

Sistem Pakar Deteksi Kerusakan PLC (Power Line Carrier) dengan Metode *Forward chaining*

Achmad Kariadi¹, Budi Rahmani¹, Syahib Natarsyah²

¹Program Studi Teknik Informatika, ²Program Studi Sistem Informasi, STMIK Banjarbaru
Jl. A. Yani Km. 33,3 Loktabat Banjarbaru
budirahmani@gmail.com, syahib.stmik@gmail.com

Abstrak

Dalam perkembangan Teknologi Informasi yang semakin pesat, segala bidang kehidupan dunia diwarnai dengan penerapan teknologi. Terutama pada PT PLN (Persero) AP2B Sistem Kalselteng yang terdapat peralatan PLC (Power Line Carrier), peralatan ini sangat sensitif jika terjadi kerusakan. Karena dapat mengakibatkan gagalnya komunikasi antar Gardu Induk PLN yang berakibat fatal pada sistem penyaluran tenaga listrik serta penurunan penilaian kinerja peralatan. Sistem pakar yang dibangun adalah untuk mendeteksi kerusakan PLC dengan menerapkan metode *forward chaining*. Sistem ini menggunakan bahasa pemrograman delphi yang databasenya dengan microsoft acces. Pada penelitian yang telah dilakukan, gejala kerusakan pada PLC (Power Line Carrier) dicoba untuk dirangkum dan dianalisis, sehingga hasil diagnosa terhadap kerusakan dapat diberikan kesimpulan dan solusinya. Hasil dari penelitian ini diterapkan pada PT PLN (Persero) AP2B Sistem Kalselteng.

Kata Kunci: PLC, *Forward chaining*, Sistem Pakar

Abstract

The development of information technology is rapidly increasing in all areas of life, characterized by the application of the technology world. Especially in PT PLN (Persero) AP2B Kalselteng system contained equipment PLC (Power Line Carrier), is extremely sensitive equipment in case of damage. Because it can lead to failure of communication between the PLN substation which is fatal in electric power distribution system as well as a decrease in performance assessment tools. Expert systems are built to detect damage of the PLC by applying *forward chaining* method. This system uses the Delphi programming language with microsoft acces database. In the research that has been done, the symptoms of damage to the PLC (Power Line Carrier) tried to summarized and analyzed, so that the damage can be given the diagnosis of conclusions and solutions. The results of this study apply to PT PLN (Persero) AP2B Kalselteng system.

Keywords : PLC, *Forward chaining*, expert system

1. Pendahuluan

Permasalahan yang terjadi pada PT PLN (Persero) AP2B Sistem Kalselteng terdapat pada peralatan PLC (*Power Line Carrier*), yang mengakibatkan gagalnya komunikasi antar Gardu Induk PLN yang berakibat fatal pada sistem penyaluran tenaga listrik serta penurunan penilaian kinerja peralatan sebagai contoh yang terjadi pada juli 2011 hingga maret 2012 kerusakan PLC semakin parah terjadi yaitu pada bulan Maret presentasi kerusakan hingga 88.894% serta total jam gangguan selama satu bulan maret mencapai 579 jam pada satu kasus, dari total presentasi kerusakan selama satu bulan 99% dan 744 jam.

Teknisi yang memperbaiki kerusakan dari PLC (*Power Line Carrier*) mendeteksi beberapa gejala misal *Transmit/receive* sinyal lemah/gagal fungsi sehingga teknisi melakukan pengecekan pada beberapa alat sebelum mengetahui alat mana yang sebenarnya rusak (alat : LMU, Wavetrap, CC, Kabel koneksi CC ke LMU, Koneksi coaxial) dan tentunya akan memakan waktu yang lama dikarenakan pengecekan pada beberapa peralatan yang menjadi prediksi kerusakan terlebih jika teknisi tersebut merupakan teknisi yang tergolong baru dan jam terbangnya belum lama.

Penjelasan di atas menjadi suatu pertimbangan untuk membuat judul “Sistem Pakar Deteksi Kerusakan PLC (Power Line Carrier) Dengan Metode *Forward chaining*” yang merupakan salah satu bagian dari Kecerdasan Buatan yang mengandung pengetahuan dan pengalaman yang dimasukkan oleh satu banyak pakar ke dalam suatu area pengetahuan tertentu sehingga setiap orang dapat menggunakannya untuk memecahkan berbagai masalah yang bersifat spesifik. Diharapkan dengan adanya sistem pakar mampu mendeteksi kerusakan PLC melalui computer serta meminimalisasi kesalahan-kesalahan yang terjadi.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Analisa Kebutuhan

Proses ini dilakukan untuk memperoleh data mengenai jenis kerusakan PLC (*Power Line Carrier*) beserta gejalanya dengan membawa data yang belum didapat dari buku referensi untuk diperiksa kebenarannya ke beberapa sumber agar didapat data yang lebih akurat. Setiap kerusakan memiliki gejala dan ciri-ciri yang bisa ditentukan jenisnya, sehingga antara kerusakan yang satu dengan kerusakan yang lainnya pasti terdapat perbedaan.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Studi Kepustakaan (*Library Research*)

Studi pustaka di dapat dari berbagai literatur, salah satunya Buku Manual Power Line Carrier serta Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik Telekomunikasi (No Dokumen : 21-22/HARLUR-PST/2009)

b. Wawancara (*Interview*)

Untuk mengetahui secara detail terhadap permasalahan ini, maka dilakukan wawancara tanya jawab dan diskusi secara langsung dengan pihak-pihak yang terkait dan bertanggung jawab dibidangnya, yaitu pada Enginer Bagian SCADATEL khususnya bidang Telekomunikasi

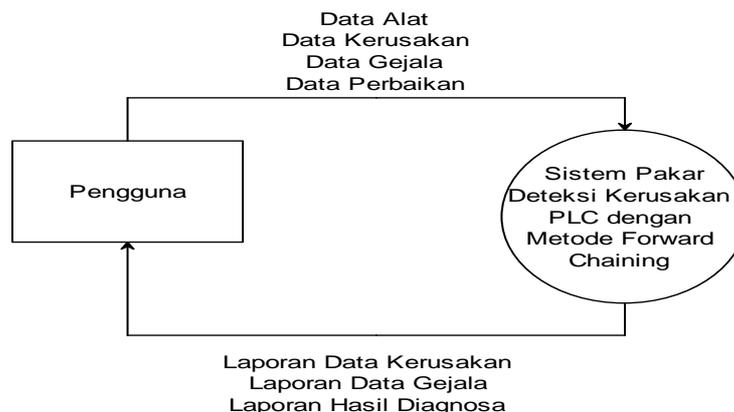
c. Observasi

Pada bagian ini penulis melakukan pengamatan secara langsung pada lokasi/objek yang akan diteliti yaitu untuk melihat bagaimana sistem mendeteksi kerusakan yang sedang berjalan pada PLN selama ini yang nantinya dapat dijadikan bahan masukan dan pertimbangan dalam proses pembuatan sistem pakar kerusakan PLC khususnya pada PLN AP2B Sistem Kalsel dan Kalteng.

2.3. Perancangan Penelitian

2.3.1. Diagram Konteks

Diagram Konteks memberikan gambaran umum mengenai interaksi yang terjadi antara sistem dengan *user*. Diagram konteks dari sistem ini ditunjukkan pada gambar berikut:



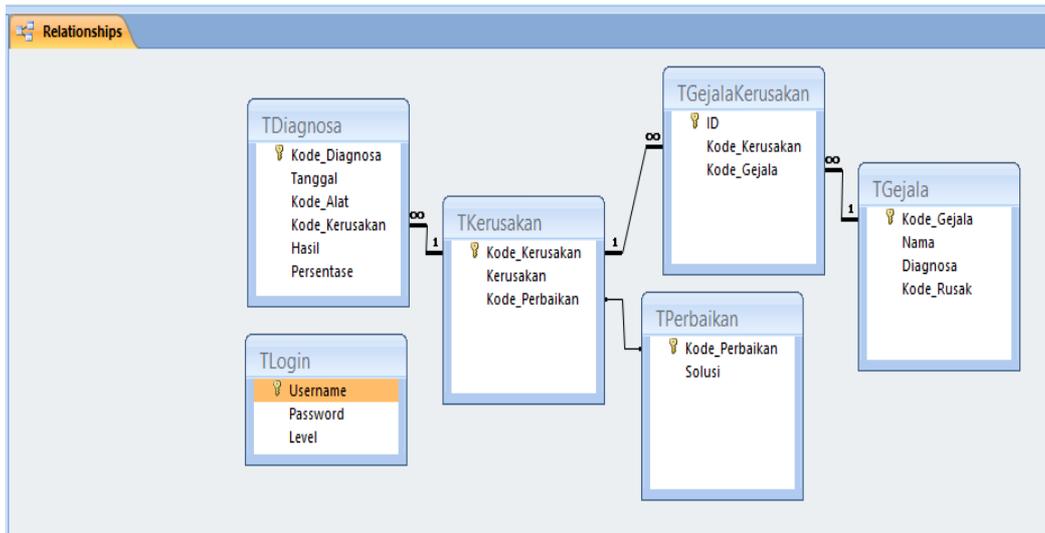
Gambar 1. Diagram Konteks

Pada diagram konteks di atas tampak pengguna tunggal dari sistem yang mengoperasikan aplikasi ini. Pada kenyataannya sistem dibangun memang hanya digunakan

oleh petugas PLN yang mengawasi PLC. Di awalnya sistem dibangun berdasarkan gejala-gejala kerusakan yang sering terjadi untuk kemudian diidentifikasi untuk kemudian diberikan perkiraan kesimpulan bagian yang mengalami kerusakan.

2.3.2. Relasi Tabel

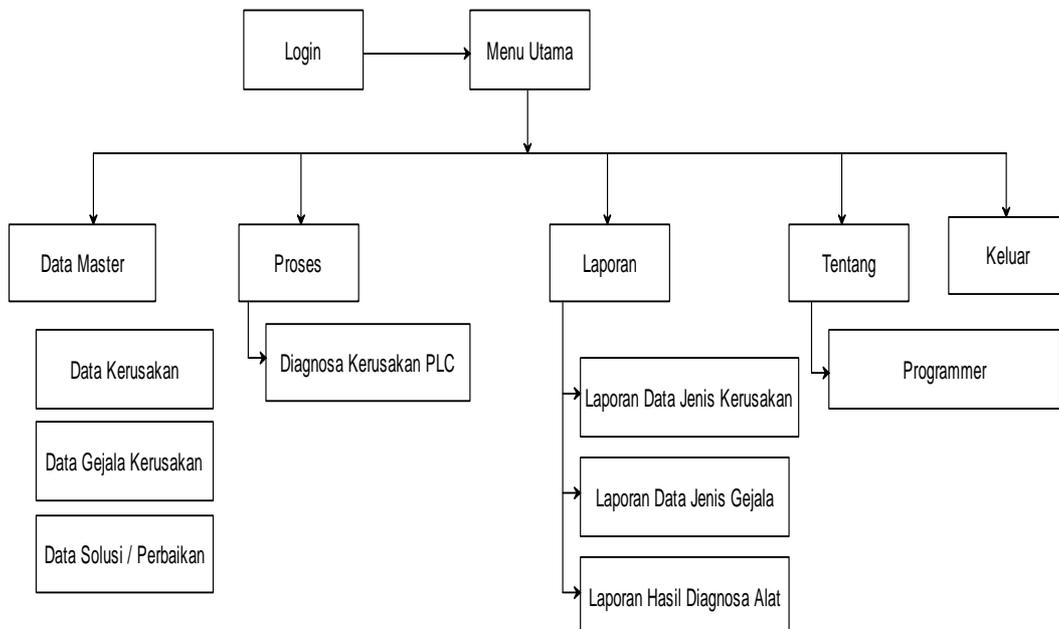
Entity Relationship Diagram memberikan gambaran mengenai struktur basis data secara keseluruhan sebagai relasi atau hubungan dari setiap entitas yang tidak bergantung pada software yang mendefinisikan struktur penyimpanannya secara konsep fisik.



Gambar 2. Relasi tabel

2.3.3. Desain Arsitektural

Berikut adalah desain arsitekturan dari sistem pakar yang akan dibangun.



Gambar 3. Desain Arsitektural

2.3.4. Rancangan Tabel Keputusan

Tabel Keputusan menyimpan pengetahuan yang diperoleh dalam bentuk table, selanjutnya tabel ini akan digunakan untuk membuat pohon keputusan.

Tabel 1. Tabel Hubungan Gejala dan Kerusakan (Keputusan)

No	Gejala	Nama Kerusakan								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Matching Trafo LMU Terbakar	X								
2	Kapasitor LMU Pecah	X								
3	Arrester LMU Putus/Short	X								
4	Resistor LMU Pecah/Terbakar	X								
5	PCB LMU Terbakar	X								
6	Tuning WT Pecah		X							
7	Klem WT Putus/Pecah		X							
8	Kapasitor CC Short			X						
9	Nilai Kapasitansi CC Berubah - ubah			X						
10	Terminasi Kabel CC - LMU Kendor/Korosi			X						
11	Terminasi Coaxial Putus/Rusak				X					
12	Nilai Tegangan tidak stabil					X				
13	Short Circuit pada PCB PSU					X				
14	Beban Pemakaian Power Berlebih					X				
15	Transistor/Kapasitor Amplifier Rusak						X			
16	Level Tx I/O tidak normal							X		
17	Level Rx I/O tidak normal							X		
18	Komponen Elektronika pada modul CPU terbakar								X	
19	Software Console Error								X	
20	Kabel Ke Console rusak/putus									X

Keterangan :

A : Lmu Rusak

B : Wavetrap(WT) Rusak

C : Coupling Capasitor (CC) Rusak

D : Coaxial Putus

E : Power Supply (PSU) Rusak

F : Amplifier Rusak

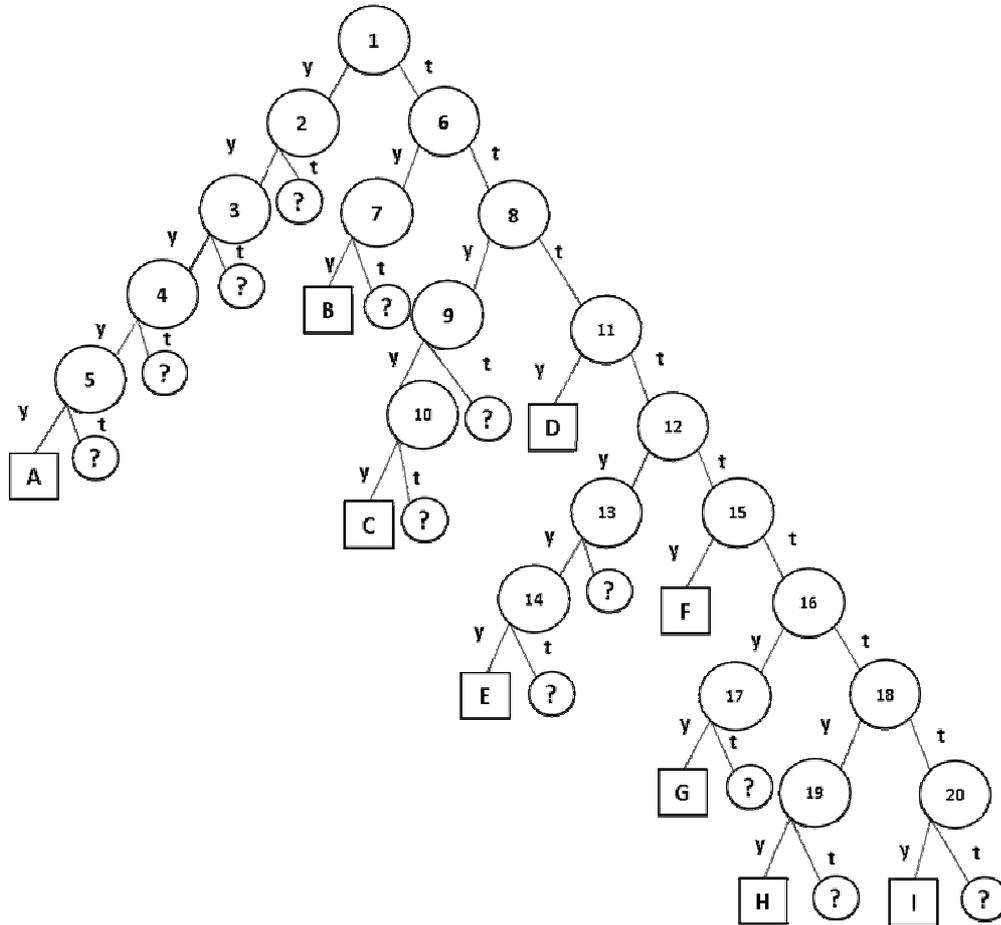
G : Level I/O Rusak

H : CPU Rusak

I : Console Program

2.3.5. Rancangan Pohon Keputusan

Pohon Keputusan terdiri dari node – node yang menyatakan tujuan dan hubungan yang menyatakan keputusan. Manfaat utama pohon keputusan adalah dapat menyederhanakan proses akuisisi pengetahuan. Pohon utama dapat dengan mudah diubah ke kaidah produksi. Dari table keputusan, maka dibuat pohon keputusan seperti gambar berikut:



Keterangan :
 y = Ya
 t = Tidak
 ? = Tidak Terdiagnosa

Gambar 4. Pohon Keputusan

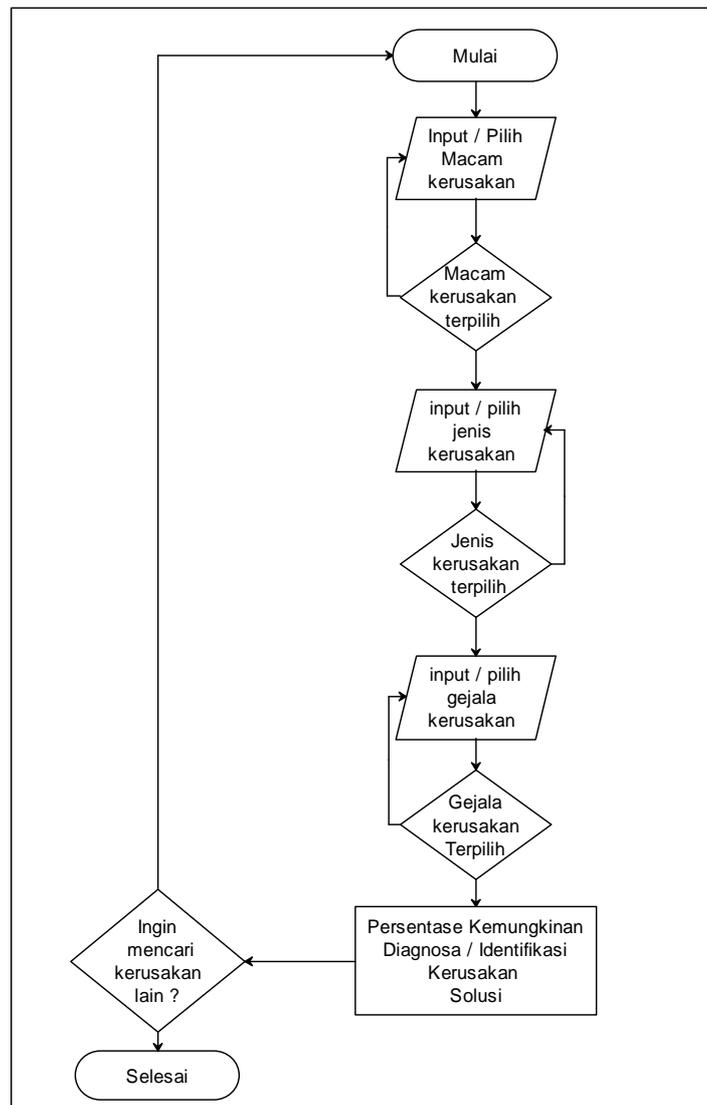
2.3.6. Kaidah/Aturan Produksi Hasil

Dalam tahap ini pengetahuan menggunakan aturan produksi berbentuk IF – THEN. Dari gejala – gejala kerusakan PLC tersebut dapat dibuat kaidah produksi, dalam system pakai ini terdapat 9 kaidah produksi :

- Rule 1 : IF Matching Trafo LMU Terbakar AND Kapasitor LMU Pecah AND Arrester LMU Putus/Short AND Resistor LMU Pecah/Terbakar AND PCB LMU Terbakar THEN **LMU Rusak**
- Rule 2 : IF Tuning WT Pecah AND Klem WT Putus/Pecah THEN **Wave (WT) Trap Rusak**
- Rule 3 : IF Kapasitor CC Short AND Nilai Kapasitansi CC Berubah - ubah AND Terminasi Kabel CC - LMU Kendor/Korosi THEN **Coupling Capasitor (CC) Rusak**

- Rule 4 : IF Terminasi Coaxial Putus/Rusaki THEN **Coaxial Putus**
- Rule 5 : IF Nilai Tegangan tidak stabil AND Short Circuit pada PCB PSU AND Beban Pemakaian Power Berlebih THEN **Power Supply (PSU) Rusak**
- Rule 6 : IF Transistor/Kapasitor Amplifier Rusak THEN **Amplifier Rusak**
- Rule 7 : IF Level Tx I/O tidak normal AND Level Rx I/O tidak normal THEN **Level I/O Rusak**
- Rule 8 : IF Komponen Elektronika pada modul CPU terbakar AND Software Console Error THEN **CPU Rusak**
- Rule 9 : IF Kabel Ke Console rusak/putus THEN **Console Program Rusak**

Berdasarkan hasil observasi pada tempat penelitian, diperoleh data-data alat dan komponen PLC, data-data gejala, data-data solusi/perbaikan, diagnosa kerusakan PLC, dalam menjalankan sistem pakar ini. Dari data-data tersebut kemudian dijadikan acuan dalam pembuatan sistem pakar mendeteksi kerusakan PLC. Pada sistem pakar ini seorang teknisi lapangan sangat berperan penting dimana teknisi melakukan proses penginputan data-data alat dan komponen, data-data gejala, data-data kerusakan, data-data perbaikan dan diagnosa kerusakan dari PLC ini secara detail, dalam melakukan proses pendeteksian kerusakan pada alat PLC ini. Kemudian dari data yang diinput akan diproses oleh aplikasi sehingga menghasilkan laporan yang valid sesuai dengan yang dibutuhkan oleh teknisi dalam melakukan perbaikan dengan lebih efektif dan efisien.



Gambar 5. Flowchart Proses Pendiagnosaan

Algoritma Proses Pendiagnosaan adalah :

```

Mulai
DataModule.Tabel.Kerusakan.First;
DataModule.Tabel.Gejala.First;
k:=0;
l:=0;
mn='Baik';
hsl='Baik';
for i:=1 to DataModule.Tabel.Kerusakan.RecordCount do
Mulai
for j:=1 to DataModule.Tabel.Gejala.RecordCount do
Mulai
//Cek Fakta Basis Rule
Jika (CheckBox1.Checked[j-1]) dan
(DataModule.Tabel.GejalaKode_Rusak.AsString=
DataModule.Tabel.KerusakanKode_Kerusakan.AsString) maka
Mulai
k:=k+1;
Selesai;
Jika (k>l) maka
Mulai
l := k;
mn:= DataModule.Tabel.KerusakanKode_Kerusakan.AsString;
hsl:= DataModule.Tabel.KerusakanKerusakan.AsString;
Selesai;
DataModule.Tabel.Gejala.Next;
Selesai;
k:=0;
DataModule.Tabel.Kerusakan.Next;
Selesai;
lbkoderusak.Caption:=mn;
lbhasil.Caption:=hsl;
//Persentase Hasil Diagnosa
c:=(l*100)/ DataModule.Tabel.Gejala.RecordCount;
lbpersentase.Caption:=FloatToStr(c)+'%';
Selesai;

```

2.4. Teknik Analisa Data

Teknik analisa yang akan digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif berdasarkan hasil User Acceptance Test dari sejumlah responden yang merupakan pengguna dari aplikasi ini nantinya. Dalam aplikasi sistem pakar untuk deteksi kerusakan peralatan PLC ini terdapat beberapa perancangan yang dilakukan, yaitu :

- a. Perancangan basis pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan bagian dari sistem pakar yang digunakan untuk menyimpan semua data, baik data pengetahuan seperti data jenis PLC, data gejala kerusakan PLC dan cara mendiagnosa, perawatan serta cara penanggulangannya.
- b. Perancangan fungsional sistem

Perancangan fungsional sistem merupakan tahap awal untuk merancang semua proses dan aliran data yang terjadi di dalam sistem.
- c. Perancangan antarmuka

Fakta-fakta yang diperoleh dari pengetahuan seorang ahli disimpan dalam suatu basis pengetahuan. Dan dengan bantuan mesin *inferensi* dan memori kerja, maka proses penarikan kesimpulan tentang deteksi *Power Line Carrier* ini dapat dilakukan.

Sistem Pakar Deteksi Kerusakan PLC (Power Line Carrier) Dengan Metode *Forward chaining* ini membutuhkan pengetahuan dan mesin informasi untuk mendeteksi kerusakan

PLC. Basis pengetahuan ini berisikan faktor-faktor yang dibutuhkan oleh sistem. Sedangkan mesin inferensi digunakan untuk menganalisa faktor-faktor yang dimasukkan pengguna. Sehingga dapat ditemukan kesimpulan basis pengetahuan yang diperlukan sistem terdiri dari gejala kerusakan, alat yang rusak dan komponen alat yang rusak. Data yang menjadi input sistem adalah data gejala yang didapat dari pemeriksaan oleh sistem untuk mendeteksi kerusakan PLC (Power Line Carrier) Dengan Metode *Forward chaining*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Impelementasi Program

a. Tampilan Form Menu Login

Form ini adalah Form yang pertama kali muncul saat program dijalankan. Form ini berfungsi untuk verifikasi pengguna yang akan menggunakan program, Form ini akan otomatis dijalankan pada saat pertama kali sistem pakar dijalankan.



Gambar 4. 1 Form Login

b. Tampilan Form Menu Utama

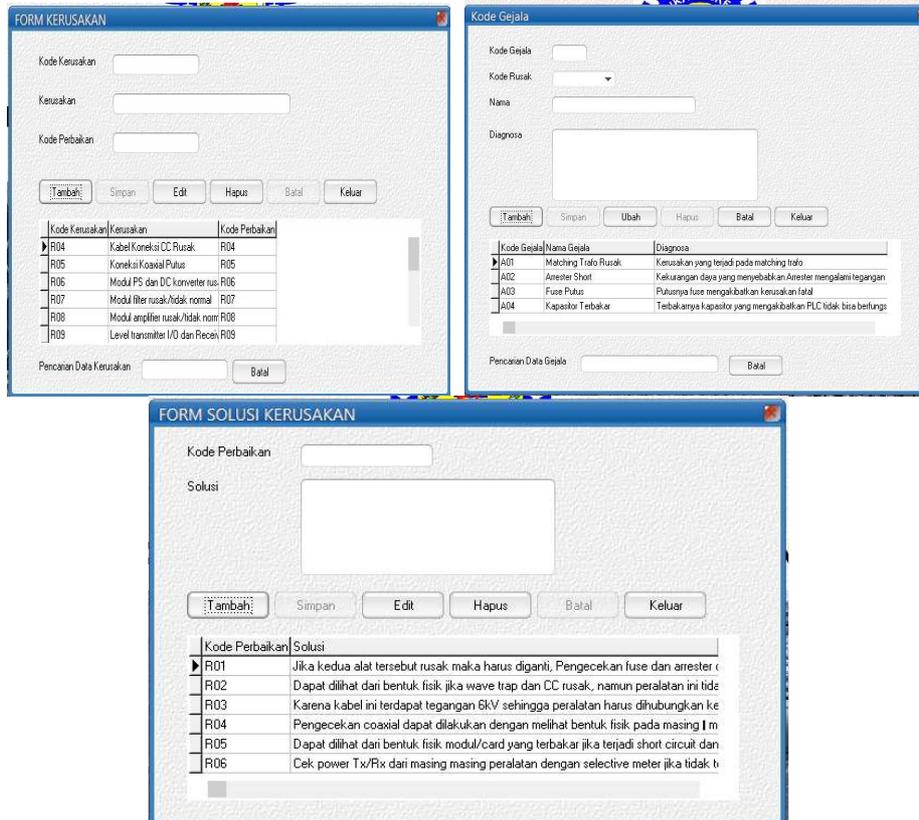
Form ini berfungsi untuk mengontrol seluruh objek (Form dan laporan) yang ada pada sistem pakar ini. Objek-objek (Form dan laporan) dieksekusi atau dijalankan dengan cara mengklik papan menu yang tersedia pada lembar menu aplikasi sesuai dengan keterangan yang terdapat pada labelnya.



Gambar 5. Tampilan Form Menu Utama

c. Tampilan Form Data Kerusakan, Gejala, dan Solusi Perbaikan

Form ini berfungsi untuk memasukkan data-data kerusakan PLC pada sistem pakar. Adapun inputan yang ada pada Form ini adalah kode kerusakan, kerusakan dan kode perbaikan. Adapun masukan yang ada pada form Gejala adalah kode rusak, kode gejala, nama dan kode diagnosa. Sedangkan pada form Solusi Kerusakan diisi data kode perbaikan dan solusi.



Gambar 6. Form Data Kerusakan, Gejala, dan Solusi Perbaikan

d. Tampilan Form Proses Diagnosa

Masukan pada form ini adalah kode diagnose, tanggal, kode PLC dan jenis kerusakan.

Gambar 7. Form Proses Diagnosa

e. Tampilan Hasil Diagnosa Kerusakan PLC

Pada bagian ini diperlihatkan tampilan hasil diagnosa yang terekam di dalam tabel diagnosa beserta laporan lainnya meliputi Laporan Data Jenis Kerusakan dan Laporan Data Jenis Gejala.

LAPORAN DATA JENIS GEJALA

Kode Rusak	Kode Gejala	Nama Gejala	Diagnosa
R01	A01	Matching Trafo Rusak	Kerusakan yang terjadi pada matching trafo
R01	A02	Arsester Short	Kekurangan daya yang menyebabkan Arsester mengalami tegangan pendek
R01	A03	Fuse Putus	Putusnya fuse mengakibatkan kerusakan fatal
R01	A04	Kapasitor Terbakar	Terbakarnya kapasitor yang mengakibatkan PLC tidak bisa berfungsi dengan baik
R01	A05	Resistor Terbakar	Terbakarnya resistor merusak sistem PLC
R01	A06	PCB rusak	Rusaknya PCB yang mengakibatkan kerusakan fatal pada sistem PLC
R01	A07	Hybrid LMU Rusak	Kerusakan pada Hybrid LMU
R02	A08	Kapasitor Meledak	Kapasitor didiagnosa meledak
R02	A09	Tuning Pecah	Tuning Pecah
R02	A10	Klem Rusak	Klem komponen rusak
R03	A11	Nilai Berubah	Nilai Kapasitansi berubah
R03	A12	Kapasitor Short	Kapasitor rendah
R04	A13	Kabel Putus	Kabel komponen putus
R04	A14	Terminasi Schoon	Kabel kendor dan korosi
R04	A15	Isolasi Kabel	Isolasi Kabel terkelupas
R05	A16	Coaxial Putus	Kabel coaxial putus
R05	A17	Terminasi Coaxial	Terminasi putus dan rusak

LAPORAN DATA JENIS KERUSAKAN		
Kode Jenis	Nama Jenis Kerusakan	Kode Perbaikan
R01	LMU Rusak	P01
R02	Wavetrap Rusak	P02
R03	CC Rusak	P03
R04	Kabel Koneksi CC Rusak	P04
R05	Koneksi Koaxial Putus	P05
R06	Modul PS dan DC konverter rusak	P06
R07	Modul filter rusak/tidak normal	P07
R08	Modul amplifier rusak/tidak normal	P08

Gambar 8. Laporan-laporan yang dihasilkan aplikasi Diagnosa Kerusakan PLC

3.2. Pengujian Aplikasi

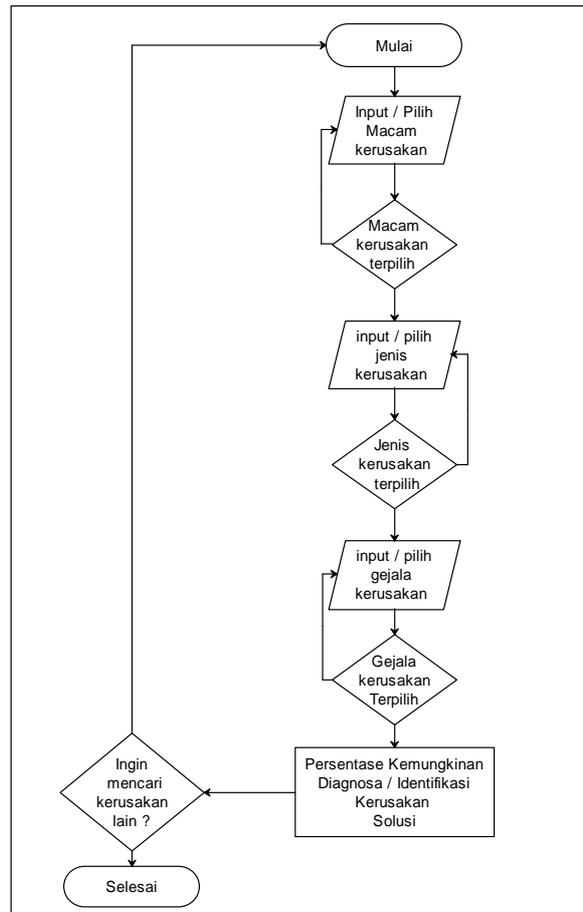
3.2.1 . Uji white box

Metode *white box* adalah metode desain *test case* yang menggunakan struktur control desain prosedural untuk memperoleh *test case*. Dengan menggunakan metode *white box* perencana sistem dapat melakukan *test case* yang dapat :

- a. Memberikan jaminan bahwa semua jalur independen pada suatu modul telah digunakan paling tidak satu kali.
- b. Menggunakan semua keputusan logis pada sisi *true* dan *false*.

Sebagai contoh akan diuji proses metode *forward chaining*, secara garis besar diagram alir dari proses metode adalah sebagai berikut :

Pengujian masukan pokok *forward chaining* dengan *White box*



Gambar 9. Diagram alir aplikasi

Kode program untuk proses *forward chaining* pada proses pendiagnosaan kerusakan PLC :

```

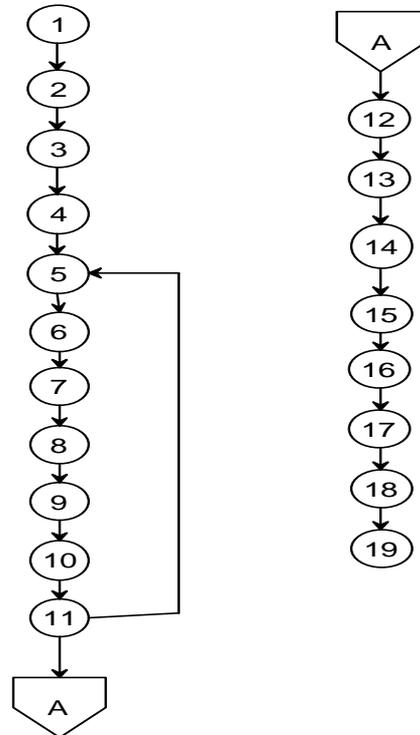
var i,j,k,l:integer;
mn,hsl:String;
c:real;
begin
DM.ADOGejala.First;
k:=0;
l:=0;
for j:=1 to DM.ADOGejala.RecordCount do
begin
if (CheckListBox1.Checked[j-1]) then
begin
k:=k+1;
end;
DM.ADOGejala.Next;
end;
c:=(k*100)/DM.ADOGejala.RecordCount;
lbhasil.Caption:=c;
end;
lbpersentase.Caption:=LeftStr(FloatToStr(c),5)+'%';
DM.ADOPerbaikan.Locate('Kode_Perbaikan',DBLookupComboBox2.Text,[]);
LSolusi.Caption:=DM.ADOPerbaikan ['solusi'];

```

end;

(19)

Grafik alir dari kode program tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 10. Grafik Alir

Kompleksitas siklomatis (pengukuran kuantitatif terhadap kompleksitas logis suatu program) dari grafik alir dapat diperoleh dengan perhitungan :

$$V(G) = E - N + 2$$

Dimana :

E = Jumlah edge grafik alir yang ditandakan dengan gambar panah.

N = Jumlah simpul grafik alir yang ditandakan dengan gambar lingkaran.

Sehingga kompleksitas siklomatisnya adalah :

$$V(G) = 19 - 19 + 2 = 2$$

Basis set yang dihasilkan dari jalur independen secara linier adalah jalur sebagai berikut:

Jalur 1:

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

Jalur 2:

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

Ketika aplikasi dijalankan, maka terlihat bahwa salah satu basis set yang dihasilkan adalah:

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

dan terlihat simpul telah dieksekusi satu kali. Berdasarkan ketentuan tersebut dari segi kelayakan software, sistem ini telah memenuhi syarat.

3.2.2 . Pengujian *black box*

Pengujian *blackbox* digunakan untuk menguji fungsi-fungsi khusus dari perangkat lunak yang dirancang. Pada teknik pengujian *blackbox* kebenaran perangkat lunak yang diuji hanya dilihat berdasarkan keluaran yang dihasilkan dari data atau kondisi masukan yang diberikan untuk fungsi yang ada tanpa melihat bagaimana proses untuk mendapatkan keluaran tersebut. Untuk pengujian menggunakan teknik *blackbox* dapat ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian *Black box*

Input	Output	Proses	Hasil	Keterangan
Login username dan password (Contoh: Username:admin, Password : admin)	Pengecekan data login benar	Menu Master Aktif	Sudah Sesuai	Form Login
Login username dan password tidak sesuai (contoh:Username: Alpi,Password;-)	Pengecekan data login salah	Tampil Pesan Kesalahan Username dan Password	Sudah Sesuai	Form Login
Isi semua data pada Form dan simpan	Penyimpanan data berhasil	Tampil pesan data berhasil disimpan	Sudah Sesuai	Semua Form
Isi semua data pada Form dan simpan	Penyimpanan data berhasil	Tampil pesan data berhasil disimpan	Sudah Sesuai	Semua Form
Kosongkan data pada Form	Pemasukan data gagal	Tampil pesan data belum diisi	Sudah Sesuai	Semua Form
Isi data ID yang sama	Pemasukan data gagal	Tampil pesan data sudah terdaftar	Sudah Sesuai	Semua Form
Tambah data	Proses pemasukan data berhasil, klik simpan dan data yang baru tersimpan dalam database		Sudah Sesuai	Semua Form
Input kode yang sudah ada di database	Proses tambah data gagal	Tampil pesan data sudah terdaftar	Sudah Sesuai	Semua Form
Hapus Data	Proses penghapusan data berhasil	Data sudah terhapus	Sudah Sesuai	Semua Form

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *blackbox* yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa secara fungsional sistem sudah dapat menghasilkan output yang diharapkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diambil kesimpulan, Sistem pakar deteksi kerusakan PLC metode forward chaining dapat membantu teknisi dalam mengetahui tingkat kerusakan alat PLC. Penulis menyarankan agar pengembangan aplikasi ini dilakukan untuk sistem pakar kerusakan alat yang sama, namun menggunakan sistem online di internet sehingga bisa lebih bermanfaat jika diakses oleh pengguna diseluruh dunia dengan menyertakan pilihan bahasa Indonesia dan Inggris.

Referensi

- [1] PLN (PERSERO). Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik. Jakarta: PT PLN (PERSERO). 2009
- [2] A. F. Arbie. Sistem Pakar Dalam Mengidentifikasi Jenis Kerusakan Mesin Pada Mobil Suzuki Carry Berbasis Web. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado; 2011
- [3] Ayu Putri. Analisis dan Desain. Surabaya: Andi Offset. 2005
- [4] D.N. Cernosek. Unified Modeling Language (Uml). Bandung: Bumi Aksara. 2008
- [5] R. Gemilang. Modul Microsoft Access. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember press. 2008.
- [6] A. S. Khomsah. *Sistem Pakar Dengan Beberapa Knowledge Base Menggunakan Probabilitas Bayes Dan Mesin Inferensi Forward Chaining*. Seminar Nasional Informatika 2011 (semnasIF 2011) ISSN: 1979-2328. Yogyakarta. 2011
- [7] Sri Kusumadewi. Artificiall Intellegence. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2003
- [8] I. D. Mumpuni, Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Kerusakan Pada Kendaraan Roda Empat (Mobil Berbahan Bakar Bensin). *Jurnal Teknologi Informasi*. 2011: Vol. 2 (1)
- [9] Sedy Radiana. Rancang Bangun Sistem Pakar Troubleshooting Kerusakan Hardware Komputer Berbasis Web. Skripsi. Unikom Bandung; 2010
- [10] H. S. Suprayogi. Modul Praktikum Pemrograman Delphi Antarmuka Borland Delphi 7. Bandung: Sekolah Tinggi Informatika dan Komputer Indonesia. 2008
- [11] Y. M. Zega. Perancangan Sistem Informasi. Jakarta: Gramedia. 2008

