic* berbasis *web*”, dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP, OOP sedangkan basis data yang digunakan adalah MySQL yang akan dilakukan pada perangkat keras PC (*personal computer*) dengan sistem operasi Linux.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Yang Terkait

Penelitian sebelumnya “*Fuzzy logic Based Intellegent Controller Design for an Injection Mould Machine Proses Control*” (Santi Prabbha dkk, 2011), membahas tentang temperature suhu injection. Penelitian sebelumnya “*Analisa Simulasi High Pressure*

Die Casting (HPDC) Aluminium Alloy dengan dua Varian Cooling Menggunakan Software Magma” (Sulatin, dkk, 2014). Membahas tentang penggunaan Cooling pada proses percetakan pada mesin die casting. Logika fuzzy digunakan dalam sistem pakar dikarenakan metode ini merupakan metode yang kuat untuk menyelesaikan masalah representasi pengetahuan dilingkungan yang tidak pasti dan ambigu, sehingga metode logika fuzzy merupakan metode yang sangat baik untuk diterapkan didalam sebuah sistem pakar. Terlebih lagi metode ini telah sukses untuk memberikan keuntungan-keuntungan pada saat diterapkan dalam berbagai bidang (Djam dan Kimbi, 2011).

Defenisi Sistem Pakar

Sistem pakar yaitu sistem komputer yang berbasis pada pengetahuan yang terpadu didalam suatu sistem informasi dasar yang ada, sehingga sehingga memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah dalam bidang tertentu secara cerdas dan efektif, sebagaimana layaknya seorang pakar. Penerapan sistem pakar dimulai dibidang kedokteran untuk keperluan diagnostik para pasien dan juga saat ini sudah di mulai dalam skala kecil di bidang industri dan manajemen, namun demikian sistem pakar baru dikenal luas pada tahun 1987 (Marimin, 2009), sistem pakar adalah perangkat lunak komputer cerdas yang menggunakan pengetahuan dan prosedur inferensi untuk memecahkan masalah yang cukup rumit atau memerlukan kemampuan untuk memecahkannya.

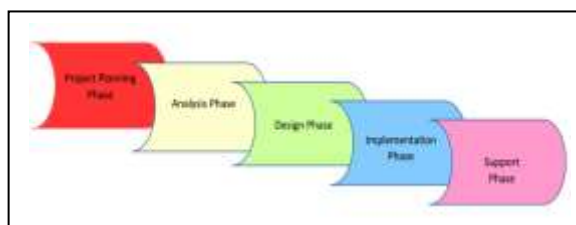
Defenisi Fuzzy Logic

Fuzzy Logic pertama kali diperkenalkan oleh (Lotfi A. Zadeh, 1965) Dasar *fuzzy logic* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan *fuzzy logic* tersebut (Kusumadewi dan Purnomo, 2010). *Fuzzy Logic* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input

dengan ruang output. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam membangun sistem adalah metode *SDLC Waterfall*, yaitu suatu metodologi pengembangan perangkat lunak yang mengusulkan pendekatan kepada perangkat lunak sistematis dan sekuensial yang mulai pada *Project planning phase, Analysis phase, Design phase, Implementation phase, dan Support Phase*.



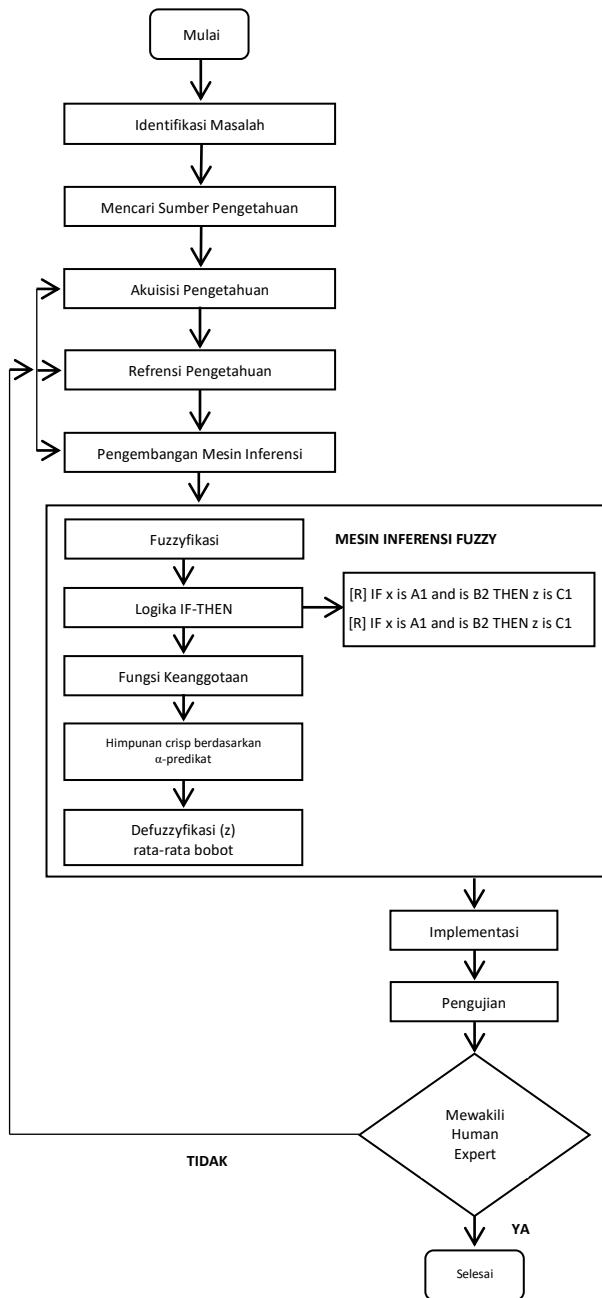
Gambar 1. *System Development Live Cycle*

1. *Project Planing Phase*

- a. Identifikasi Masalah
Menentukan masalah-masalah yang timbul mengenai kerusakan mesin die casting 350 ton.
- b. Pengumpulan Data
Melakukan studi literatur melalui jurnal-jurnal penelitian dan melakukan proses wawancara dengan seorang pakar.
- c. Menganalisis Teori
Menganalisis sistem pakar mendiagnosis kerusakan mesin die casting 350 ton dengan metode *fuzzy logic* berbasis web.
- d. Pembuatan Jadwal
Membuat jadwal dan target penelitian.
- e. Mencari Solusi
Menentukan system pakar mendiagnosis kerusakan mesin die casting 350 ton dengan metode *fuzzy logic* berbasis web.
- f. Mendefinisikan Kebutuhan
Menentukan *tools* yang dibutuhkan baik *hardware* maupun *software* untuk membangun aplikasi.

2. Analysis Phase

2.1 Analysis Teori Sistem Pakar Fuzzy Logic Tsukamoto



Gambar 2. Flowchart Analisis Fuzzy Logic Tsukamoto

2.2 Analisis Sistem

Selain tahapan diatas, juga akan mempelajari sistem yang ada dan menganalisis bidang masalah dengan menggunakan *Object Oriented Analysis* (OOA).

Hasil dari tahapan ini adalah tujuan perbaikan sistem terhadap masalah serta manfaat yang akan diperoleh. Tahapan analisis meliputi :

1. *System activities* (*Actor Description and Use Case Description, Use Case Diagram, Scenario Use Case*).
2. *Class diagram* (*class definition, class relation*).
3. *Object interaction* (*sequence diagram*).
4. *Object behavior* (*activity diagram*).

3. Design Phase

Dalam tahapan ini desain yang dilakukan oleh peneliti adalah pendesainan berbasis *Object Oriented Design* (OOD) terdiri dari :

1. Desain Proses.
2. Desain Antar Muka.
3. Desain Basis Data

4. Implementation Phase

Tahapan implementasi merupakan tahap pembuatan program. Pada Tahapan ini dilakukan beberapa tahapan, antara lain :

1. Instalasi Sistem
Menjelaskan tahapan dilakukannya proses instalasi aplikasi dalam *emulator* dan *smartphone*.
2. Pengujian Terhadap Sistem
Pengujian sistem dilakukan dengan dua tahap yaitu pengujian *white box* dan *black box*.

5. Support Phase

Setelah sistem yang penulis bangun selesai, langkah terakhir yang dilakukan adalah memperbaiki dan meningkatkan sistem secara berkala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Project Planing Phase

Adapun hasil dari tahapan ini adalah berikut :

- a. Identifikasi Masalah
Aplikasi sistem pakar *fuzzy logic* mendiagnosis kerusakan *mesin die casting* 350 ton untuk membantu *maintenance* mendiagnosis kerusakan.
- b. Pengumpulan Data
Hasil wawancara (lampiran), data data kerusakan *mesin die casting* 350 ton yang

pernah terjadi, definisi, solusi, dari kerusakan tersebut.

- c. Menganalisis Teori
Hasil Penggunaan *algoritme fuzzy logic* dan SDLC *waterfall* diimplementasikan ke dalam aplikasi.
- d. Pembuatan Jadwal
Penelitian dilakukan di PT.Chemco Harapan Nusantara plant II Karawang dari febuari-juni 2016 untuk mendiagnosis kerusakan *mesin die casting 350 ton*.
- e. Mencari Solusi
Dapat mendiagnosis kerusakan *mesin die casting 350 ton* dengan *fuzzy logic*.
- f. Mendefinisikan Kebutuhan
Pengunaan *hardware* berupa laptop dan printer, untuk *softwarena* menggunakan Linux Ubuntu 10.04 32 bit, Dia Diagram, Libre Office 3.2.0, geany, Apache dan MySQL.

2. Analysis Phase

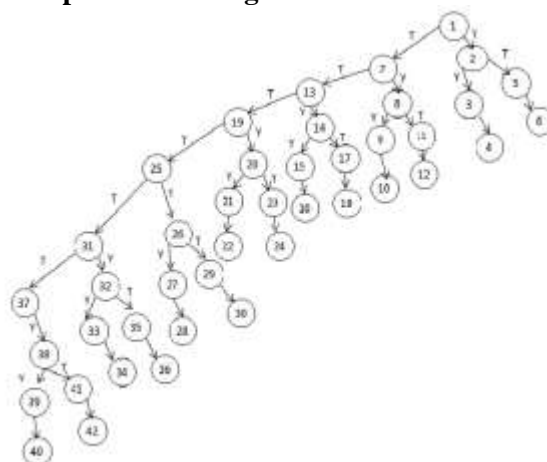
2.1 Identifikasi Masalah

Tabel 1. Masalah Kerusakan Mesin Die Casting 350 ton

Aturan	Diagnosis	Ket.
Aturan 1 <i>if</i>	Ladle tidak bisa mengambil alumunium. Apakah Rantai landle putus.	Ya Ya
Rantai Iadle Putus		
Aturan 2 <i>if</i>	Ladle tidak bisa mengambil alumunium. Apakah Rantai landle putus. Apakah Bearing macet.	Ya Tidak Ya
Bearing Aus		
Aturan 3 <i>if</i>	Ladle Mesin die casting macet. Apakah Vanbelt putus.	Ya Ya
Vanbelt Putus		
Aturan 4 <i>if</i>	Ladle Mesin die casting macet. Apakah vanbelt putus.	Ya Tidak
Bearing Aus		
Aturan 5 <i>if</i>	Spray Mesin die casting mampet. Apakah Pipe Spray mampet.	Ya Ya
Pipa spray kotor		
Pipa Spray Kotor		

Aturan 6 <i>if</i>	Spray Mesin die casting350 ton macet. Apakah Pipa spray mampet.	Ya Tidak
Pipa Spray Patah		
Aturan 7 <i>if</i>	Spray tidak bisa turun naik. Apakah Piston cylinder aus.	Ya Ya
Piston Cylinder Aus		
Aturan 8 <i>if</i>	Spray tidak bisa turun naik. Apakah Piston cylinder aus.	Ya Tidak
Piston Cylinder Kotor		
Aturan 9 <i>if</i>	Injeck tidak bisa maju mundur. Apakah Motor servo injeck terkunci.	Ya Ya
Motor Servo InjeckTerkunci		
Aturan 10 <i>if</i>	Injeck tidak bisa maju mundur. Apakah Motor sevo injeck rusak.	Ya Tidak
Solenoid Forward Return Rusak		
Aturan 11 <i>if</i>	Safety door Mesin die casting seret. Apakah Rel roda rusak.	Ya Ya
Roda rusak		
Aturan 12 <i>if</i>	Safety door Mesin die casting seret. Rel roda rusak.	Ya Tidak
Rel Roda Rusak		
Aturan 13 <i>if</i>	Preaure pump hidraulik macet. Apakah Pnenumatic valve rusak.	Ya Ya
Pnenumatic Valve Rusak		
Aturan 14 <i>if</i>	Preaure pump hidraulik macet. Apakah Pnenumatic valve.	Ya Tidak
Pnenumatic Valve Kotor		

2.2 Representasi Pengetahuan



Gambar 3. Pohon Keputusan

3. Fuzzifikasi

Jika *Mesin die casting* 350 ton akan memproduksi suatu barang maka dipastikan kondisi mesin harus siap untuk berproduksi dengan segala komponen tidak mengalami kerusakan, kondisi komponen mesin die casting 350 ton yang akan mengalami kerusakan bisa dihitung berdasarkan jumlah produksi yang dilakukan, untuk komponen seperti bearing *ladle*, *pneumatic valve*, *vanbelt*, *piston cylinder*, *seal auto mizer*, *solenoid forward return*, *solenoid pneumatic*, *roda safety door*, *rel roda safety door*, dalam periode tertentu harus diganti dengan yang baru supaya tetap bekerja secara optimal, berikut data untuk periode waktunya penggantian komponen *mesin die casting* 350 ton :

Tabel 2. Data Kondisi *Lifetime* Komponen

No	Nama part	Minimal		Maksimal		Waktu	
		Bulan	Jam	Bulan	Jam	Bulan	Jam
1	Rantai ladle	360000	6000jam	450000	7500jam	15 bln	7500 jam
2	Bearing ladle	360000	6000jam	450000	7500jam	15 bln	7500 jam
3	Vanbelt	180000	3000jam	270000	4500jam	9 bln	4500 jam
4	Spray	180000	3000jam	270000	4500jam	9 bln	4500 jam
5	Piston Cylinder	450000	7500jam	540000	9000jam	18 bln	9000 jam
6	Motor servo inject	360000	6000jam	450000	7500jam	15 bln	7500 jam
7	Solenoid forward return	450000	7500jam	540000	9000jam	18 bln	9000 jam
8	Roda safety door	360000	6000jam	450000	7500jam	15 bln	7500 jam
9	Rel roda safety door	360000	6000jam	450000	7500jam	15 bln	7500 jam
10	Solenoid pneumatic	450000	7500jam	540000	9000jam	18 bln	9000 jam
11	Pneumatic valve	450000	7500jam	540000	9000jam	18 bln	9000 jam

Data Jumlah Satuan :

Maksimal Shot	=	540.000 Shot
Minimal Shot	=	180.000 Shot
Maksimal Bulan	=	18 Bulan
Minimal Bulan	=	6 Bulan
Maksimal Jam	=	9.000 Jam
Minimal Jam	=	3.000Jam

Keterangan :

- 1 hari dibagi 3 shift, 1 shift 7 jam kerja setiap shift waktu efisien adalah 6 jam 40 menit.
- 1 shot adalah 1 menit, 1 shift berarti 400 shot produksi.
- 1 hari = 1200 shot produksi.
- 1 bulan adalah 25 hari kerja.

Apabila proses *mesin die casting* 350 ton memakai 2 aturan *fuzzy* sebagai berikut :

[R1] IF Maksimal lama And Penggantian lama THEN Jam lama.

[R2] IF Minimal cepat And Penggantian cepat THEN Jam cepat.

A. Rantai Ladle

Jika *maintenance* akan mengganti rantai ladle diketahui untuk penggantianannya antara 360.000- 450.000 shot, **durasi** waktunya 12-15 bulan, sedangkan **lamanya** jam kerja rantai ladle tersebut 6000 - 7500 jam, jika suatu saat *maintenance* tersebut akan mengganti pada 390.000 shot pada bulan ke 13, pada jam beberapa rantai ladle tersebut diganti ?.

Data Maksimum dan Minimum

Maksimal Shot	=	450.000 Shot
Minimal Shot	=	360.000 Shot
Bulan Tercepat	=	12 Bulan
Bulan Terlama	=	15 Bulan
Jam Tercepat	=	6.000 Jam
Jam Terlama	=	7.500 Jam

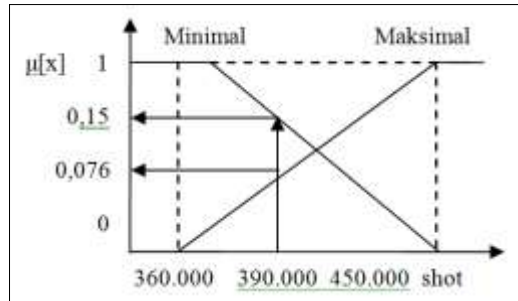
Penyelesaian :

a. Memodelkan Variable Fuzzy (Fuzzyfikasi)

Ada 3 variabel fuzzy yang akan dimodelkan yaitu :

Jumlah shot, Penggantian, Jam kerja.

1. Rantai ladle, terdiri dari 2 himpunan fuzzy, yaitu Minimal dan Maksimal. Fungsi keanggotaan direpresentasikan :



Fungsi keanggotaan himpunan Minimal dan Maksimal dari variable rantai ladle :

$$\mu_{\text{Minimal shot}} [x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 360.000 \\ \frac{450.000 - x}{390.000} & ; 360.000 \leq x < 450.000 \\ 0 & ; x \geq 450.000 \end{cases}$$

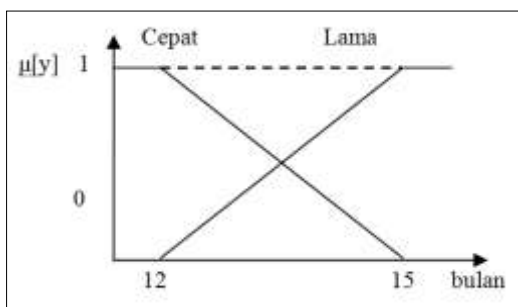
$$\mu_{\text{Maksimal shot}} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 360.000 \\ \frac{x - 360.000}{390.000} & ; 360.000 \leq x < 450.000 \\ 1 & ; x \geq 450.000 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan himpunan Minimal dan Maksimal dari variable rantai ladle bisa dicari dengan :

$$\mu_{\text{Minimal shot}} [390.000] = \frac{(450.000 - 390.000)}{390.000} = 0.15 \text{ shot}$$

$$\mu_{\text{Maksimal shot}} [390.000] = \frac{(390.000 - 360.000)}{390.000} = 0.076 \text{ shot}$$

2. Penggantian terdiri dari 2 himpunan fuzzy yaitu Cepat dan Lama.



Fungsi keanggotaan himpunan penggantian Cepat dan Lama dari variable Penggantian :

$$\mu_{\text{Penggantian Cepat}} [y] = \begin{cases} 1 & ; y \leq 15 \\ \frac{15 - y}{3} & ; 1 \leq y \leq 15 \\ 0 & ; y \geq 150 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Penggantian Lama}} [y] = \begin{cases} 1 & ; y \leq 15 \\ \frac{y - 15}{3} & ; 1 \leq y \leq 15 \\ 1 & ; y \geq 15 \end{cases}$$

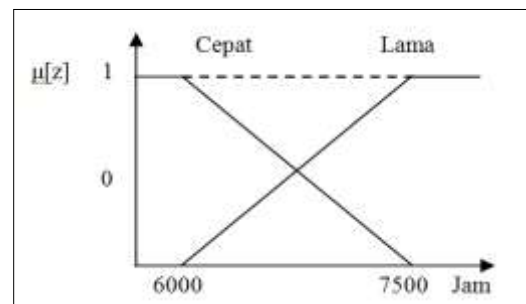
Nilai keanggotaan himpunan cepat dan lama variable

Penggantian bisa dicari dengan :

$$\mu_{\text{Penggantian Cepat}} [13] = \frac{(15 - 13)}{3} = 0.666 \text{ Bulan}$$

$$\mu_{\text{Penggantian Lama}} [13] = \frac{(15 - 12)}{3} = 1 \text{ Bulan}$$

3. Jam terdiri dari 2 himpunan fuzzy yaitu Cepat dan Lama.



Fungsi keanggotaan himpunan Jam Cepat dan lama dari variable :

$$\mu_{\text{Jam Lama}} [z] = \begin{cases} 1 & ; z \leq 6.000 \\ \frac{7.500 - z}{1.500} & ; 6.000 \leq z \leq 7.500 \\ 0 & ; z \geq 7.500 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Jam Cepat}} [z] = \begin{cases} 0 & ; z \leq 6.000 \\ \frac{z - 6.000}{1.500} & ; 6.000 \leq z \leq 7.500 \\ 1 & ; z \geq 7.500 \end{cases}$$

b. Inferensi

[R1] IF Maksimal Lama AND Penggantian Lama THEN Jam Lama

Nilai keanggotaan antarseden untuk aturan fuzzy [R1] yang dinotasikan dengan α_1 diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu_{\text{Maksimal Lama Penggantian Lama}} \\ &= \text{Max}(\mu_{\text{Maksimal Lama [390.000]}}, \mu_{\text{Penggantian Lama [13]}}) \\ &= \text{Max}(0.076) (0.66) \\ &= 0.66 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Jam lama dalam aturan fuzzy [R1], Maka nilai z_1 adalah :

$$\begin{aligned} z_1 &= (7.500 - z) / 1.500 = 0.66 \\ z_1 &= 6.500 \text{ Jam} \end{aligned}$$

[R2] IF Minimal Cepat AND Penggantian Cepat THEN Jam Cepat

Nilai keanggotaan antarseden untuk aturan fuzzy [R1] yang dinotasikan dengan α_2 diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \mu_{\text{Minimal Cepat Penggantian Cepat}} \\ &= \text{Min}(\mu_{\text{Minimal Cepat [390.000]}}, \mu_{\text{Penggantian Cepat [13]}}) \\ &= \text{Min}(0.66) (0.66) \\ &= 0.66 \text{ Shot / Bulan} \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Jam cepat dalam aturan fuzzy [R2], Maka nilai z_2 adalah :

$$\begin{aligned} z_2 &= 7.500 - 0,66 * (7.500 - 6.000) \\ z_2 &= 6.510 \text{ Jam} \end{aligned}$$

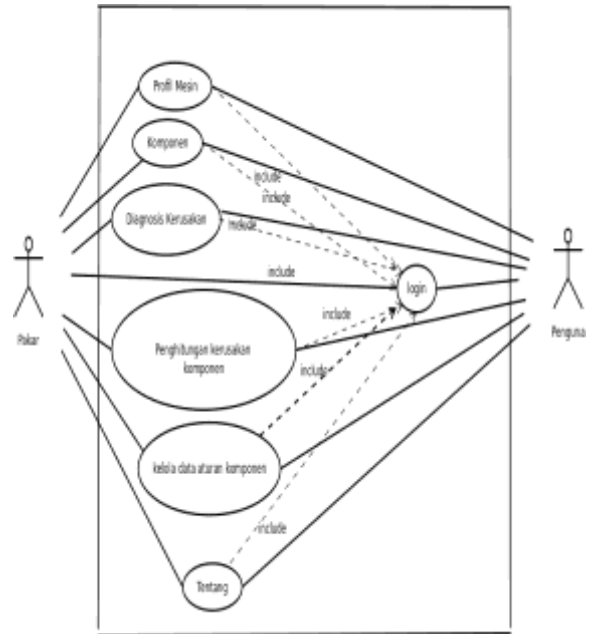
c. Output Crisp (Defuzzyfikasi)

Pada metode Tsukamoto, untuk menentukan output *crisp* digunakan *defuzzyfikasi* rata-rata berbobot, yaitu :

$$\begin{aligned} z &= \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \\ z &= \frac{0.66 * 6.500 + 0.33 * 6.500}{0.66 + 0.33} \\ z &= \frac{4.290 + 2.14}{0.99} \\ z &= \frac{6.435}{0.99} \\ z &= \mathbf{6.500 \text{ Jam}} \end{aligned}$$

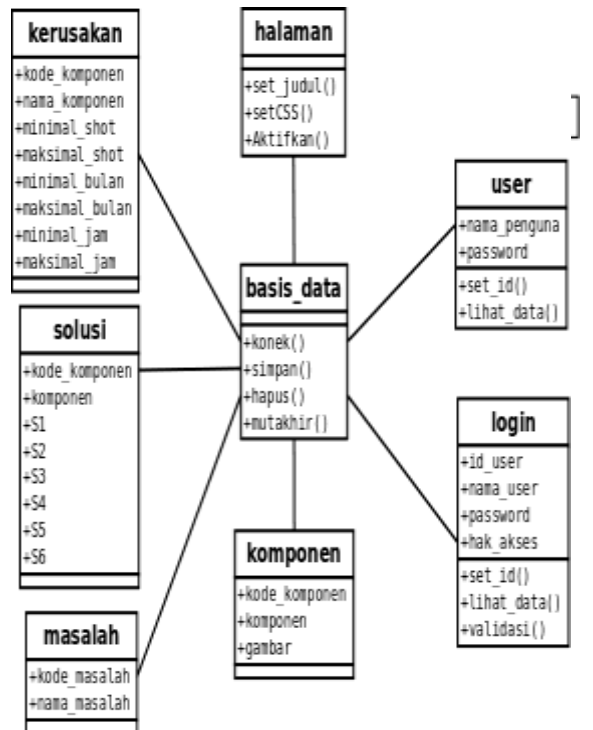
2.2 Analysis System

a. System Activities (Use Case Diagram)

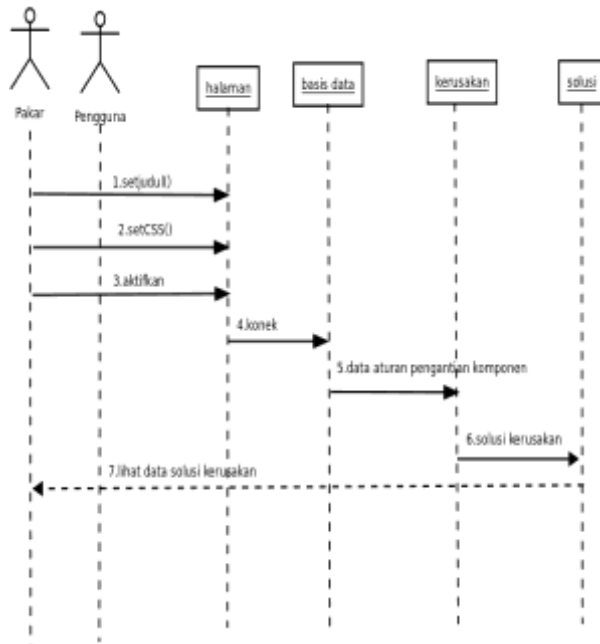


Gambar 4. Use Case Diagram

b. Class Diagram (Class Relation)

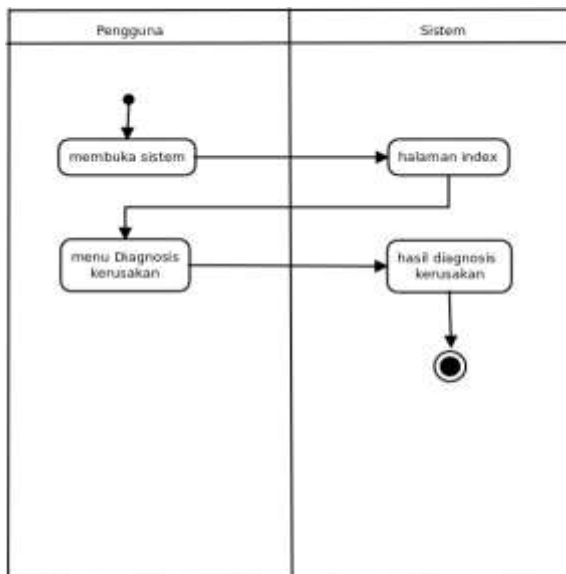


Gambar 5. Sequence Diagram Profil Mesin



Gambar 6. Sequence Diagram Diagnosis Kerusakan

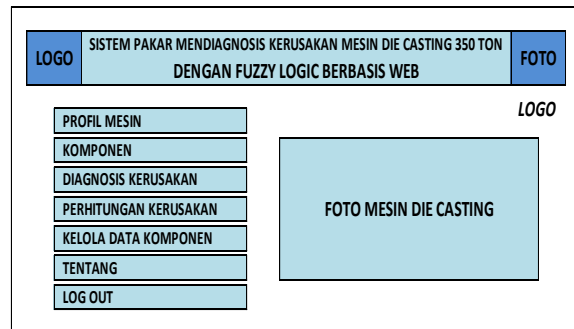
d. Object behavior (Activity Diagram)



Gambar 7. Activity Diagram Diagnosis Kerusakan

3. Design Phase

Berikut ini adalah rancangan desain antar muka sistem :



Gambar 8. Desain Antar Muka

4. Implementation Phase

4.1 Implementasi

Berikut adalah gambar dari sistem yang telah dibuat.



Gambar 9. Halaman Utama Sistem



Gambar 10. Komponen

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah penulis melakukan analisis, mendesain, dan menyelesaikan pembuatan aplikasi ini maka penulis mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pakar mendiagnosis kerusakan *mesin die casting* 350 ton dengan menggunakan fuzzy logic tsukamoto.
2. Aplikasi ini hanya dapat dijalankan pada sistem operasi linux berbasis web.
3. Ada 14 jenis Kerusakan yang ditampilkan.
4. Diagnosis adalah diagnosis kerusakan *mesin die casting* 350 ton.
5. Hasil diagnosis berupa hasil pemecahan masalah dari kerusakan *mesin die casting* 350 ton.

Saran

Sistem dapat dikembangkan lagi dengan aplikasi mobile phone yang dapat membuat sistem semakin handal dalam proses kerja *mesin die casting* 350 ton

DAFTAR PUSTAKA

- Kusrini. (2006), *Sistem Pakar “Teori dan Aplikasinya”*, Penerbit Andi. Yogyakarta
- Arhami, M. (2005). *Konsep Dasar Sistem Pakar* Andi : Yogyakarta
- Jogiyanto, H.M., 2005, *Analisis dan Desain Sistem Informasi* Andi Offset, Yogyakarta.
- Satzinger, John W., Jackson, Robert B., Burd, Stephen D. 2010. *System Analysis and Design in a Changing World*, Fourth Edition, Thomson Course Technology, Canada.