

Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Boiler Miura EH-500F Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web

Bayu Ariyanto¹, Ir. Agus Adhi Nugroho, MT, IPM², Sam Farisa, ST, M.Kom³

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Unissula

² Dosen Pembimbing 1 Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Unissula

³ Dosen Pembimbing 2 Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Unissula

¹²³ Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang

Email :

¹ bayu_ariyanto@gmail.com

² agusadhi@unissula.ac.id

³ sam@unissula.ac.id

Abstrak - Industri pada umumnya menggunakan mesin pembuat uap bertekanan atau yang disebut ketel uap atau juga yang sering disebut *boiler*. Karena tuntutan produktifitas dan seriring berjalannya hari mesin *boiler* akan mengalami penurunan efisiensi. Pada umumnya mesin *boiler* memiliki jadwal perawatan yang sudah ditentukan atau sudah memiliki kontrak perawatan bersama supplier mesin *boiler* tersebut. Namun dalam praktiknya jika suatu ketika mesin mengalami kendala atau *error* maka penanggung jawab mesin harus melaksanakan perbaikan yang dilakukan saat itu juga. Karena jika tidak diperbaiki, dapat mengganggu proses produksi yang ada. Dengan Sistem Pakar menggunakan metode *forward chaining*, pelacakan kedepan yang memulai dari sekumpulan fakta-fakta dengan mencari kaidah yang cocok dengan dugaan/hipotesa yang ada menuju kesimpulan, diharapkan mampu menangani masalah waktu dalam proses mendiagnosa kerusakan mesin *boiler* saat terjadi kerusakan mesin *boiler*.

Kata kunci : Kerusakan mesin *boiler*, sistem pakar, *forward chaining*

Abstract - Industries generally use pressurized steam-making machines or so-called steam boilers or also often called boilers. Because of the demands of productivity and the running of the day the boiler engine will experience a decrease in efficiency. In general the boiler machine has a predetermined maintenance schedule or already has a maintenance contract with the boiler machine supplier. But in practice if a machine experiences an obstacle or error then the person in charge of the machine must carry out the repairs that were done right away. Because if it is not repaired, it can disrupt the existing production process. With the Expert System using the forward chaining method, forward tracking that starts from a set of facts by looking for rules that match the presumptions / hypotheses that lead to conclusions, is expected to be able to handle time problems in the process of diagnosing boiler engine damage when boiler engine failure occurs.

Key words : Boiler machine damage, expert system, *forward chaining*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, industri pada umumnya menggunakan mesin pembuat uap bertekanan atau yang disebut ketel uap atau juga yang sering disebut *boiler*. *Boiler* biasa digunakan di dalam proses produksi untuk kebutuhan pemanas, pengering, pelembaban maupun campuran pemrosesan bahan baku dan makanan.

Karena tuntutan produktifitas dan seriring berjalannya hari mesin *boiler* akan mengalami penurunan efisiensi. Karena turunnya efisiensi akan mengganggu proses produksi dan ini terjadi karena kurangnya perawatan pada mesin *boiler*.

Pada umumnya mesin *boiler* memiliki jadwal perawatan yang sudah ditentukan atau sudah memiliki kontrak perawatan bersama *supplier* mesin *boiler* tersebut. Namun dalam praktiknya jika suatu ketika mesin mengalami kendala atau *error* maka penanggung jawab mesin harus melaksanakan perbaikan yang dilakukan saat itu juga. Karena jika tidak diperbaiki, dapat mengganggu proses produksi yang ada.

Proses perbaikan mesin boiler saat ini yakni dengan mengamati gejala dan tanda kerusakan, setelah itu penanggung jawab mesin membaca manual book mesin boiler untuk mencocokkan gejala dan tanda kerusakan. Proses pencarian dan pencocokan ini memerlukan waktu ekstra agar mendapatkan hasil yang dicari sebelum melakukan tindakan perbaikan terhadap mesin boiler.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian di atas yang menjadi latar belakang permasalahan, yaitu bagaimana teknologi dapat membantu mengidentifikasi kerusakan mesin *boiler*.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Sistem pakar dirancang hanya berbasis *web*.
2. Sistem pakar ini hanya mendiagnosis mesin *boiler* jenis Miura EH-500F.
3. Metode yang digunakan hanya metode *forward chaining* untuk penarikan kesimpulan.

1.4 Tujuan Penulisan

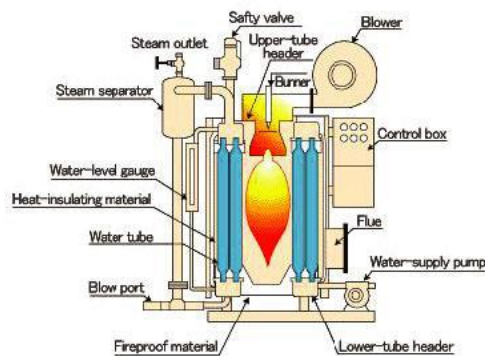
Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk membangun aplikasi sistem sistem pakar untuk membantu penanggung jawab mesin boiler dalam mendeteksi kerusakan mesin *boiler*.

II. DASAR TEORI

2.1 Boiler

Ketel uap dalam bahasa Inggris disebut dengan nama *boiler* berasal dari kata *boil* yang berarti mendidihkan atau menguapkan, sehingga *boiler* dapat diartikan sebagai alat pembentukan uap yang mampu mengkonversi energi kimia dari bahan bakar padat (padat cair dan gas) yang menjadi energi panas.

Tipe *boiler Miura type EH-500 F* menggunakan bahan bakar cair memiliki karakteristik jenis bahan baku pembakaran yang menggunakan solar. Nilai efisiensi dari tipe ini lebih baik jika dibandingkan dengan boiler bahan bakar padat dan listrik.



Once Through Boiler

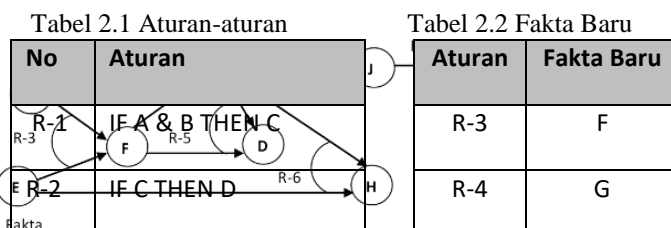
Gambar 2.1 Boiler Miura EH-500 F Gambar 2.2 Bagian-bagian boiler compact secara umum

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar atau expert system biasa disebut dengan Knowledge Based System yaitu suatu aplikasi komputer yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan atau pemecahan persoalan dalam bidang yang spesifik (Rukun & Hayadi, 2018). Sedangkan menurut Kusri (2008) sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam.

2.3 Forward Chaining

Forward Chaining merupakan pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (*IF* dulu). Dengan kata lain, penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis (Rosnelly, 2012).



Gambar 2.3 Forward Chaining

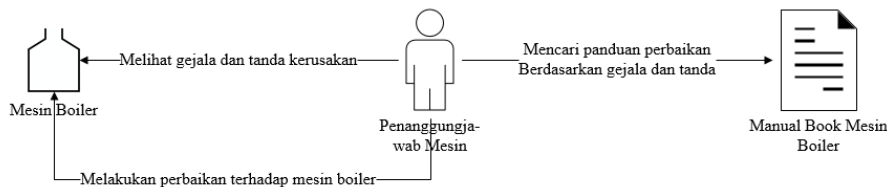
R-3	IF A & E THEN F	R-5	D
R-4	IF A THEN G	R-6	H
R-5	IF F & G THEN D	R-9	J
R-6	IF G & E THEN H	R-10	K
R-7	IF C & H THEN I		
R-8	IF I & A THEN J		
R-9	IF G THEN J		
R-10	IF J THEN K		

III. ANALISIS & PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisa Sistem

3.1.1 Proses Bisnis Saat Ini

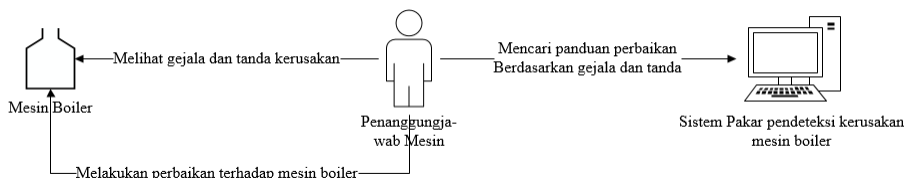
Dalam mendeteksi kerusakan mesin *boiler* saat ini, penanggung jawab mesin menggunakan acuan *manual book* mesin *boiler* untuk menemukan kerusakan dan memperbaikinya.



Gambar 3.1 Proses Bisnis Saat Ini

3.1.2 Proses Bisnis Dengan Sistem

Proses identifikasi kerusakan dapat dipermudah dengan bantuan teknologi yakni sistem pakar. Sistem pakar akan membantu penanggung jawab mesin untuk mengidentifikasi kerusakan pada mesin *boiler* dengan memberikan masukan berupa gejala dan tanda. Dalam hitungan waktu detik, sistem pakar dapat menemukan jenis kerusakan yang terjadi, sehingga penanggung jawab mesin dapat langsung menangani jenis kerusakan tersebut.



Gambar 3.2 Proses Bisnis Dengan Sistem

Alur proses bisnis dengan sistem :

1. Penanggung jawab mesin atau teknisi melihat gejala dan tanda kerusakan mesin *boiler*.
2. Teknisi mengakses aplikasi sistem pakar untuk menentukan kerusakan mesin *boiler* dengan menjawab pertanyaan gejala dan tanda yang dialami oleh mesin.
3. Aplikasi sistem pakar akan menghasilkan diagnosa kerusakan, dan tindakan apa saja yang sebaiknya dilakukan oleh teknisi.
4. Teknisi melakukan tindakan perbaikan sesuai petunjuk pada sistem pakar.

3.1.3 Basis Pengetahuan Sistem Pakar

Salah satu komponen dalam sistem pakar adalah basis pengetahuan. Basis pengetahuan merupakan tempat penyimpanan pengetahuan dalam komputer, dimana pengetahuan ini diambil dari pengetahuan pakar (Kusrini, 2008).

Basis pengetahuan untuk menganalisa kerusakan dibutuhkan data berupa data gejala kerusakan mesin boiler dan data data diagnosa kerusakan mesin boiler.

Tabel 3.1 Tabel Kerusakan *Boiler*

No	Nama Kerusakan
----	----------------

1	<i>Solenoid valve</i> solar rusak
2	Motor pompa air rusak
3	Pompa air kemasukan udara
4	Motor <i>blower</i> rusak
5	<i>Pressure switch</i> rusak
6	<i>Nozzle</i> pembakaran buntu
7	<i>Filter</i> air buntu/rusak
8	Keran <i>blowdown</i> rusak
9	Motor <i>dampner</i> rusak
10	Listrik mati
11	<i>Check valve</i> air rusak
12	Pipa kapiler solar buntu
13	Trafo Pematik Rusak
14	Batang pematik kotor
15	Air dalam tanki umpan habis
16	<i>Pressure gauge</i> rusak
17	Trafo input listrik rusak
18	Solar pada tanki umpan habis
19	Kapasitor <i>blower</i> rusak
20	Pompa <i>chemical</i> rusak

Tabel 3.2 Tabel Gejala *Boiler*

No.	Gejala Kerusakan Boiler
1	Air tidak segera mengisi
2	Suara motor pompa air terlalu kasar
3	Tidak terjadi <i>highfire</i>
4	Timbul suara hentakan pada pompa
5	Tidak terjadi pembakaran (<i>misfire</i>)
6	Tekanan melebihi batas
7	Tekanan tidak mau naik
8	Suara keras pada motor pompa solar
9	<i>Safety valve</i> terbuka
10	Suara <i>blower</i> terlalu kasar
11	Sering terjadi <i>restart</i>
12	Terjadi alarm <i>low water</i>
13	Tidak bisa <i>blowdown</i>
14	Terjadi <i>highfire</i> namun api tetap kecil
15	Pompa air tidak bekerja
16	Blower tidak bekerja
17	Terjadi alarm <i>overload</i>
18	Tekanan tidak bisa di atur
19	<i>Boiler</i> mati seketika
20	<i>Chemical</i> tidak mau menginjeksi

Setelah memiliki data kerusakan dan data gejala kerusakan, selanjutnya dibuatlah struktur sebuah kerusakan (diagnosa) tersebut terdiri dari gejala atau tanda apa saja

Tabel 3.3 Pencocokan Kerusakan dan Gejala Boiler

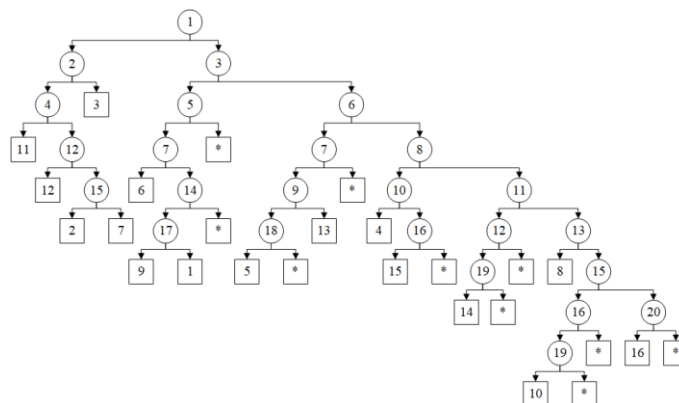
No. Kerusakan	Gejala (Sheet Gejala)				
1	3	5	14		
2	1	2	15		

3	1				
4	8	10			
5	6	7	9	18	
6	3	5	7		
7	1	2			
8	13				
9	3	5	7	14	17
10	15	16	19		
11	1	2	4		
12	1	2	12		
13	6	7			
14	11	12	19		
15	8	16			
16	20				

3.2 Perancangan Sistem

3.2.1 Perancangan Pohon Keputusan

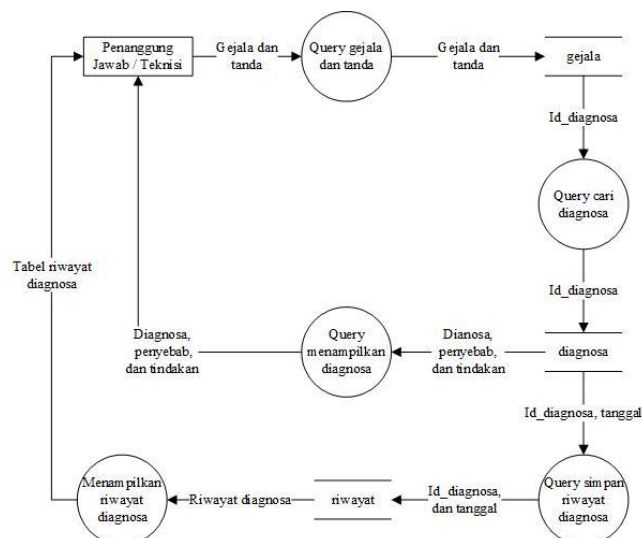
Perancangan pohon keputusan dibuat berdasarkan urutan gejala (simbol lingkaran) kerusakan yang dimulai dari 1 hingga 20 untuk mencapai hasil diagnosa yang berupa simbol kotak. Simbol kotak yang berisi tanda bintang berarti belum ada basis pengetahuan kerusakan dengan gejala sesuai alurnya. Setiap gejala kerusakan yang ditemui (ya) maka akan bergerak ke panah sebelah kiri, sedangkan jika pada gejala tersebut tidak ditemui maka alur panah bergerak ke kanan.



Gambar 3.3 Pohon Keputusan Sistem Pakar Boiler

3.2.2 DFD Level 1

Pada DFD level 1 terlihat arah data yang bermula dari sebuah entitas hingga data tersebut diproses dan disimpan ke tabel database.

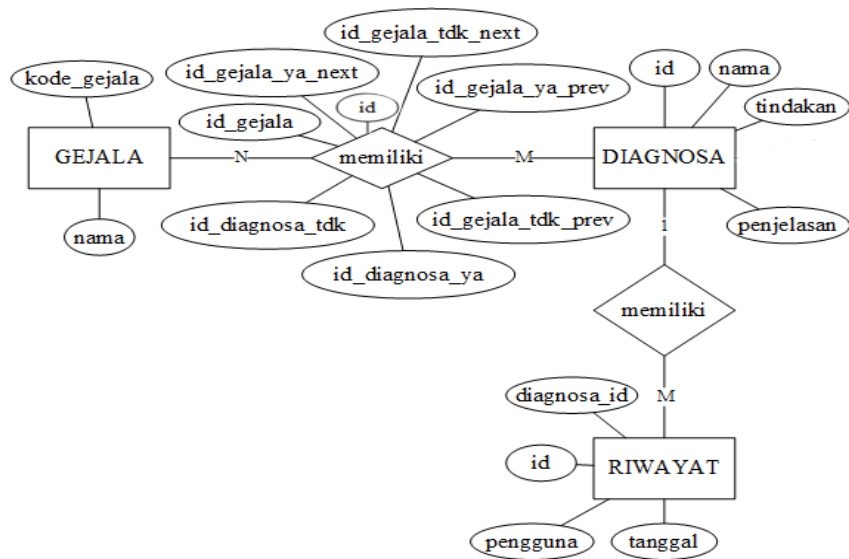


Gambar 3.4 DFD Level 1

KELAS UJI	BUTIR UJI	IDENTIFIKASI		JENIS PENGUJIAN	TEKNIK PENGUJIAN	JADWAL
		SKPL	PDHUPL			
Form konsultasi mesin	Memilih jawaban	SKPL-1	PDHUPL-1	SISTEM	BLACKBOX	23/2/19
	Tidak memilih jawaban	SKPL-2	PDHUPL-2	SISTEM	BLACKBOX	23/2/19

3.2.3 Entity Relation Diagram

Entity relation diagram digunakan untuk menggambarkan entitas, atribut entitas, hubungan antar entitas dalam sistem pakar ini, sehingga akan mempermudah dalam proses perancangan database.



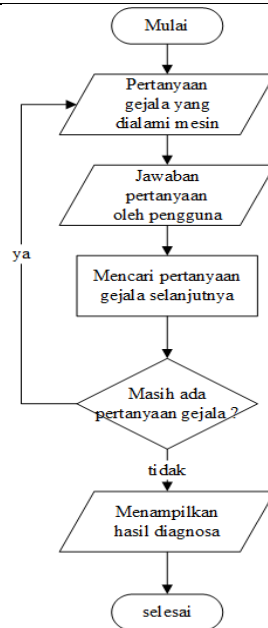
Gambar 3.5 Entity Relation Diagram Sistem Pakar Diagnosa Mesin Boiler

3.2.4 Rencana Pengujian

Rencana pengujian adalah proses pengecekan sistem yang akan dilakukan ketika sistem pakar telah selesai dibangun.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Alur Sistem Pakar

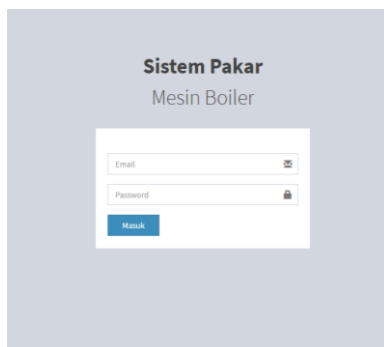


Gambar 4.1 Flowchart Sistem Pakar Forward Chaining

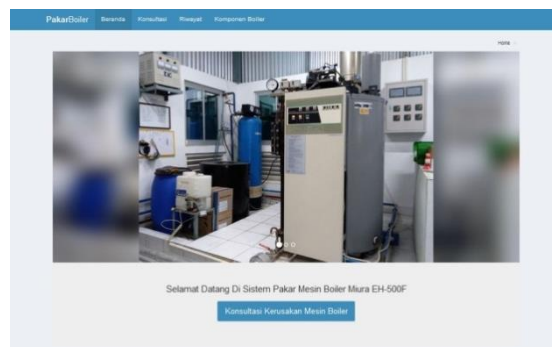
4.2 Implementasi Sistem

4.2.1 Antarmuka Login dan Beranda

Pada halaman beranda ini terdapat tombol “Konsultasi kerusakan mesin boiler” yang akan mengarahkan pengguna ke halaman konsultasi.



Gambar 4.2 Login



4.3 Halaman Beranda

4.2.2 Antarmuka Konsultasi

Pada halaman ini pengguna melakukan konsultasi kerusakan mesin boiler. Untuk dapat memulai konsultasi, pengguna harus memasukkan nama sebagai pengguna terlebih dahulu.

Gambar 4.4 Konsultasi Kerusakan Boiler

Setelah memasukkan nama sebagai pengguna, pengguna mengklik tombol “Mulai” untuk memulai konsultasi, jika pengguna tidak memasukkan nama sebagai pengguna maka tidak akan dapat memproses konsultasi kerusakan.

Setelah mengklik tombol “mulai”, akan muncul berbagai pertanyaan seputar kemungkinan gejala kerusakan pada mesin *boiler*.

Gambar 4.5 Gejala Kerusakan *Boiler*

Pengguna harus memilih salah satu jawaban antara “Ya” atau “Tidak”. Setelah mengisi jawaban pertanyaan gejala kerusakan, akan muncul hasil konsultasi yakni berupa keterangan diagnosa, penyebab kerusakan, dan tindakan yang harus dilakukan.

Gambar 4.6 Diagnosa Kerusakan

4.2.3 Antarmuka Riwayat

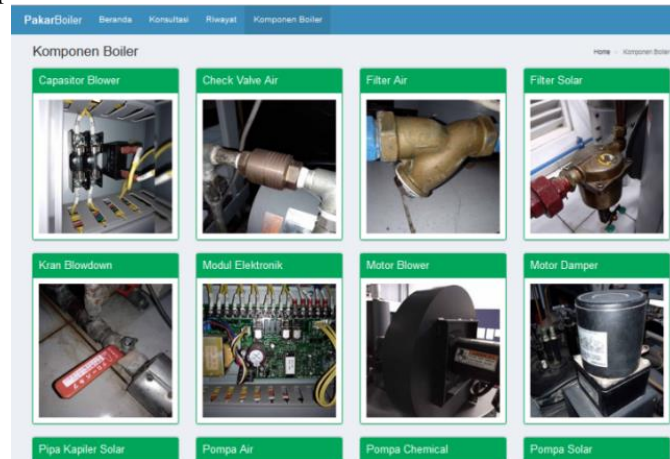
Pengguna yang pernah melakukan konsultasi kerusakan mesin boiler, data berupa nama pengguna, mesin boiler, hasil diagnosa, dan tanggal konsultasi akan tersimpan pada tabel riwayat

Tanggal	Diagnosa	Pengguna
03 Juli 2019	Pompa air kemasukan udara	John
19 Mei 2019	Check valve air rusak	john doe
19 Mei 2019	Pompa air kemasukan udara	john doe
22 Juni 2019	Pompa air kemasukan udara	john doe

Gambar 4.7 Antarmuka Riwayat

4.2.4 Antarmuka Komponen Boiler

Untuk mempermudah pengguna mengetahui komponen mesin boiler, maka pada halaman ini memberikan gambaran-gambaran komponen mesin boiler.



Gambar 4.8 Antarmuka Komponen Boiler

4.3 Pengujian

Tabel 4.1 Pengujian Form Konsultasi Mesin

IDENTIFIKASI	PDHUPL-1		
NAMA BUTIR UJI	Memilih jawaban gejala kerusakan		
TUJUAN	Memeriksa apakah dapat melanjutkan proses pertanyaan gejala kerusakan selanjutnya atau mendiagnosa kerusakan		
KONDISI AWAL	Formulir konsultasi belum memilih jawaban fakta gejala kerusakan		
TANGGAL PENGUJIAN	16/7/19		
PENGUJI	Bayu Ariyanto		
SKENARIO			
HASIL			
DATA YANG DIBERIKAN	YANG DIHARAPKAN	PENGAMATAN	KESIMPULAN
Jawaban : Ya	Beralih ke halaman pertanyaan gejala kerusakan selanjutnya atau halaman diagnosa	Beralih ke halaman pertanyaan gejala kerusakan selanjutnya atau halaman diagnosa	Berhasil
IDENTIFIKASI	PDHUPL-2		
NAMA BUTIR UJI	Tidak memilih jawaban gejala kerusakan		
TUJUAN	Memeriksa apakah dapat melanjutkan proses pertanyaan gejala kerusakan selanjutnya atau mendiagnosa kerusakan		
KONDISI AWAL	Formulir konsultasi belum memilih jawaban fakta gejala kerusakan		
TANGGAL PENGUJIAN	16/7/19		
PENGUJI	Bayu Ariyanto		
SKENARIO			

Tabel 4.2 Pengujian Form Konsultasi Mesin

HASIL			
DATA YANG DIBERIKAN	YANG DIHARAPKAN	PENGAMATAN	KESIMPULAN
Jawaban : < kosong >	Sistem meminta mengisi jawaban pada radio button ('Ya' atau 'Tidak')	Sistem meminta mengisi jawaban pada radio button ('Ya' atau 'Tidak')	Berhasil

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin *Boiler* Miura EH-500F Menggunakan Metode *Forward Chaining* Berbasis *Web* yang dibuat oleh penulis telah sesuai dengan kebutuhan teknisi maupun operator mesin *boiler* saat ini di PT. Ungaran Sari Garments Unit Pringapus.
2. Berdasarkan penelitian ini, sistem pakar dengan metode *forward chaining* mampu membantu teknisi mesin *boiler* untuk mendeteksi kerusakan mesin *boiler*.
3. Pengujian pada sistem yang dilakukan oleh penulis telah menunjukkan hasil yang baik, yaitu sistem dapat berjalan sesuai dengan harapan. Dan keluaran dari sistem telah sesuai dengan perancangan.

5.2

5.3 Saran

1. Diperlukan penyempurnaan sistem berupa kemampuan sistem untuk dapat memasukkan pengetahuan-pengetahuan baru dan terintegrasi dengan urutan proses yang sudah terbuat secara langsung.
2. Karena hanya dalam lingkup mesin *boiler* Miura EH-500F secara umum, maka untuk penelitian selanjutnya bisa diteliti lebih khusus lagi (gejala dan kerusakan yang lebih detail) sehingga sistem pakar akan sangat membantu pekerjaan seorang teknisi maupun operator mesin boiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Bullinaria, J. A. (2013). IAI: Expert Systems.
- Cong, B., Shin, S. Y., & Salehnia, A. R. EXPERT SYSTEMS AND EXPERT SYSTEM LANGUAGES.
- Gupta, S., & Singhal, R. (2013). Fundamentals and characteristics of an expert system. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 1(3), 110-113.
- Hayadi, B. H. (2016). *Sistem Pakar*: Deepublish.
- KBBI Kata. Arti kata pengetahuan menurut KBBI. Retrieved from <https://kbbi.kata.web.id/pengetahuan/>
- Kusrini. (2006). *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*: Andi Publisher.
- Kusrini. (2008). *Aplikasi sistem pakar, menentukan faktor kepastian pengguna dengan metode kuantifikasi pertanyaan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Maniah, d. (2016). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi: Pembahasan Secara Praktis dengan Contoh Kasus*: Deepublish.
- Muslihudin, M., & Oktafianto. (2016). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Menggunakan Model Terstruktur dan UML*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Program Studi Sistem Informasi FST University Ma Chung. (2018). *Studi Kasus Sistem Berbasis Pengetahuan: Membahas Metode ID3, Naïve Bayes dan Certainty Factor*: Seribu Bintang.
- Rosnelly, R. (2012). *Sistem Pakar: Konsep dan Teori*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rukun, K., & Hayadi, B. H. (2018). *Sistem Informasi Berbasis Expert System*. Sleman: Deepublish.
- Sismoro, H. (2005). *Pengantar Logika Informatika. Algoritma dan Pemrograman Komputer*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tan, H. (2017). *A brief history and technical review of the expert system research*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.