



**SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN *SPRAY GUN ELECTROSTATIC* DENGAN METODE
FORWARD CHAINING BERBASIS WEB**

Nurhadi Surojudin

Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa
nsurojudin@gmail.com

Abstrak

Kurangnya pengetahuan tentang *spray gun electrostatic* dapat diatasi oleh seorang pakar dengan pengetahuan dan pengalamannya. Berdasarkan hal tersebut, yang menjadi permasalahan yaitu terbatasnya SDM pakar yang hanya ada 8% dari jumlah karyawan yang ada dan banyaknya *break down time* yang terjadi akibat tidak adanya seorang pakar saat terjadi kerusakan dengan rata-rata perbulan 177 menit. Hal itu menjadi acuan untuk merancang aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan *spray gun electrostatic*. Tujuannya yaitu untuk mentransfer pengetahuan yang dimiliki seorang pakar ke dalam komputer sehingga pengguna bisa menganalisa masalah tanpa bantuan seorang pakar. Sistem ini menggunakan metode *forward chaining* yaitu metode inferensi yang menggunakan penalaran yang dimulai dari fakta dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis. Sistem ini dibuat dengan menggunakan pemrograman *PHP* dan basis data menggunakan *MySQL*. Sistem ini dilengkapi menu pakar untuk pengelolaan pengetahuan, sehingga pakar dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus pengetahuan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa metode *forward chaining* tepat untuk diagnosa kerusakan *spray gun electrostatic*, karena pada kenyataan, penalaran seorang pakar kerusakan *spray gun electrostatic* mengarah pada gejala masalah yang dialami oleh kerusakan *spray gun electrostatic* kemudian diperoleh penyebab dan solusi kerusakan *spray gun electrostatic*. Simpulan yang bisa diambil adalah dengan sistem pakar ini dapat mewakili seorang pakar agar mampu mendiagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* sehingga pengguna lebih menghemat waktu karena tanpa perlu datang ke seorang pakar dan meningkatkan keahlian karyawan lainnya sebesar 42% serta mengurangi *break down time* yang terjadi sebesar 85%.

Kata Kunci : sistem pakar, *UML(Unified Modeling Language)*, berbasis web, *spray gun electrostatic*, *forward chaining*.

Abstract

The lack of knowledge about spray gun electrostatic can be overcome by an expert with his knowledge and experience. Based on this, the problem is the limited human resources experts who only 8% of the number of existing employees and the number of break down time that occurs due to the absence of an expert when there is damage with the average month of 177 minutes. It becomes a reference for designing expert system applications to diagnose electrostatic spray gun damage. The goal is to transfer knowledge possessed by an expert into the computer so that users can analyze the problem

without the help of an expert. This system uses forward chaining method that is inference method using reasoning starting from the first facts to test the truth of the hypothesis. This system is created by using PHP programming and database using MySQL. The system features an expert menu for knowledge management, so experts can add, change, and delete knowledge. The results of this study indicate that forward chaining method is appropriate for the diagnosis of spray gun electrostatic damage, because in fact, the reasoning of an expert of spray gun electrostatic damage leads to symptoms of problems experienced by electrostatic spray gun damage and then the cause

and solution of spray gun electrostatic damage. Conclusion that can be taken is with this expert system can represent an expert to be able to diagnose electrostatic spray gun damage so that users save time because without need to come to an expert and improve the expertise of other employees by 42% and reduce break down time happened 85%.

Keywords : expert system, UML (Unified Modeling Language), web-based, electrostatic spray gun, forwardchaining.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi komputer saat ini dapat mempermudah pekerjaan manusia, karena saat sekarang ini kita dapat membuat sebuah kecerdasan buatan yang salah satunya disebut sistem pakar. Dalam pengimplementasiannya sistem pakar disini dapat menggantikan peran seorang pakar, karena pengetahuan seorang pakar dapat di implementasikan kedalam sistem untuk dapat digunakan oleh orang lain.

Komponen sistem pakar terdiri dari akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan, mesin inferensi, *user interface*. Hal ini sama dengan seorang pakar. Supaya menjadi seorang pakar seseorang harus belajar dalam bidang tertentu dengan membaca atau dari pengalamannya. Proses belajar ini merupakan proses pemindahan pengetahuan ke dalam otak seseorang. Proses tersebut dalam sistem pakar merupakan proses akuisisi pengetahuan. Hasil belajar dan pengalaman akan tersimpan dalam otak. Sehingga didalam otak akan terbentuk database pengetahuan. Seorang pakar dapat memanfaatkan pengetahuan yang tersimpan di otaknya untuk menyelesaikan suatu persoalan. Cara seorang pakar membaca pengetahuan yang ada didalam pikiran didalam sistem pakar merupakan bentuk dari mesin inferensi.

Ide dasar serta manfaat dari sistem pakar dalam membantu pekerjaan manusia khususnya pakar inilah yang menjadi sudut pandang dari penulis yang dijadikan sebagai objek dalam tulisan ini. Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian untuk membuat sistem pakar yang bisa mendiagnosis kerusakan pada *spray gun electrostatic*. *Spray gun electrostatic* adalah alat untuk proses pengecatan yang memanfaatkan tenaga listrik untuk menghasilkan muatan elektron yang saling tarik menarik antara muatan positif (benda kerja) dan muatan negatif (cat).

Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh penulis di PT. Yutaka Manufacturing Indonesia yang berlokasi di kawasan MM2100 cikarang barat, kabupaten bekasi, untuk menangani kerusakan *spray gun electrostatic* belum memiliki standar perbaikan hanya mengandalkan pengalaman untuk menganalisis kerusakan yang terjadi sehingga hal itu

menyebabkan penanganan membutuhkan waktu yang lama dan tidak bisa dilakukan oleh sembarang orang dikarenakan jumlah SDM pakar yang terbatas.

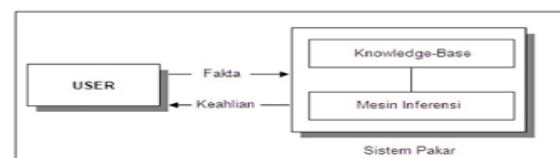
Adanya kendala yang terjadi pada PT. Yutaka Manufacturing Indonesia yaitu tidak adanya software untuk menganalisa masalah, terbatasnya SDM pakar, dan tingginya angka *break down time* kerusakan *spray gun electrostatics* yang mendasari penulis untuk membuat sebuah sistem pakar yang dapat menganalisa jenis kerusakan pada *spray gun electrostatic* sesuai pendapat pakar.

2. Landasan Teori

2.1. Sistem Pakar

2.1.1. Pengertian Sistem Pakar

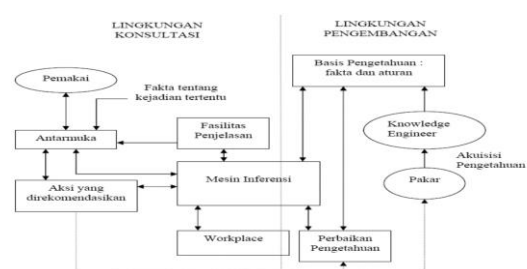
Sistem pakar adalah salah satu cabang dari AI (*Artificial Intelligence*) yang membuat penggunaan secara luas knowledge yang khusus untuk penyelesaian masalah manusia. Seorang pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam bidang yang dimilikinya (Arhami, 2005).



Gambar 1. Konsep Dasar Fungsi Sistem Pakar (Sumber : Arhami, 2007)

2.1.2. Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*) (Tuban, 1995). Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar. Komponen-komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat dalam gambar 2.



Gambar 2. Komponen-Komponen Sistem Pakar (Sumber : Tuban, 1995)

2.1.3. Metode Pelacakan

Menurut Sri Kusumadewi (2003), hal penting dalam menentukan keberhasilan sistem cerdas adalah kesuksesan dalam pencarian.

- 1) *Depth-first search*, melakukan penelusuran kaidah secara mendalam dari simpul akar bergerak menurun ke tingkat dalam yang berurutan.
- 2) *Breadth-first search*, bergerak dari simpul akar, simpul yang ada pada setiap tingkat diuji sebelum pindah ke tingkat selanjutnya.
- 3) *Best-first search*, bekerja berdasarkan kombinasi kedua metode sebelumnya.

2.2. Pengembang Perangkat Lunak

2.2.1. XAMPP

XAMPP adalah perangkat lunak gratis yang mendukung banyak sistem operasi, merupakan gabungan dari beberapa program (Teguh, 2005). Fungsinya adalah sebagai server yang berdiri sendiri (*localhost*), yang terdiri atas program *Apache HTTP Server*, *MySQL database*, dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman *PHP* dan *Perl*. Program ini tersedia dalam *General Public License* dan bebas, merupakan *web server* yang mudah digunakan untuk melayani tampilan halaman *web* dinamis.

2.2.2. PHP

Bahasa pemrograman *PHP (PHP Hypertext Preprocessor)* adalah bahasa pemrograman yang bekerja dalam sebuah *webserver* (Madcoms,2010). *Script-script PHP* dibuat harus tersimpan dalam sebuah *server* dan diproses dalam *server* tersebut. *PHP* pertama kali diciptakan oleh Rasmus Lerdofrt, seorang programmer *Unix* dan *Perl*. *PHP* sering digunakan untuk membangun *web* dinamis yang diproses di *web server* dan menampilkan hasilnya di *web browser*.

2.2.3. MySQL

MySQL merupakan *software* sistem manajemen *database (Database Management System – DBMS)* yang sangat populer di kalangan pemrogram *web*, terutama di lingkungan *Linux* dengan menggunakan *script PHP* dan *Perl* (Sidik, 2003). *MySQL* merupakan *database* yang sering digunakan untuk membangun aplikasi *web* yang menggunakan *database* sebagai sumber dan pengelola datanya.

2.3. Flow Chart

Menurut Jogiyanto (2005:795) ”Bagan alir (*flowchart*) adalah bagan (*chart*) yang menunjukkan alir (*flow*) di dalam program atau prosedur sistem secara logika”.

Tabel 1. Simbol *flow chart*

(Sumber : Jogiyanto, 2000)

Gambar	Nama	Keterangan
	Dokumen	Menunjukkan dokumen input & Output baik untuk proses manual maupun komputer
	Kegiatan manual	Menunjukkan kegiatan manual
	Proses	Menunjukkan kegiatan proses dr operasi program komputer
	Simpanan Offline	File non komputer yang diarsipkanurut berdasarkan angka
	Simpanan Offline	File non komputer yang diarsipkanurut berdasarkan huruf
	Simpanan Offline	File non komputer yang diarsipkanurut berdasarkan tanggal
	Operasi Luar	Operasi yang dilakukan diluar proses komputer
	Pengurutan Offline	Menunjukkan proses pengurutan data diluar proses komputer
	Harddisk	Penyimpanan dari/dalam harddisk
	Disket	Penyimpanan dari/dalam disket
	Keyboard	Input yang menggunakan online keyboard
	Penjelasan	menunjukkan penjelasan
	Penghubung	Menunjukkan penghubung ke halaman yang sama
	Penghubung	Menunjukkan penghubung ke halaman lain
	Transmisi	Menunjukkan proses transmisi data melalui chanel komunikasi
	Garis alir	Menunjukkan arus dari proses
	Terminal	Menunjukkan awal dan akhir dari diagram alir dokumen atau diagram alir sistem
	Keputusan/ pencabangan	Menunjukkan proses seleksi atas suatu kondisi untuk menentukan proses berikutnya
	Paper tape	Penyimpanan menalui paper tape/ bisa juga digunakan untuk Simbol uang

2.4. UML (Unified Modelling Language)

UML (Unified Modelling Language) adalah keluarga notasi grafis yang didukung oleh model-model tunggal, yang membantu pendeskripsian dan desain system perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun menggunakan pemrograman berorientasi objek.

1) *Use Case Diagram*

Use case Diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat. Secara kasar, *use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi itu.

2) *Class Diagram*

Diagram kelas atau *class diagram* menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. Kelas memiliki apa yang disebut atribut dan metode atau operasi.

3) *Sequence Diagram*

Diagram sekuen menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek. Oleh karena itu untuk menggambarkan diagram sekuen maka harus diketahui objek-objek yang terlibat dalam sebuah *use case* beserta metode-metode yang dimiliki kelas yang diinstansiasi menjadi objek itu. Membuat diagram sekuen juga dibutuhkan untuk melihat skenario yang ada pada *use case*.

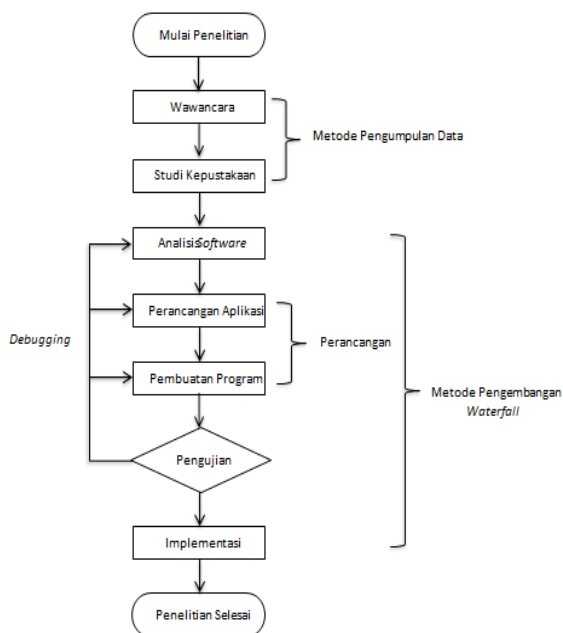
- 4) **Aktivitas Diagram (Activity Diagram)**
 Diagram aktifitas atau *activity diagram* menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktifitas dari sebuah sistem atau proses bisnis atau menu yang ada pada perangkat lunak. Yang perlu diperhatikan disini adalah bahwa diagram aktifitas menggambarkan aktifitas sistem bukan apa yang dilakukan aktor, jadi aktifitas yang dapat dilakukan oleh sistem.

2.5. Metode Pengembangan Sistem

- 1) **SDLC (Software Development Life Cycle)**
 SDLC atau software development life cycle atau sering disebut juga system development life cycle adalah proses mengembangkan atau mengubah suatu sistem perangkat lunak dengan menggunakan model-model dan metodologi yang digunakan orang untuk mengembangkan sistem-sistem perangkat lunak sebelumnya (berdasarkan best practice atau cara-cara yang sudah teruji baik).
- 2) **Metode Waterfall**
 Model SDLC air terjun (*waterfall*) sering juga disebut model sekuensial linier (*sequential linear*) atau alur hidup klasik (*classic life cycle*). Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian, dan tahap pendukung (*support*).

3. Metode Penelitian

3.1. Rencana Penelitian



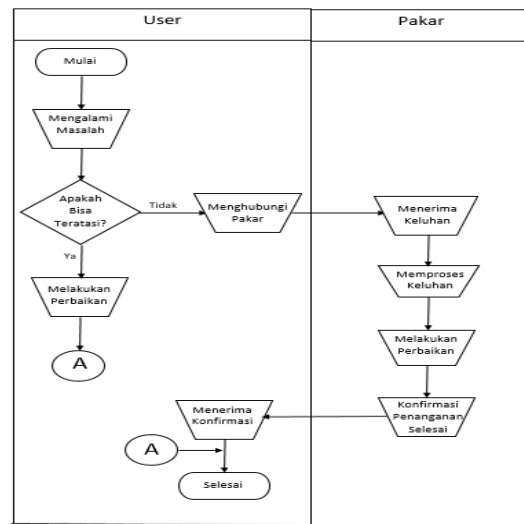
Gambar 4. Rencana Penelitian

3.2. Metode Pengembangan Sistem

Tahap pengembangan sistem dalam pembuatan sistem pakar diagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* ini penulis menggunakan metodologi pengembangan sistem SDLC (System Development Life Cycle) dengan model waterfall.

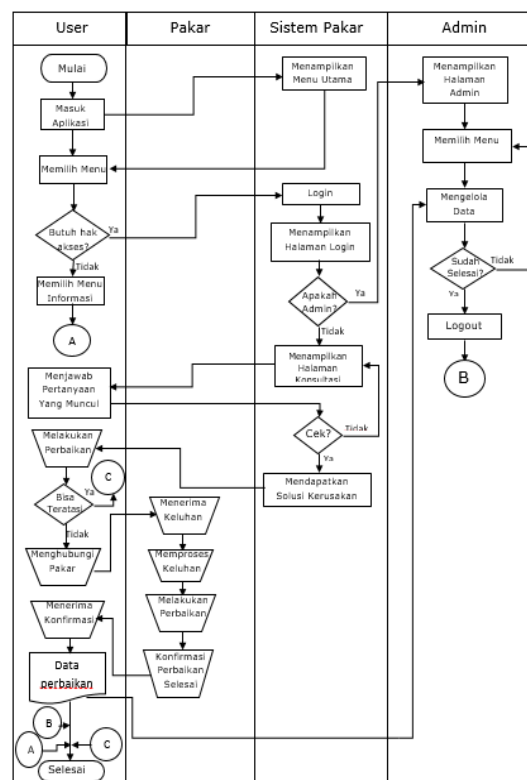
3.3. Flowmap Sistem

3.3.1. Sistem Yang Berjalan



Gambar 5. Flow Chart Sistem Yang Berjalan

3.3.2. Sistem Usulan



Gambar 6. Flow Chart Sistem Usulan

3.4. Analisis Sistem

3.4.1. Identifikasi Masalah

Langkah pertama dalam mengembangkan aplikasi adalah mengidentifikasi masalah yang akan dikaji. Dalam hal ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang akan dibuat terlebih dahulu, adapun masalah-masalah yang akan diambil dalam aplikasi untuk mendeteksi kerusakan pada *spray gun electrostatic* serta cara mengatasinya.

3.4.2. Kaidah produksi

Kaidah produksi biasanya dituliskan dalam bentuk jika-maka (*IF-THEN*). Kaidah ini dapat dikatakan sebagai hubungan implikasi dua bagian yaitu bagian premis (jika) dan bagian konklusi (maka). Apabila bagian premis dipenuhi maka bagian konklusi juga akan bernilai benar. Sebuah kaidah- terdiri dari klausa-klause. Sebuah klausa mirip sebuah kalimat subyek, kata kerja dan obyek yang menyatakan suatu fakta. Ada sebuah klausa premis dan klausa konklusi pada suatu kaidah. Suatu kaidah juga dapat terdiri atas beberapa premis dan lebih dari satu konklusi. Antara premise dan konklusi dapat berhubungan dengan “*OR*” atau “*AND*”. Berikut kaidah-kaidah produksi dalam menganalisis kerusakan *spray gun electrostatic*:

3.4.3. Pohon Keputusan

Pohon keputusan merupakan salah satu bentuk semantik, yaitu metode untuk mempresentasikan pengetahuan yang berupa gambaran dari suatu pengetahuan yang memperlihatkan hubungan dari objek-objek. Objek tersebut dipresentasikan dalam bentuk node dan hubungan antar objek dinyatakan dengan garis penghubung.

3.5. Pengembangan sistem

3.5.1. Perancangan Sistem

Tujuan dari perancangan sistem pakar ini adalah membuat aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* yang dapat memudahkan pengguna untuk mengetahui kerusakan *spray gun electrostatic* yang dialami serta solusi dari kerusakan tersebut.

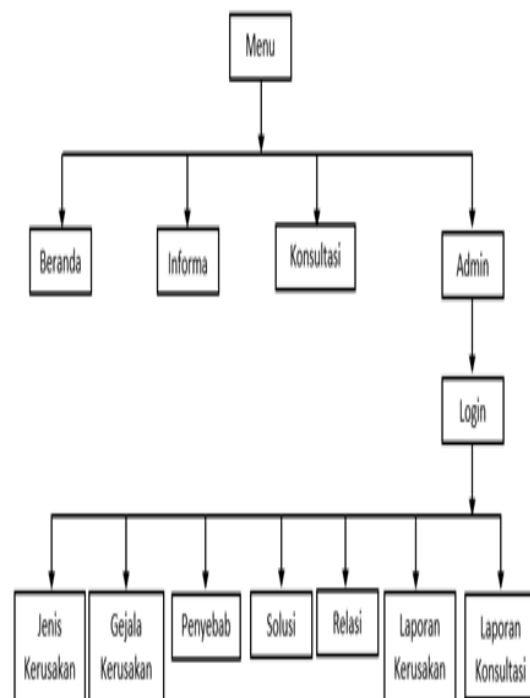
Perancangan aplikasi sistem pakar diagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* yang dibuat bersifat *Object Oriented Programming (OOP)* dengan menggunakan *Unified Modelling Language (UML)* sebagai bahasa pemodelan. Berikut adalah penjelasan sistem pakar diagnosa kerusakan *spray gun electrostatic*.

1. Pengguna mengakses halaman utama pada sistem pakar kerusakan *spray gun electrostatic*.

2. Dalam halaman utama, terdapat menu beranda, informasi, konsultasi, dan *login* admin.
3. Jika pengguna akan melakukan konsultasi, maka pengguna harus memasukkan data diri pengguna terlebih dahulu pada menu konsultasi.
4. Setelah data diri pengguna dimasukkan, pengguna dapat melakukan konsultasi dengan menjawab pertanyaan gejala kerusakan yang diajukan oleh aplikasi sistem pakar.
5. Data gejala yang telah dijawab oleh pengguna akan diperiksa oleh aplikasi sistem pakar sesuai dengan basis aturan.
6. Setelah ditemukan hasil kesimpulan kerusakan, aplikasi sistem pakar akan menampilkan hasilnya berupa jenis kerusakan, gejala kerusakan, penyebab kerusakan beserta solusi dari kerusakan yang dialami.
7. *Administrator* atau pakar yang telah terdaftar dalam aplikasi sistem pakar dapat melakukan penambahan atau perubahan data yang berhubungan dengan sistem pakar setelah *login* terlebih dahulu. Pakar dapat melakukan perubahan data mengenai gejala, kerusakan maupun aturan basis pengetahuan sistem pakar.

3.5.2. Perancangan Menu

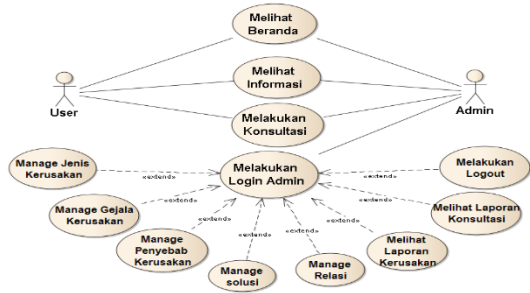
Berikut ini merupakan menu Aplikasi Sistem pakar diagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7 Perancangan Menu

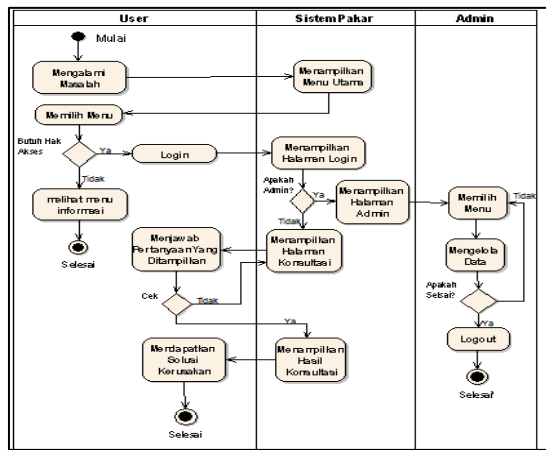
3.6. UML (Unified Modelling Language) Sistem Pakar

1) Use Case Diagram



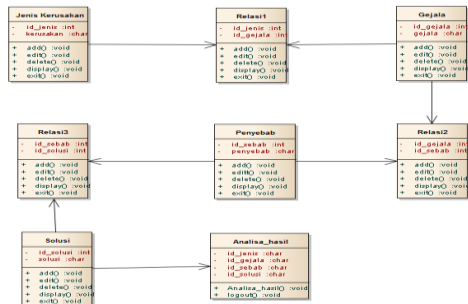
Gambar 8. Use Case Diagram Sistem Pakar

2) Activity Diagram



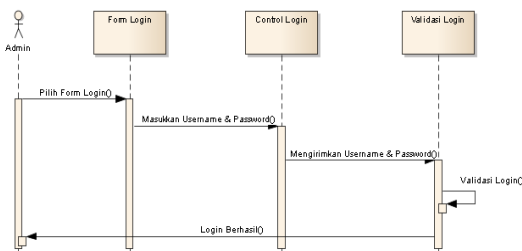
Gambar 9. Activity Diagram Sistem Pakar

3) Class Diagram



Gambar 10. Class Diagram Sistem Pakar.

3.6.4 Sequence Diagram



Gambar 11. Sequence Diagram Login Admin

4. Hasil Dan Pembahasan

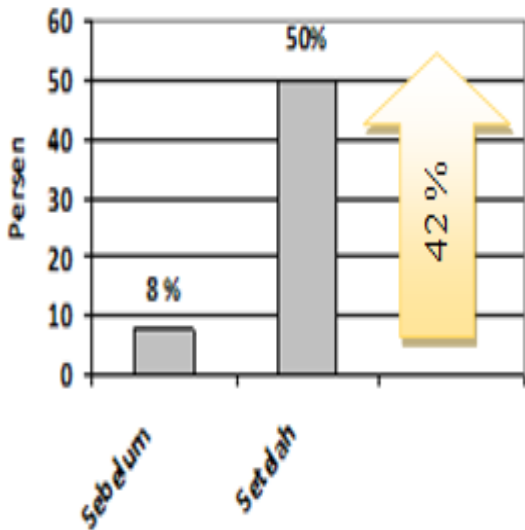
4.1 Hasil Penelitian

Dari data penelitian yang telah dilakukan penulis maka setelah adanya *software* sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* dapat meningkatkan keahlian dari *man power*. Berikut data penilaian karyawan setelah adanya *software* sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 2. Karakteristik Keahlian *Man Power* Setelah Ada Sistem Pakar
Sumber : PT. Yutaka, 2017

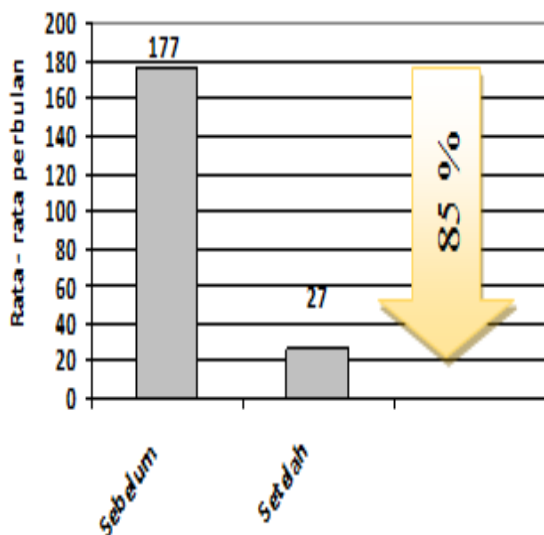
No	Karakteristik Keahlian	Jumlah	Persen
1	<ul style="list-style-type: none"> Mampu dan mengetahui teori / konsep, IK / prosedur 	4	17%
2	<ul style="list-style-type: none"> Mampu dan mengetahui teori / konsep, IK / prosedur Mampu menjaga serta merawat alat yang digunakan 	8	33%
3	<ul style="list-style-type: none"> Mampu dan mengetahui teori / konsep, IK / prosedur Mampu menjaga serta merawat alat yang digunakan Mampu Menganalisa serta mengatasi masalah yang terjadi (Pakar) 	12	50%
Total <i>Man Power</i>		24	100%

Berdasarkan tabel di atas terlihat adanya peningkatan keahlian yang dapat disetarakan sebagai seorang pakar karena setelah adanya sistem pakar *man power* dapat menganalisa dengan cepat dan dapat meningkatkan pengetahuan tentang *spray gun electrostatic*. Berikut grafik peningkatan keahlian karyawan khususnya pada keahlian yang dapat menganalisa dan mengatasi masalah kerusakan *spray gun electrostatic* dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik Karakteristik Keahlian Man Power Setelah Ada Sistem Pakar

Berdasarkan grafik di atas terlihat adanya peningkatan sebesar 42% yang sebelumnya hanya 2 orang setelah adanya sistem pakar meningkat menjadi 12 orang. Hal itu juga berpengaruh kepada *stop line* yang terjadi akibat kerusakan *tools (spray gun electrostatic)*. Dengan meningkatnya keahlian dari *man power* maka ketergantungan terhadap pakar yang terbatas menjadi berkurang. Berikut grafik perbandingan *break down time* dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Break Down Time Setelah Ada Sistem Pakar

Berdasarkan grafik di atas terlihat adanya penurunan sebesar 85% dari rata-rata 177 menit perbulan menjadi 27 menit perbulan untuk *break down time* akibat kerusakan *tools (spray gun electrostatic)*

4.2 Implementasi Antarmuka

1) Tampilan Menu Beranda



Gambar 14. Tampilan Menu Beranda

2) Tampilan Menu Informasi



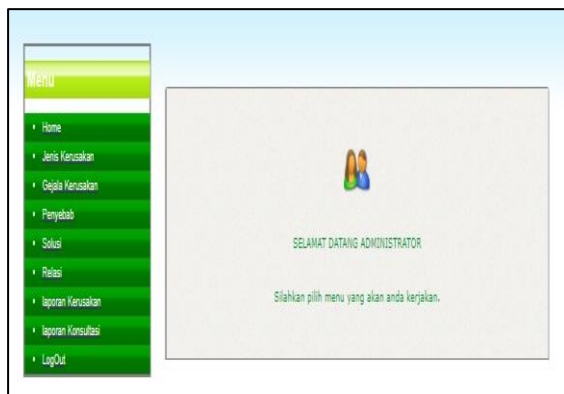
Gambar 15. Tampilan Menu Informasi

3) Tampilan Menu Konsultasi



Gambar 16. Tampilan Form Login Konsultasi

4) Tampilan Menu Admin



Gambar 17. Tampilan Halaman Admin

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Dari berbagai penjelasan yang telah diuraikan dalam laporan ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Aplikasi yang dibuat untuk memudahkan *user* dalam menganalisa kerusakan *spray gun electrostatic* yang dalam cara penyajiannya terdiri dari jenis, gejala, penyebab, dan solusi dari kerusakan *spray gun electrostatic*.
- 2) Dengan adanya sistem pakar diagnosa kerusakan *spray gun electrostatic* maka ketergantungan terhadap SDM pakar yang terbatas berkurang dan meningkatkan keahlian karyawan yang lainnya sebesar 42%.
- 3) Break down time yang terjadi akibat kerusakan *spray gun electrostatic* turun sebesar 85% dari rata-rata perbulan.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan dari sistem yang telah dibuat antara lain:

- 1) Aplikasi ini dapat dikembangkan dengan di relasikan dengan stok *spare part spray gun electrostatic* sehingga dapat mengontrol kondisi stok *spare part*.
- 2) Data jenis, gejala, penyebab dan solusi kerusakan *spray gun electrostatic* yang

terdapat pada program aplikasi ini jumlahnya dapat ditambahkan lebih banyak lagi sesuai kerusakan baru yang terjadi.

Daftar Pustaka

- [1] Arhami, Muhammad. 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta : Andi.
- [2] Rosa dan Shalahudin. 2016 *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung : Informatika
- [3] Hartati, Sri dan Sari Iswanti. 2008. *Sistem Pakar dan Pengembangannya*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Herlawati. 2004. *Menggunakan UML Secara Luas Digunakan untuk Memodelkan Analisis & Desain Sistem Berorientasi Objek*. Bandung : Informatika
- [5] Jogiyanto, HM. 2005. *Analisa & Desain*. Yogyakarta : Andi.
- [6] Kusrini. 2006. *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Andi.
- [7] Kusumadewi, Sri, 2003, *Artitificial Intelegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [8] Nugroho, Bunafit. 2007. *Membuat Aplikasi Sistem Pakar dengan PHP dan Editor Dreamweaver*. Yogyakarta : Gava Media.
- [9] Sidik, Betha. 2003. *MySQL*. Bandung : Informatika.
- [10] Turban, E, 1995, *Decision Support System and Expert System*. New Jersey : Prentice Hall International Inc.
- [11] Wahana Komputer. 2010. *Panduan Belajar MySQL Database Server*. Jakarta : Media Kita.
- [12] Rozi, A Zaenal. 2016. *Modern Web Design*. Jakarta : Kompas Gramedia.
- [13] Wahyono, Teguh. 2005. *PHP Triad Fundamental*, Yogyakarta : Gava Media.
- [14] Yakub. 2008. *Sistem Basis Data Tutorial Konseptual*. Yogyakarta : Graha Ilmu.