

## APLIKASI SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS KERUSAKAN DAN SOLUSI PESAWAT SINAR-X MEDIK STTN-BATAN

**Supriyono, Khodijah Tri Aurimawati, Suyatno**

Program Studi Elektronika Instrumentasi Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir -BATAN

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101/YKBB Yogyakarta 55281

Email : masprie\_sttn@yahoo.com

### Abstrak

*Telah dibuat aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosis kerusakan dan solusi pada pesawat sinar-X medik STTN-BATAN. Sistem pakar ini dibuat karena adanya kebutuhan akan pengetahuan mengenai pesawat sinar-X medik STTNBATAN sehingga untuk mendiagnosis kerusakannya diperlukan keahlian seperti pakar. Sistem ini bertujuan untuk mendiagnosis dan memberikan solusi terkait kerusakan yang terjadi pada bagian tabung sinar-X, trafo tegangan tinggi, serta sistem kontrol. Sistem pakar ini dibuat dengan cara menyusun basis pengetahuan yang didapat dari wawancara terhadap pakar maupun dari internet menjadi database yang disimpan ke dalam Microsoft Access, kemudian dibuat source code melalui software Delphi Embarcadero XE7. Hasil dari penelitian yaitu aplikasi sistem pakar yang mampu untuk mendiagnosis kerusakan dan memberikan solusi atas kerusakan yang terjadi pada pesawat sinar-X medik STTN-BATAN.*

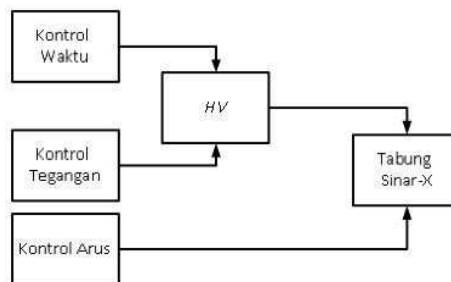
**Kata Kunci:** Sistem Pakar, Sinar-X, Medik.

### 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi nuklir salah satunya pada bidang teknik diagnostik radiologi menggunakan pesawat sinar-X. Karena penggunaan tersebut, diperlukan ahli yang bisa melakukan perawatan atau mengetahui solusi dari kerusakan pesawat sinar-X apabila mengalami kerusakan. Di STTN-BATAN terdapat pesawat sinar-X medik yang telah dimodifikasi sistem kontrolnya menjadi modul-modul. Karena adanya modifikasi tersebut, pesawat sinar-X medik STTN-BATAN membutuhkan keahlian dari teknisi yang mempunyai pengetahuan mengenai bagian-bagian pesawat sinar-X tersebut serta mampu mendiagnosis kerusakannya. Dengan kondisi yang demikian, maka perlu dibuat suatu sistem pakar yang dapat menggantikan keahlian pakar. Oleh karena itu dibuat aplikasi sistem pakar guna mempermudah teknisi dalam mendiagnosis kerusakan pesawat sinar-X medik STTNBATAN berdasarkan gejala-gejala kerusakan yang ada. Sistem pakar ini juga dapat memberikan solusi.

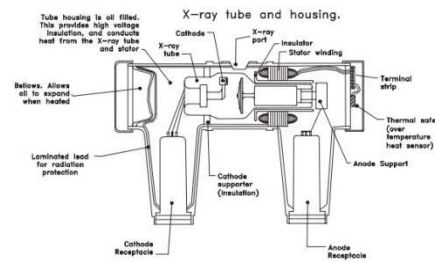
Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik yang dapat menembus suatu bahan, tetapi hanya sinar-X yang mempunyai energi yang tinggi yang dapat menembus bahan yang dilaluinya, selain itu akan diserap oleh bahan tersebut. Sinar-X yang mampu menembus bahan itulah yang akan membentuk gambar atau bayangan [Suyatno, 2008].

**Bagian-bagian Pesawat Sinar-X** Bagian-bagian dari pesawat sinar-X diantaranya adalah tabung sinar-X, sumber tegangan tinggi (HV), dan sistem kontrol yang dapat dilihat pada Gambar 1.



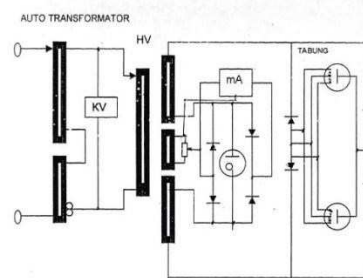
Gambar 1. Bagian Utama Pesawat Sinar-X[Suyatno, 2008]

1. Tabung Sinar-X Tabung sinar-X adalah suatu alat untuk menghasilkan bebas, mempercepatnya dan akhirnya menghentikannya. Sebuah tabung sinar-X dan bagian-bagian utamanya ditunjukkan pada Gambar 2.



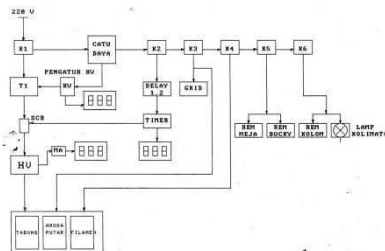
Gambar 2. Tabung Sinar-X dan *Housing* [Nasotoh, 2015]

2. Trafo Tegangan Tinggi Trafo tegangan tinggi berfungsi sebagai pelipat tegangan rendah dari sumber menjadi tegangan tinggi. Blok diagram trafo tegangan tinggi ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Trafo TeganganTinggi [Suyatno, 2007]

3. Sistem kontrol terdiri dari modul-modul sebagai berikut : Modul driver, Modul timer, Modul mA Select, dan Modul mA & kV.Display Blok diagram dari sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 4.



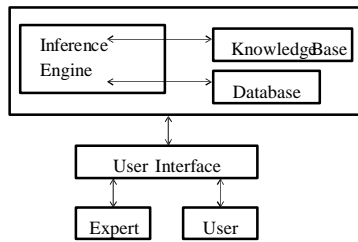
Gambar 4. Blok Diagram Sistem Kontrol[Suyatno, 2007]

**Spesifikasinya adalah sebagai berikut [Yuan, 2016]:**

- Tipe pesawat sinar-X : 200mA model F30-II G
- Waktu Penyinaran : 0.05 – 6 detik
- kV fluoroskopi : 40 – 90 kV mA
- fluoroskopi : 0.5 – 5 mA

Sistem pakar adalah sistem perangkat lunak komputer yang menggunakan ilmu pengetahuan, fakta, dan berpikir dalam pengambilan keputusan teknik untuk memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat diselesaikan oleh para ahli di bidang yang bersangkutan [Cahyono, 2012].

**Komponen-komponen Sistem Pakar** Sistem pakar memiliki beberapa komponen yang digunakan untuk menyusun struktur sistemnya. Struktur dari sistem pakar dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Struktur dari Sistem Pakar [Rangkuti, 2009]

### User Interface dengan Delphi

Delphi adalah sebuah *IDE Compiler* untuk bahasa pemrograman Pascal dan lingkungan pengembangan perangkat lunak. Produk ini dikembangkan oleh CodeGear sebagai divisi pengembangan perangkat lunak milik Embarcadero, divisi tersebut sebelumnya adalah milik Borland. Bahasa Delphi, atau dikenal pula sebagai *object pascal*, pascal dengan ekstensi pemrograman berorientasi objek [Setiawan, 2013].

## 2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah sistem pakar yang dilakukan secara prinsip adalah :

1. Membuat basis pengetahuan berupa mengumpulkan literatur yang berhubungan dengan pesawat sinar-X medik STTN-BATAN dan melakukan wawancara kepada seorang pakar sinar-X medik. Adapun basis pengetahuan yang dibuat ada 3 bagian, yaitu : Kerusakan tabung, kerusakan trafo tegangan tinggi kerusakan sistem kontrol. Pada masing-masing bagian ditanyakan bagaimana cara mengetahui bagian/sub bagian tersebut rusak, apa akibat yang ditimbulkan dari kerusakan, apakah dapat dilakukan exposure dan bagaimana cara perbaikannya.
2. Melakukan penalaran dengan menyusun pohon keputusan Pohon keputusan ditampilkan dalam lampiran 1. Pohon keputusan yang dibuat kemudian diolah menjadi database yang terdiri dari database gejala dan database solusi.
3. Membuat mesin inferensi dengan membuat program komputer yang benar dan mudah dimengerti oleh pengguna. Model interaksinya adalah user menjawab pertanyaan, sedangkan admin bisa menambah konten sistem pakarnya. Program yang dibuat didasarkan dari algoritma pada pohon keputusan dan sistem database gejala dan kerusakan. Mesin inferensi ini program dan antar mukanya dibuat menggunakan tool Embarcadero Delphi XE7 dan exe nya menggunakan Inno Set Up Compiler
4. Pengujian sistem berupa :
  - a. Pengujian internal oleh pembuat program yaitu program dieksekusi sampai berhasil.
  - b. Pengujian oleh pengguna apakah sistem ini mudah dimengerti, benar dan bermanfaat membantu teknisi dalam mencari kerusakan pada sinar-X.
  - c. Pengujian oleh pakar apakah semua pertanyaan dan jawabnya benar menurut seorang pakar.
  - d.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

dilakukan *Black Box testing*, awalnya dilakukan install *setup.exe* program sistem pakar pada komputer. Hasil dari penginstalan *setup.exe* membuat aplikasi sistem pakar dapat tertampil dalam *All Programs*, sehingga pengguna dapat menjalankannya melalui *All Programs*.

Sementara untuk pengujian program dengan metode *Black Box testing*, yang pertama dilakukan terhadap form Login seperti terlihat pada Gambar 7. di bawah ini:



Gambar 7. Tampilan Login Admin

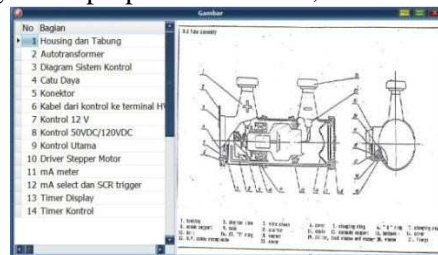
Pada form ini admin diminta untuk memasukkan nama pengguna (*username*) dan *password* agar bisa mengakses menu Admin. Setelah memasukkan *username* dan *password* dengan benar maka admin

akan dapat mengakses Menu Admin. Namun apabila terjadi kesalahan dalam memasukkan *username* dan/atau *password*, maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 8. sebagai berikut:



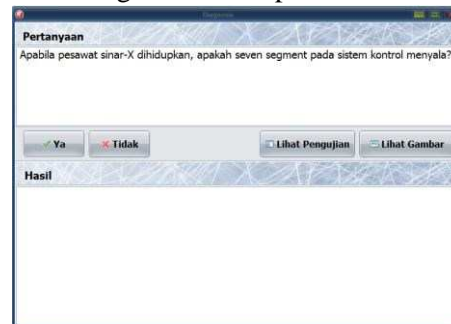
Gambar 8. Tampilan Pemberitahuan Error pada Login Admin

Pada Menu Kegiatan dilakukan pengujian pada tiga submenu, yaitu Submenu Diagnosis, Gambar dan Cara Pengujian; seperti yang tertampil pada Gambar 9., Gambar 10., dan Gambar 11. sebagai berikut:



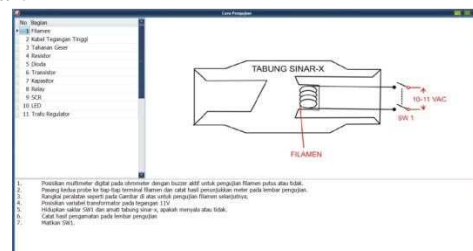
Gambar 9. Tampilan Submenu Gambar

Pada submenu gambar ini, setiap kali kita menekan salah satu pada kolom Nomor atau kolom Bagian maka akan muncul gambar dari bagian tersebut pada sebelah kanan kolom.



Gambar 10. Tampilan Submenu Diagnosis

Pada submenu diagnosis ini, *user* dihadapkan pada pertanyaan mengenai gejala-gejala kerusakan yang pilihan jawabannya ada dua, yaitu Ya dan Tidak. Masing-masing tombol bila ditekan dapat menyebabkan adanya pertanyaan lebih lanjut mengenai gejala kerusakan, atau menghasilkan solusi pada memo Hasil. Selain dua tombol tersebut, terdapat dua tombol pelengkap yaitu tombol Lihat Pengujian dan Lihat Gambar. Dua tombol tersebut masing-masing menghubungkan form Diagnosis menuju form Cara Pengujian dan form Gambar.



Gambar 11. Tampilan Submenu Cara Pengujian

Pada submenu Cara Pengujian terdapat gambar di sebelah kanan kolom dan keterangan pada bagian bawah, tergantung dari nama atau nomor bagian yang ditekan. Masing-masing bagian memunculkan gambar dan keterangan yang berbeda-beda.

Selanjutnya yaitu hasil pengujian pada form Edit Cara Pengujian yang terdapat pada Menu Admin. Tampilan Submenu Edit Cara Pengujian dapat dilihat pada Gambar 12. sebagai berikut:



Gambar 12. Tampilan Submenu Edit CaraPengujian

Pengujian yang dilakukan pada seluruh tombol di form Edit Cara Pengujian pada Menu Admin sesuai yang diharapkan, karena tombol Tambah, tombol Hapus, dan tombol Simpan dapat berfungsi dengan baik.

Tombol Simpan dalam submenu Edit Data maupun Edit Cara Pengujian, apabila data telah berhasil disimpan di dalam *database*, maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 13. di bawah ini:



Gambar 13. Tampilan Pemberitahuan DataBerhasil Ditambahkan

Tampilan tersebut berarti bahwa data yang dimasukkan oleh admin telah berhasil tersimpan ke dalam *database* dari program sistem pakar, sehingga akan menyebabkan perubahan data pada submenu Diagnosis ataupun Cara Pengujian. Sementara pada tombol Hapus, apabila admin telah menekannya maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 14. di bawah ini:



Gambar 14. Tampilan Konfirmasi HapusData

Pada tampilan tersebut admin dihadapkan pada dua pilihan, yaitu tombol *Yes* dan tombol *No*. Tombol *Yes* yang berarti data pada tabel dalam *database* akan dihapus, sementara tombol *No* yang berarti data pada tabel dalam *database* tidak dihapus.

### Hasil Pengujian User

Pengujian ini dilakukan dengan percobaan pemakaian aplikasi kepada 5 responden yang merupakan mahasiswa Elektronika Instrumentasi STTN-BATAN kemudian meminta penilaian dalam bentuk pengisian kuisioner. Perhitungan dalam rekapitulasi kuisioner menggunakan teknik pengukuran deskriptif dengan cara menghitung rata-rata nilai jawaban responden dan standar deviasi untuk setiap parameter. Jawaban responden dibagi menjadi 4 skala Likert, yaitu amat baik, baik, cukup, dan kurang. Nilai untuk masing-masing jawaban dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai Jawaban Responden

Jawaban Responden	Nilai
Amat Baik	4
Baik	3

Cukup	2
Kurang	1

Perhitungan rata-rata nilai jawaban responden dan standar deviasi dilakukan untuk mengetahui penilaian maupun saran user terhadap aplikasi. Hasil perhitungan rata-rata nilai jawaban responden dan standar deviasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rata-rata dan Standar Deviasi

N	Parameter		
	Manfaat	Informatif	Menarik
1	3	2	3
2	4	4	4
3	3	3	4
4	3	2	2
5	3	3	3
<b>Ratarata</b>	<b>3.2</b>	<b>2.8</b>	<b>3.2</b>
<b>Standar Deviasi</b>	<b>0,45</b>	<b>0,84</b>	<b>0,84</b>

Berdasarkan Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan aplikasi yang telah dibuat sudah berjalan dengan baik dari ketiga parameter yang diuji, yaitu parameter manfaat yang menguji nilai manfaat aplikasi sistem pakar untuk *user*, parameter informatif yang menguji kemudahan aplikasi untuk dimengerti *user* ketika menggunakannya, serta parameter menarik yang menguji seberapa menarik tampilan aplikasi sistem pakar bagi *user*.

### Hasil Pengujian Pakar

Pengujian pakar dilakukan dengan mengajukan tujuh pertanyaan yang terdapat dalam program kepada pakar kemudian menghitung presentase jawaban yang sama. Besarnya presentase kesamaan jawaban dari program dan pakar adalah sebagai berikut:

$$\text{presentase jawaban sama} = \frac{6}{7} \times 100\% = 85,7\%$$

## 4. KESIMPULAN

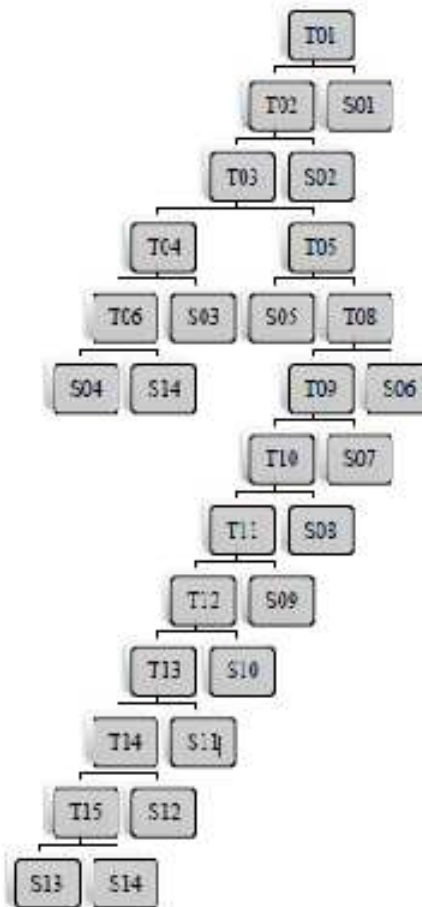
Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa telah berhasil dibuat aplikasi sistem pakar yang untuk mendiagnosis kerusakan dan perbaikan pesawat sinar-X medik STTN-BATAN meliputi bagian tabung sinar-X, trafo tegangan tinggi, serta sistem kontrol. Hal ini dibuktikan dengan keberhasilan pengujian pakar sebesar 85,7%. Aplikasi sistem pakar yang dibuat mempunyai nilai manfaat bagi user, sudah informatif, dan tampilan programnya sudah menarik. Hal ini dibuktikan dengan hasil dari pengujian user.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, Z., dkk. 2012. *Refurbishing Pesawat Sinar-X Diagnostik Eks. Litbang BATAN*. Yogyakarta: STTN-BATAN
- [2] Aji, A.B., 2013. *Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X di Laboratorium X-Ray Medik STTN-BATAN Yogyakarta*. Yogyakarta: STTN-BATAN
- [3] Cahyono, B.D., 2012. *Sistem Pakar Penentuan jenis Cacat Lasan dengan Ultrasonik Menggunakan Program Delphi*. Yogyakarta: STTN-BATAN
- [4] Kurniawan, H., 2012. *Analisis Kelayakan Tiga Pesawat Sinar-X Medik Eks BATAN*. Yogyakarta: STTN-BATAN
- [5] Maisyaroh, C.F., 2012. *Evaluasi Keluaran Sinyal Generator Tabung Sinar-X Menggunakan Metode Non-Invasive*. Depok: Universitas Indonesia

- [6] Marlyaningrum, A., 2013. *Aplikasi Sistem Pakar Diagnosis pada Sistem Komputer*, Bandung: Universitas Widyatama
- [7] Nasitoh, A.M., 2015. *Analisis Kerusakan Pesawat Sinar-X Medik STTN-BATAN Yogyakarta*. Yogyakarta: STTN-BATAN
- [8] Prajitno. 2008. *Pemeliharaan Instrumentasi Nuklir*. Yogyakarta: STTN-BATAN
- [9] Rangkuti, H., dkk. 2009. *Deteksi Kerusakan Notebook dengan Menggunakan Metode Sistem Pakar*. Jakarta: ICT Research Center UNAS
- [10] Setiawan, B., 2013. *Sistem Pakar Identifikasi Jenis Diskontinuitas Logam dengan Metode Radiografi Menggunakan Program Delphi*, Yogyakarta.
- [11] Suyatno, F., 2008. *Aplikasi Radiasi Sinar-X di Bidang Kedokteran untuk Menunjang Kesehatan Masyarakat Yogyakarta*: STTN-BATAN
- [12] Suyatno, F., dkk. 1997. *Laporan Teknik Divisi Instrumentasi dan Kontrol Pusat Perangkat Nuklir dan Rekayasa Badan Tenaga Atom Nasional Program Terpilih Pesawat Sinar-X*
- [13] Yuan, L., dan Jian Guo Rode. *200mA Diagnostic X-ray Units Model F30-II G Installation and Service Manual*. Beijing [14]<http://www.share.its.ac.id/mod/resource/view.php?id=237>(28 Juli 2016) [15]<http://yoriyuliandra.com/site/2012/07/05/standard-deviasi-atau-standard-error/> (28 Juli 2016)

**Lampiran 1. Pohon Keputusan.**



Gambar Pohon keputusan



Tabel Gejala dan Solusi

ID	Data	FaktaTidak	FaktaYa	Ya	Tidak	Jenis
T01	Apabila pesawat sinar-X dihidupkan, apakah <i>seven segment</i> pada sistem kontrol menyala?	<i>Seven segment</i> tidak menyala	<i>Seven segment</i> menyala	T02	S01	Sistem
T02	Apabila dalam kondisi pesawat sinar-X hidup dan <i>exposure switch</i> ditekan, apakah dapat dilakukan penyinaran ( <i>exposure switch</i> berfungsi)?	Tidak dapat dilakukan penyinaran ( <i>exposure switch</i> tidak berfungsi)	Dapat dilakukan penyinaran ( <i>exposure switch</i> berfungsi)	T03	S02	Sistem
T03	Apakah setelah dilakukan penyinaran terdapat berkas sinar-X pada film?	Tidak menghasilkan sinar-X	Menghasilkan sinar-X	T04	T05	Sistem
T04	Apakah keluaran tegangan tinggi akurat bila dilakukan uji kesesuaian?	Keluaran tegangan tinggi tidak akurat	Keluaran tegangan tinggi akurat	T06	S03	Sistem
T05	Periksa housing dan x-ray tube dengan cara membuka tutup housing kemudian mengamati secara visual tabung sinar-X. Apakah oli pendingin keluar dari tabung?	Oli pendingin keluar dari tabung	Oli pendingin tidak keluar dari tabung	S05	T08	Tabung
T06	Apakah keluaran arus (mA) linear bila dilakukan uji kesesuaian?	Keluaran arus (mA) tidak linear	Keluaran arus (mA) linear	S14	S04	Sistem
T08	Periksa filamen pada x-ray tube. Apakah filamen menyala ketika dilakukan pengujian terhadap filamen?	Filamen tidak menyala	Filamen menyala	T09	S06	Tabung
T09	Periksa modul timer. Apakah seluruh komponen pada modul timer berfungsi?	Terdapat kerusakan	Tidak terdapat kerusakan	T10	S07	Sistem

T10	Periksa modul driver stepper motor. Apakah seluruh komponen pada modul driver stepper motor berfungsi?	Terdapat kerusakan	Tidak terdapat kerusakan	T11 S08	Sistem
T11	Periksa stepper motor dengan cara mengujinya dengan modul driver yang sudah dipastikan dalam kondisi baik. Apakah stepper motor dapat berputar?	Terjadi kerusakan pada stepper motor	Tidak terjadi kerusakan pada stepper motor	T12 S09	Trafo
T12	Periksa autotransformer. Apakah autotransformer berfungsi?	Terjadi kerusakan pada autotransformer	Tidak terjadi kerusakan pada autotransformer	T13 S10	Trafo
T13	Periksa tahanan geser pada modul mA select. Apakah tahanan geser berfungsi apabila dilakukan pengujian dengan multimeter?	Tahanan geser rusak	Tahanan geser tidak rusak	T14 S11	Sistem
T14	Periksa trafo regulator. Apakah trafo regulator berfungsi?	trafo regulator rusak	Trafo regulator tidak rusak	T15 S12	Trafo
T15	Periksa kabel penghubung tegangan tinggi. Apakah kabel penghubung berfungsi?	Kabel penghubung tegangan tinggi rusak	Kabel penghubung tegangan tinggi tidak rusak	S14 S13	Trafo