

PENGGUNAAN METODE *FORWARD CHAINING* PADA APLIKASI DETEKSI PENDINGIN REAKTOR SERBA GUNA/PRSG-BATAN

Dandhy Perdana Syafrizal¹, A.Hanifa Setyaningrum², Khodijah Hulliyah³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Jl.Ir.H.Juanda No.95 Ciputat - Tangerang Selatan - Banten

¹dandhy_46@yahoo.com

ABSTRAK

Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy terletak di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong, merupakan reaktor riset yang dimiliki oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Reaktor penelitian ini berdaya 30 MW thermal dengan fluks neutron thermal sebesar 2×10^{14} n/cm²/detik, memiliki beberapa fasilitas yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian bidang ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir, juga melayani kegiatan iradiasi seperti pengujian material dan produksi radioisotop. Operasi reaktor sudah berlangsung sejak diresmikannya pada tahun 1987 yang sudah tentu sistem atau peralatan kinerjanya seperti sistem pompa pendingin reaktor sudah menurun yang berdampak terganggunya operasi reaktor, sehingga harus dicari solusi untuk memudahkan penelusuran gangguan tersebut. Sistem Aplikasi Deteksi gangguan pompa pendingin reaktor sehingga mempermudah dan mempercepat deteksi terhadap gangguan pompa pendingin reaktor. Metode pengembangan sistem yang digunakan yaitu *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC). Metode *Foward Chaining* digunakan sebagai teknik penalaran dari *Knowledge Representation* Pakar, dan teknik penelusuran *Depth First Search* dalam penyusunan algoritmanya.

Kata Kunci : *Artificial Intelligence, Expert System, Forward Chaining, DFS.*

I. PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy terletak di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong, merupakan reaktor riset yang dimiliki oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Reaktor penelitian ini berdaya 30 MW thermal dengan fluks neutron thermal sebesar 2×10^{14} n/cm²/detik, memiliki beberapa fasilitas yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian bidang ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir, juga melayani kegiatan iradiasi seperti pengujian material dan produksi radioisotop.

Reaktor yang berada di bawah Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG-BATAN) merupakan reaktor riset jenis *Material Test Reactor* (MTR) dengan bahan bakar Uranium Silisida (USi₂) yang diperkaya hingga 19,7%. Kesuksesan pengoperasian reaktor sangat dipengaruhi oleh kehandalan dari sistem penunjangnya yaitu mencakup sistem kelistrikan, sistem proteksi, keselamatan reaktor, sistem pendingin (primer dan sekunder), sistem ventilasi, dan sistem-sistem lainnya.

Operasi reaktor sudah berlangsung sejak diresmikannya pada tahun 1987 yang sudah tentu sistem atau peralatan kinerjanya sudah menurun yang berdampak terganggunya operasi reaktor, sehingga harus dicari solusi untuk memudahkan penelusuran gangguan dari sistem pompa pendingin reaktor dengan mudah, cepat, dan tepat.

Berdasarkan hasil wawancara dengan bapak Cahyana, M.T selaku Kepala Sub Bidang Elektrik Reaktor PRSG-BATAN Serpong diketahui bahwa umur reaktor yang sudah mencapai ± 26 tahun memerlukan perawatan agar reaktor berjalan dengan baik. Akan tetapi pengecekan terhadap gangguan pompa pendingin reaktor masih manual, sehingga dirasa masih belum efektif.

Dengan sistem pakar proses konsultasi akan lebih mudah, karena pengetahuan para ahli reaktor telah diadopsi dalam sistem ini. Pada skripsi ini menggunakan metode *forward chaining*, metode ini dilakukan dengan mencocokkan fakta atau pernyataan seperti gejala-gejala untuk memperoleh hasil atau kesimpulan gangguan pompa pendingin reaktor.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan berhubungan dengan pemanfaatan mesin untuk memecahkan persoalan yang rumit dengan cara yang lebih manusiawi. Hal ini biasanya dilakukan dengan mengikuti atau mencontoh karakteristik dan analogi berpikir dari kecerdasan atau inteligensia manusia, dan menerapkannya sebagai algoritma yang dikenal oleh komputer. Dengan suatu pendekatan yang kurang lebih fleksibel dan efisien dapat diambil tergantung dari keperluan, yang mempengaruhi

bagaimana wujud dari perilaku kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan biasanya dihubungkan dengan ilmu komputer, akan tetapi juga terkait erat dengan bidang lain seperti matematika, psikologi, pengamatan, biologi, filosofi, dan yang lainnya. Kemampuan untuk mengkombinasikan pengetahuan dari semua bidang ini pada akhirnya akan bermanfaat bagi kemajuan dalam upaya menciptakan suatu kecerdasan buatan. (Desiani, 2007:20)

2.2. Sistem Pakar

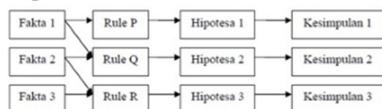
Sistem pakar merupakan cabang dari kecerdasan buatan dan juga merupakan bidang ilmu yang muncul seiring perkembangan ilmu komputer saat ini. Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut (Kusrini, 2006:28). Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli.

2.3. Mesin Inferensi

Mesin inferensi merupakan bagian yang mengandung mekanisme fungsi berpikir dan penalaran sistem yang digunakan oleh seorang pakar, secara deduktif mesin inferensi memiliki pengetahuan yang relevan dalam rangka mencapai kesimpulan. Dengan demikian sistem ini dapat menjawab pertanyaan pemakai. Mesin inferensi memulai pelacakannya dengan kaidah-kaidah dalam basis pengetahuan dan menggunakan fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan. Ada dua teknik yang menjadi dasar untuk pembentukan mesin inferensi, yaitu: (Kusumadewi, 2003:116)

2.3.1. Forward Chaining

Forward Chaining adalah sebuah metode pelacakan kedepan, dimana diawali dari fakta-fakta yang diberikan *user* kemudian dicari dibasis pengetahuan lalu dicari *rule* yang sesuai dengan fakta-fakta. Setelah itu diadakan hipotesa untuk memperoleh kesimpulan.

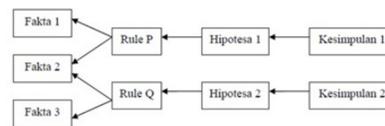


Gambar 1 Metode *Forward Chaining*

2.3.2. Backward Chaining

Backward Chaining adalah suatu teknik pelacakan yang dimulai dari sekumpulan kesimpulan, lalu hipotesa yang diinginkan, kemudian dengan menggunakan kaidah-kaidah

yang ada akan dicari sejumlah besar kondisi awal fakta-fakta yang mendukung kaidah-kaidah tersebut. Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kanan.



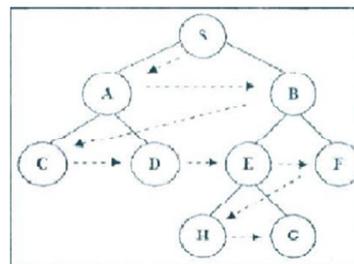
Gambar 2 Metode *Backward Chaining*

2.4. Metode Pencarian

Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan oleh *user*, sistem pakar menggunakan metode pencarian. Ada beberapa metode pencarian, diantaranya: (Kusrini, 2006:87)

2.4.1. Breadth First Search

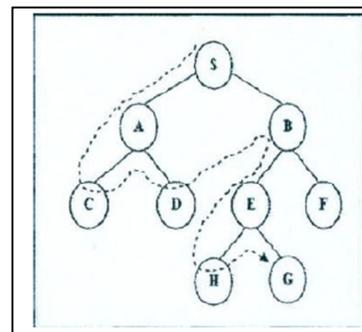
Pada metode *Breadth First Search* ini adalah semua *node* pada level *n* akan dikunjungi terlebih dahulu sebelum mengunjungi *node-node* pada level *n+1*. Pencarian dimulai dari *node* akar terus ke level 1 dari kiri ke kanan, kemudian berpindah ke level berikutnya dari kiri ke kanan hingga solusi ditemukan.



Gambar 3 Metode *Breadth First Search*

2.4.2. Depth First Search

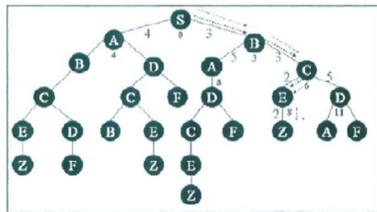
Pada metode *Depth First Search*, proses pencarian dilakukan pada semua anaknya sebelum dilakukan pencarian ke *node-node* yang selevel. Pencarian dimulai dari *node* akar ke level yang lebih tinggi. Proses diulangi terus hingga ditemukan solusi.



Gambar 4 Metode *Depth First Search*

2.4.3. Best First Search

Metode Pencarian Terbaik Pertama (*Best First Search*) merupakan kombinasi dari metode *depth first search* dan metode *breadth first search* dengan mengambil kelebihan dari kedua metode tersebut. Pada setiap langkah proses pencarian terbaik pertama, kita memilih *node-node* dengan menerapkan fungsi heuristik yang memadai pada setiap *node* atau simpul yang kita pilih dengan menggunakan aturan-aturan tertentu untuk menghasilkan penggantinya. Pada *best first search*, pencarian diperbolehkan mengunjungi node di lebih rendah dan jika ternyata node di level lebih tinggi memiliki nilai heuristik lebih buruk.



Gambar 5 Metode *Best First Search*

2.5. Probabilitas

Instrumen penting sebagai salah satu penyelesaian masalah dalam *Artificial Intelligence* (AI) adalah probabilitas (peluang). Probabilitas merupakan peluang suatu kejadian, yaitu: suatu ukuran tentang kemungkinan suatu peristiwa (*event*) akan terjadi di masa mendatang. Probabilitas dinyatakan dengan nilai 0 sampai 1 atau dalam prosentase. Teori probabilistik diperkenalkan oleh Pascal dan Fermat pada tahun 1654 (Parrat, 1961). Banyak aplikasi probabilitas telah ditunjukkan dalam ilmu pengetahuan, teknik, bisnis, ekonomi dan bidang lainnya.

Sifat probabilitas:

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

Simbol P digunakan untuk melambangkan nilai probabilitas dari suatu kejadian. Dengan demikian $P(A)$ menyatakan probabilitas bahwa kejadian A akan terjadi dalam observasi atau percobaan tunggal. Nilai probabilitas terkecil adalah 0 (ini menyatakan suatu kejadian tidak mungkin terjadi) dan tertinggi adalah 1 (ini menyatakan suatu kejadian yang pasti terjadi).

Ada tiga pendekatan konsep untuk mendefinisikan probabilitas dan menentukan nilai-nilai probabilitas, yaitu:

a. Pendekatan Klasik

Pendekatan klasik didasarkan pada banyaknya kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi pada suatu kejadian. Setiap peristiwa memiliki kemungkinan yang sama untuk terjadi. Rumus probabilitas:

Banyaknya *outcome* memenuhi A, banyaknya *outcomes* keseluruhan.

$$P(A) = \frac{\text{banyaknya outcome memenuhi A}}{\text{banyaknya outcomes keseluruhan}}$$

b. Pendekatan Relatif

Dengan pendekatan ini nilai probabilitas ditentukan atas dasar proporsi dari kemungkinan yang terjadi dalam suatu observasi atau percobaan. Tidak ada asumsi awal tentang kesamaan kesempatan, karena penentuan nilai-nilai probabilitas didasarkan pada hasil observasi dan pengumpulan data. Konsep frekuensi *relative*, yaitu jika eksperimen dilakukan n kali, dan kejadian A teramati f kali, maka rumusnya:

$$P(A) = \frac{f}{n}$$

c. Pendekatan Subjektif

Pendekatan subjektif dalam penentuan nilai probabilitas adalah tepat apabila hanya ada satu kemungkinan kejadian yang terjadi dalam satu kejadian. Dengan pendekatan ini, nilai probabilitas dari suatu kejadian ditentukan berdasarkan tingkat kepercayaan yang bersifat individual dengan berlandaskan pada semua petunjuk yang dimilikinya.

2.5.1. Sistem Pendingin Reaktor dan Sistem yang Berkaitan

Sistem utama reaktor terdiri dari sistem pendingin primer, sistem pendingin sekunder, dan sistem pendingin kolam. Fungsi sistem pendingin primer dan sekunder adalah untuk menjamin suhu di dalam teras dan reflektor sesuai batas operasi yang diijinkan selama reaktor beroperasi normal sampai daya termal desain. Sistem pendingin kolam digunakan untuk membuang panas peluruhan setelah reaktor dipadamkan secara normal (*shutdown*) dan selama catu daya listrik utama (dari PLN) mengalami gangguan atau kegagalan. (Tim PRSG, 2011 : VI-1).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data untuk penelitian ini, dilakukan penelitian terlebih dahulu guna mendapatkan data dan informasi yang terkait dengan sistem pakar pendeteksian gangguan pompa pendingin reaktor. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.2 Metode Pengembangan Sistem

Dalam pengembangan sistem pakar ini, metode yang digunakan adalah *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC) yang meliputi enam tahap pokok, yaitu Inisialisasi Kasus, Analisa dan Desain Sistem, *Prototype* Dasar Kasus, Pengembangan Sistem, Implementasi, dan Implementasi Tahap Lanjut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Inisialisasi Kasus

Tahapan ini merupakan tahapan penentuan hal penting sebagai dasar permasalahan yang akan dianalisis. Tahapan ini merupakan tahap untuk mengkaji dan membatasi masalah yang akan diimplementasikan dalam sistem. Dalam tahapan ini ditentukan permasalahan yaitu gangguan pompa pendingin reaktor. Dimulai dari data hasil observasi kemudian dilakukan pengkajian dan pembatasan masalah yang akan diimplementasikan ke dalam sebuah sistem pakar. Masalah yang diidentifikasi dicari solusi serta fasilitas yang akan dikembangkan.

4.1.1 Analisis Sistem Berjalan

Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber yaitu Kepala Sub Bidang Elektrik Reaktor PRSG-BATAN Serpong, pendeteksian gangguan pompa pendingin reaktor dilakukan secara manual yaitu melakukan pengecekan ke lapangan. Karyawan mengecek satu per satu untuk mengetahui gangguan pompa pendingin reaktor. Apabila ada yang rusak atau sistem tidak berjalan semestinya, maka dilakukan perbaikan.

4.1.2 Permasalahan

Pengetahuan tentang gangguan-gangguan yang terjadi pada pompa pendingin reaktor sangat diperlukan bagi karyawan, karena merekalah yang menangani secara langsung gangguan-gangguan tersebut. Pengetahuan tentang gangguan juga merupakan hal wajib diketahui bagi para karyawan terutama karyawan baru, agar pada saat mereka terjun langsung menangani gangguan pompa pendingin reaktor, mereka dapat memberikan informasi dan melakukan pendeteksian terhadap gangguan yang tepat.

4.1.3 Penyelesaian Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dibuat suatu alat bantu yang dapat membantu karyawan untuk mendapatkan informasi tentang gangguan yang terjadi pada pompa pendingin reaktor. Sistem yang dibuat adalah aplikasi sistem pakar untuk mendeteksi gangguan pompa pendingin reaktor. Pada sistem ini akan disampaikan mengenai gejala dan jenis gangguannya. Pembuatan aplikasi pendeteksian gangguan pompa pendingin reaktor dengan pendekatan sistem pakar ini menggunakan metode *depth first search*, bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai alat bantu implementasi program dan alat bantu pengembangan sistem pakar.

4.2 Analisa dan Desain Sistem

Pada tahap ini, *knowledge engineer* dan pakar menentukan konsep yang akan dikembangkan menjadi aplikasi untuk mendeteksi gangguan pompa

pendingin reaktor. Hasil dari pembuatan konsep antara *knowledge engineer* dan pakar adalah terkumpulnya data-data mengenai informasi tentang gejala-gejala yang menyebabkan gangguan pompa pendingin reaktor.

Berdasarkan analisa yang didapat, maka gangguan pada bagian pompa pendingin reaktor terbagi menjadi empat yaitu:

1. Sistem Pendingin Sekunder (PA)
2. Sistem Pendingin Primer (JE)
3. Sistem Kolam Reaktor (KBE)
4. Sistem Pendingin Darurat (JNA)

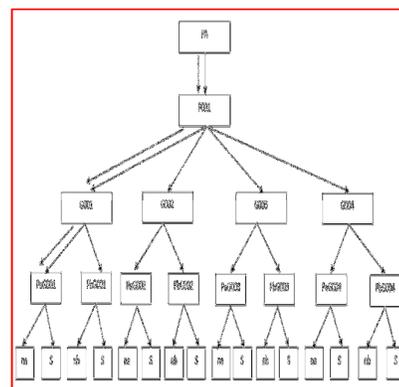
4.3 Prototype Dasar Kasus

4.3.1 Formalisasi

Tahap ini konsep-konsep tersebut diimplementasikan secara formal yang paling sesuai dengan masalah yang ada. Dalam tahap ini hubungan antar unsur akan diimplementasikan dalam bentuk format yang biasa digunakan oleh sistem pakar, yaitu: mekanisme inferensi (teknik penalaran dan teknik penelusuran), dan representasi pengetahuan (pohon dan kaidah produksi). Pada tahap ini juga menentukan alat pembangun sistem, teknik inferensi dan struktur data yang akan digunakan pada sistem pakar.

1. Mekanisme Inferensi

Pada tahapan formalisasi akan dilakukan desain dari teknik-teknik sistem pakar yang sudah diketahui pada tahapan konseptualisasi, yaitu teknik penalaran menggunakan *forward chaining*, teknik penelusuran menggunakan *depth-first search*, representasi pengetahuan menggunakan aturan produksi, dan teknik perhitungan nilai menggunakan probabilitas klasik. Membuat Teknik Penelusuran Penelusuran Data Pada *Node* Sistem Pendingin Sekunder P001.



2. Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan berupa aturan produksi dari pohon inferensi yang sudah dibuat, dengan berdasarkan kepada masalah berupa variabel IF dan solusi berupa variabel THEN. Setiap variabel IF dan THEN harus sesuai dengan pengetahuan

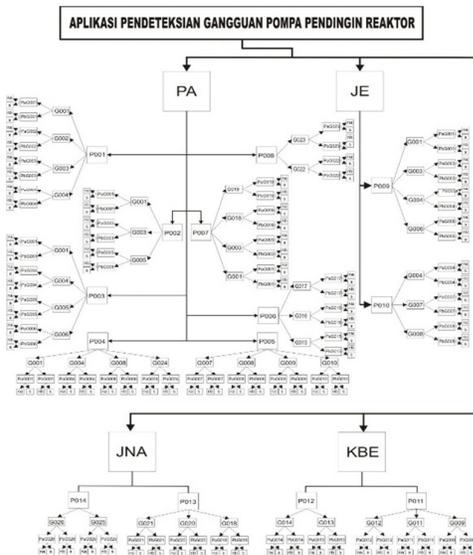
yang diakuisisi dari pakar. Representasi berbasis *rule* yang memiliki pola IF kondisi THEN aksi pada tabel pakar memberikan keuntungan pada beberapa aspek, yakni kemudahan dalam memodifikasi, baik perubahan, penambahan maupun penghapusan.

Kaidah 1

IF Sinyal dari RKU sampai ke *input* PLC (G001) AND *Interlock* terpenuhi (G002)AND Sinyal dari RKU ditanggapi oleh PLC (G003) AND Sinyal *output* PLC sampai ke modul penggerak katup (G004).

THEN Katup sistem pendingin sekunder jalur dua PA02 AA010 tidak bisa dibuka dari RKU (P001)

3.Membuat Pohon Inferensi



Gambar 7 Pohon Inferensi

1. Membuat Teknik Perhitungan Nilai Gangguan

Probabilitas merupakan instrumen penting sebagai salah satu teknik penyelesaian masalah. Probabilitas merupakan peluang suatu kejadian, yaitu: suatu ukuran tentang kemungkinan suatu peristiwa (*event*) akan terjadi di masa mendatang. Probabilitas dinyatakan dengan nilai atau dalam persentase (%).

Pada aplikasi pendeteksian gangguan pompa pendingin reaktor, probabilitas pendekatan klasik digunakan untuk menghitung nilai gangguan pompa pendingin reaktor dengan cara menghitung setiap jawaban lalu membaginya dengan banyaknya pertanyaan dari gejala yang dijawab sesuai, kemudian akan terlihat persentase nilainya. Untuk lebih jelasnya mengenai cara menghitung persentase

nilai gangguan pompa pendingin reaktor pada sistem dapat dilihat pada contoh berikut ini:

Contoh:

Diketahui dalam sistem pakar pendeteksian gangguan pompa pendingin reaktor, gangguan katup sistem pendingin sekunder jalur dua PA02 AA010 tidak bisa dibuka dari RKU (P001) mempunyai empat kemungkinan gejala yang tampak. Gejala yang muncul adalah empat gejala yaitu G001 sampai G004. Berdasarkan probabilitas klasik, maka diasumsikan bahwa ada empat kemungkinan hasil kejadian dengan nilai probabilitas yang sama untuk tiap gejala.

$$P(A) = \frac{\text{Peluang suatu kejadian}}{\text{pertanyaan gejala yang dijawab sesuai}} = \frac{1}{\text{relasi gangguan yang sesuai}} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Untuk mendapatkan persentase pada tiap gejala, maka nilai probabilitas tersebut dikalikan 100%, sehingga hasilnya adalah:

$$\text{Prosentase } P(A) = 0,25 \times 100\% = 25\%$$

Nilai di atas menunjukkan persentase probabilitas tiap gejala. Jika dalam proses identifikasi muncul tiga gejala dari total empat gejala pada gangguan katup sistem pendingin sekunder jalur dua PA02 AA010 tidak bisa dibuka dari RKU (P001), maka persentase probabilitas tiap gejala tersebut dikalikan dengan jumlah gejala, maka hasilnya adalah:

$$3 \times 25\% = 75\%$$

Nilai 75% tersebut menunjukkan persentase kemungkinan gangguan katup sistem pendingin sekunder jalur dua PA02 AA010 tidak bisa dibuka dari RKU (P001) berdasarkan gejala yang muncul.

Perhitungan di atas dapat disederhanakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

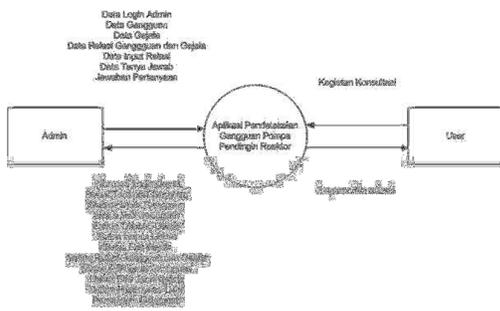
$$P(A) = \frac{\text{Jumlah gejala dan gangguan pada tabel keputusan}}{\text{Jumlah total gejala dan gangguan pada tabel keputusan}} \times 100\% = \frac{3}{4} \times 100\% = 75\%$$

4.4 Pengembangan Sistem

4.4.1 Perancangan Data Flow Diagram (DFD)

4.4.1.1 Diagram Konteks

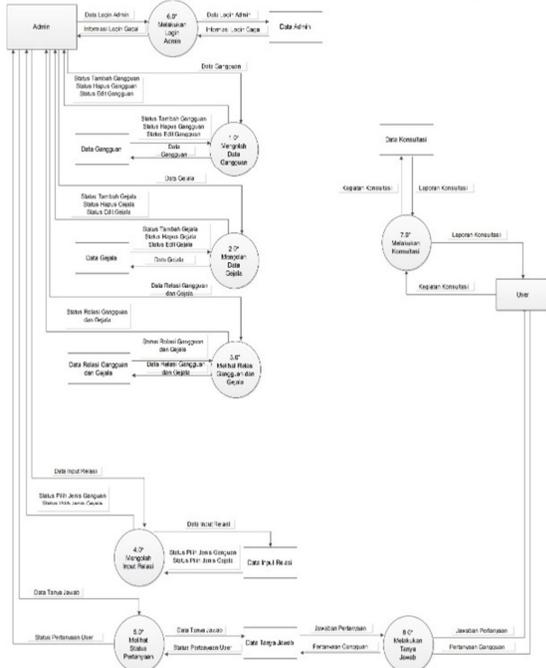
Pada Gambar 8 terdapat dua *eksternal entity* yang menunjang proses sistem pakar gangguan pompa pendingin reaktor, yaitu admin dan *user*. Hanya orang yang mendapatkan hak akses sebagai admin yang dapat melakukan *login*, memasukkan, menghapus, dan merubah data, yang meliputi data gangguan, data gejala dan data relasi gangguan dan gejala. Sedangkan *user* dapat langsung mengakses ke sistem pakar.



Gambar 8 Diagram

4.4.1.2 Diagram Level 0

DFD Level 0 menjelaskan mengenai kegiatan arus data yang terjadi di dalam sistem. Pada **gambar 9**, terdapat dua entitas yaitu admin dan user, serta terdapat delapan buah proses diantaranya mengolah data gangguan, mengolah data gejala, melihat relasi gejala dan gangguan, mengolah input relasi, melihat status pertanyaan, melakukan login admin, melakukan konsultasi dan melakukan tanya jawab.



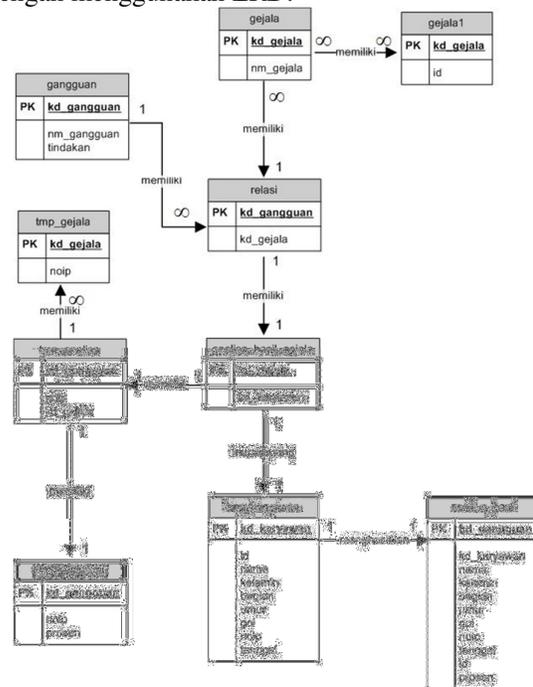
Gambar 9 Diagram Level 0

4.4.2 Perancangan Basis Data

4.4.2.1 Perancangan Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) digunakan untuk menunjukkan hubungan antara entity dengan database dan objek-objek (himpunan entitas) apa saja yang ingin dilibatkan dalam sebuah basis data dan bagaimana hubungan yang terjadi diantara objek-objek tersebut. ERD yang berisi komponen-komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan beberapa atribut yang mempersentasikan

seluruh fakta yang ditinjau dari keadaan yang nyata, dimana dapat digambarkan secara lebih sistematis dengan menggunakan ERD.



Gambar 10 Entity Relationship Diagram

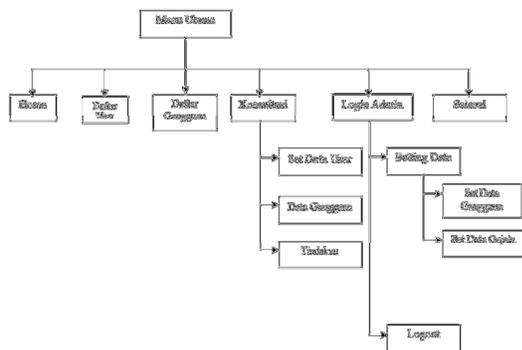
Dari gambar ERD tersebut terdapat 11 buah tabel, semua tabel saling berhubungan dengan tabel yang lain, kecuali tabel pakar. Tabel gangguan memiliki foreign key dari tabel relasi serta memiliki kardinalitas satu ke banyak. Tabel gejala memiliki foreign key dari tabel relasi serta memiliki kardinalitas banyak ke satu dan tabel gejala juga memiliki foreign key dari tabel gejala1 serta memiliki kardinalitas banyak ke banyak. Tabel relasi memiliki foreign key dari tabel analisa_hasil_gejala serta memiliki kardinalitas satu ke satu. Tabel analisa_hasil_gejala memiliki foreign key dari tabel tmp_analisa serta memiliki kardinalitas satu ke satu. Tabel tmp_analisa memiliki foreign key dari tmp_gejala serta memiliki kardinalitas satu ke banyak dan tabel tmp_analisa juga memiliki foreign key dari tmp_gangguan serta memiliki kardinalitas satu ke satu. Terakhir adalah tabel tmp_karyawan memiliki foreign key dari tabel analisa_hasil serta memiliki kardinalitas satu ke satu.

4.4.3 Perancangan Struktur Basis Data

Basis Data (Database) yang digunakan pada aplikasi sistem pakar terdiri dari 1 database, dan terdapat 11 buah tabel di dalamnya

4.4.4 Perancangan *User Interface*

Pada aplikasi Sistem Pakar Pendeteksian Gangguan Pompa Pendingin Reaktor ini terdapat dua pengguna yaitu admin dan *user*. Admin merupakan orang yang memiliki hak otoritas penuh terhadap aplikasi dan berhak untuk melakukan pengelolaan data baik itu menambah, mengubah dan menghapus data. Sedangkan *user* adalah seseorang yang hanya menggunakan dan menikmati aplikasi ini, tidak ikut dalam pembuatan aplikasi atau lebih tepatnya *user* adalah sasaran dari pembuatan aplikasi. Untuk menjelaskan alur jalan dari aplikasi Sistem Pakar Pendeteksian Gangguan Pompa Pendingin Reaktor, maka penulis mencoba untuk membuat struktur desain aplikasi sebagai berikut:



Gambar 12 Struktur Menu

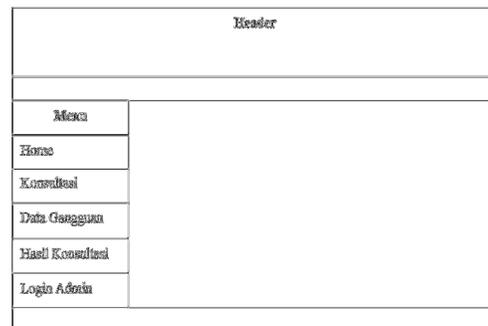
Keterangan :

1. Menu Utama
Pada bagian menu utama akan menampilkan beberapa tombol yang terdiri Data Gangguan, Konsultasi, dan *Login Admin*. Menu utama adalah form yang menghubungkan dengan menu yang lain sesuai dengan tab yang ditekan.
2. *Home*
Menu ini akan menampilkan form Menu utama.
3. *Daftar User*
Menu *Daftar User* akan menampilkan data *user* yang telah menggunakan sistem pakar ini beserta data konsultasi yang dilakukan *user*.
4. *Daftar Gangguan*
Menu daftar gangguan digunakan untuk melihat gangguan pompa pendingin reaktor, gejala pada gangguan pompa pendingin reaktor dan tindakan untuk mengatasi pemasalahan gangguan pompa pendingin reaktor.
5. *Konsultasi*
Menu konsultasi akan menampilkan set data *user*, diagnosa gangguan yang berguna untuk mendiagnosa gangguan pompa pendingin reaktor dengan menjawab pertanyaan yang diberikan oleh sistem sampai proses selesai kemudian memperoleh solusi.
6. *Login Admin*

Menu *Login Admin* akan menampilkan form *Login Admin*. Dimana setelah melakukan *Login* maka akan terdapat 5 menu antara lain : Data Gangguan, Data Gejala, Data Gejala dan Gangguan, *Input Relasi*, dan *Logout*.

4.4.4.1 Perancangan *Form Menu Halaman Depan (Home)*

Perancangan *Form Menu Halaman Depan (Home)* terdiri dari *Header* dan menu utama seperti *home*, konsultasi, data gangguan, hasil konsultasi dan *login admin*. Di menu *home* ini akan dijelaskan mengenai sejarah singkat PRSG-BATAN.



Gambar 13 Perancangan *Form Menu Halaman Depan (Home)*

4.4.5 Implementasi Rancangan *User Interface*

Pada fase implementasi rancangan *user interface*, penulis melakukan dokumentasi sistem berupa tampilan aplikasi atau *graphic user interface*.

4.4.5.1 Menu *Halaman Depan (Home)*

Halaman pada menu halaman depan (*home*) ini merupakan tampilan awal saat program dijalankan, dimana halaman depan (*home*) ini terdapat informasi sekilas mengenai PRSG-BATAN.



Gambar 14 Menu *Halaman Depan (Home)*

4.4.5.2 Menu Solusi Konsultasi

Menu ini merupakan kesimpulan dari semua pertanyaan yang telah diajukan sebelumnya.

Menu	SOLUSI GANGGUAN POMPA PENDINGIN REAKTOR
Home	DATA KARYAWAN :
Konsultasi	Nama Dimas
Data Gangguan	Kelamin L
Hasil Konsultasi	Bagian Instrumentasi
Login Admin	Umur 28
	Golongan 1
	KESIMPULAN JENIS GANGGUAN POMPA PENDINGIN REAKTOR:
	Gangguan Motor fan cooling tower tidak dapat dioperasikan dari RCU (100 %)
	Gejala 1. Sinyal dari RCU sampai ke input PLC
	2. Sinyal dari RCU ditanggapi oleh PLC
	3. Sinyal output PLC sampai ke modul penggerak motor cooling tower
	Tindakan Masalah ada di modul penggerak motor fan. Lakukan pengecekan pada komponen modul seperti fuse dan kontaktor
	Copyright © PRSG 2014

Gambar 15 Menu Solusi Konsultasi

4.5 Implementasi

Aplikasi yang telah dibangun perlu adanya implementasi sistem, yaitu tahap yang meliputi proses *input* pemakai; instalasi, demonstrasi dan penerapan sistem; dokumentasi; dan keamanan. Selain itu, perlu adanya evaluasi untuk menguji dan menemukan kesalahannya.

1. Proses *input* pemakai

Pada bagian ini, strategi yang tepat diambil untuk memastikan bahwa pemakai menerima sistem tersebut dalam operasi sehari-harinya.

2. Instalasi, Demonstrasi, dan Penerapan Sistem

Pada saat sistem siap untuk operasi *online*, maka harus diintegrasikan ke dalam proses bisnis yang sedang berjalan. Demonstrasi dan penerapan sistem sangat penting untuk mengurangi resistensi.

3. Dokumentasi

Sistem harus didokumentasikan secara lengkap untuk memastikan kemampuan pengelolaannya.

4. Keamanan

Karena sistem berisi pengetahuan yang sensitif yang menjadi hak milik organisasi, maka sangat penting untuk memiliki mekanisme keamanan yang baik.

5. Evaluasi

Evaluasi program dilakukan untuk mengetahui kekurangan yang ada pada program ini dan faktor-faktor lain yang dapat digunakan untuk pengembangan program selanjutnya. Penulis melakukan evaluasi dengan melakukan demo program dan mewawancarai kepada dua orang karyawan PRSG.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode *forward chaining*, aplikasi pendeteksian gangguan

pompa pendingin reaktor akan mendapatkan kesimpulan mengenai gangguan yang tepat karena mencari fakta-fakta berupa gejala terlebih dahulu.

2. Berdasarkan hasil wawancara dengan karyawan PRSG-BATAN, maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya aplikasi ini dapat membantu para penggunanya dalam mencari dan mendeteksi gangguan pompa pendingin reaktor secara benar dan tepat.

5.2. Saran

Aplikasi yang dibuat ini masih jauh dari sempurna, untuk itu ada beberapa saran yang bisa penulis sampaikan yaitu:

1. Penghapusan dan perubahan *user* yang sudah terdaftar masih dilakukan secara manual yaitu melalui panel XAMPP diharapkan adanya menu tambahan di admin untuk menghapus dan mengubah *user* karena hanya admin saja yang dapat melakukan perubahan.
2. Basis pengetahuan harus selalu ditambah dengan data dari gangguan dan gejala terbaru, sehingga pendeteksian gangguan pompa pendingin reaktor selalu terbaru atau *update*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arhami, Muhammad. 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta: Andi.
- [2] Arief, Rudyanto. 2011. *Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP dan MySQL*. Yogyakarta: Andi.
- [3] Burhanuddin, Luthfy. 2004. *Aplikasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata*. UIN Jakarta: Skripsi tidak diterbitkan.
- [4] Desiani, Anita dan Muhammad Arhami. 2007. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Dhiana, Aziz Sukma. 2010. *Rancang Bangun Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Gizi Buruk Pada Balita*. UIN Jakarta: Skripsi tidak diterbitkan.
- [6] Fathansyah. 1999. *Basis Data*. Bandung: Informatika.
- [7] Febriansyah, Muhammad. 2011. *Rancang Bangun Sistem Pakar Memodifikasi Sepeda Motor Suzuki Satria 120R*. UIN Jakarta: Skripsi tidak diterbitkan.
- [8] Komputer, Wahana. 2006. *Seri Panduan Lengkap Menguasai Pemrograman Web Dengan PHP5*. Yogyakarta: Andi.
- [9] Kusrini. 2006 *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- [10] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- [11] Ladjamuddin, Al-Bahra. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [12] Mulyanto, Edy. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- [13] Nugroho, Bunafit. 2005. *Database Relasional dengan MySQL*. Yogyakarta: Andi.
- [14] Suparman. 1991. *Mengenal Artificial Intelligent Cetakan I*. Yogyakarta: Andi.
- [15] Turban, Efraim, et. al. 2005. *Decision Support System and Intelligent System (International Edition) Seventh Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- [16] Tim Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) BATAN. 2011. *Sistem Pendingin Reaktor dan Sistem Yang Berkaitan*. Jakarta: PRSG.
- [17] Whitten, Jeffrey L, et. al. 2004. *Metode Desain dan Analisis Sistem Edisi 6, Terjemahan Indonesia*. Yogyakarta: Andi.