

# APLIKASI SISTEM PAKAR DALAM PERAWATAN INSTRUMENTASI ALAT UKUR PADA SISTEM AKUISISI DATA

Widrianto Sih Pinastiko\*



ID990000025

## ABSTRACT

**APPLICATION OF EXPERT SYSTEM IN MEASUREMENT INSTRUMENTATION'S MAINTENANCE ON A ACQUISITION SYSTEM.** Expert System is a part of the Artificial Intelligence, a solution software for complicated problems, which solving the problems need experiences and knowledge. This paper discussed about the research's result, that is a design of Expert System to help instrumentation's maintenance on a data acquisition system. By using application of Expert System, the system can do health monitoring, automatic trouble tracing and gives advise toward the trouble. This instrumentation's maintenance system is a tool which has an analytic and inference ability toward the trouble. This smart system is a very useful tool to get a good data acquisition system quality. The model system also can be developed to be a specific application as a remote instrumentation's management system.

Keywords : Expert System, Acquisition, Data Processing

## ABSTRAK

**APLIKASI SISTEM PAKAR DALAM PERAWATAN INSTRUMENTASI ALAT UKUR PADA SISTEM AKUISISI DATA.** Sistem Pakar (*Expert System*) adalah bagian dari ilmu kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yaitu suatu perangkat lunak komputer yang dapat membantu menyelesaikan masalah rumit; dan untuk pemecahannya merlukan dasar pengalaman dan pengetahuan. Pada makalah ini dibahas suatu hasil penelitian berupa penyusunan sistem pakar yang berguna untuk membantu dalam hal perawatan instrumentasi alat ukur dalam suatu sistem akuisisi data. Pada sistem akuisisi data membutuhkan adanya elemen alat ukur yang kemampuannya dapat diandalkan. Dengan demikian diperlukan adanya pengelolaan dan perawatan elemen alat ukur tersebut. Dengan menggunakan aplikasi Sistem Pakar, dirancang suatu alat bantu yang berupa perangkat lunak untuk perawatan instrumentasi alat ukur yang dapat melakukan pemantauan, melacak dan diagnosa kerusakan instrumentasi serta dapat memberikan saran atas kerusakan atau kesalahan alat ukur tersebut. Sistem ini merupakan alat bantu otomatis yang mempunyai kemampuan analisis dan daya nalar terhadap suatu masalah. Program sistem perawatan instrumentasi alat ukur yang pintar ini akan sangat membantu bagi proses pengelolaan sistem dan pada akhirnya akan menunjang kualitas dari sistem akuisisi data. Model dari sistem ini dapat dikembangkan untuk aplikasi lainnya, misalkan suatu sistem pengelolaan instrumentasi jarak jauh (*remote system*).

**Kata kunci :** Sistem pakar, Akuisisi Data, Pengolahan Data

---

\*Laboratorium Aero Gasdinamika - BPP Teknologi

## PENDAHULUAN

Dewasa ini ilmu komputer berkembang secara dinamis, ilmu kecerdasan buatan merupakan salah satu diantaranya. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) adalah ilmu pengetahuan tentang bagaimana membuat suatu peralatan (mesin) sedemikian rupa sehingga menyerupai kepandaian manusia. Dimana bekerja berdasarkan simbol-simbol dan metoda non algoritmik guna memecahkan suatu persoalan Sistem Pakar (*Expert System*) adalah bagian dari ilmu kecerdasan buatan dimana berupa perangkat lunak komputer yang mempunyai keahlian tertentu. Keahlian yang dimilikinya bersumber pada ilmu pengetahuan (knowledge) dan ditambah dengan pengalaman praktis yang dimiliki oleh seorang pakar (*Expert*). Dengan kemampuan demikian, Sistem Pakar akan sangat berguna sebagai alat bantu (*tool*) dalam menyelesaikan masalah yang rumit. Pada makalah ini dibahas tentang aplikasi dari Sistem Pakar untuk membantu suatu pengelolaan instrumentasi alat ukur dari suatu sistem akuisisi data. Sistem akuisisi data adalah suatu sistem perolehan data dari suatu pengukuran, data yang diperoleh disimpan dalam komputer untuk pengolahan lebih lanjut. Sistem akuisisi data terdiri dari pengukuran, pengumpulan dan pengolahan data. Elemen dasar pada sistem ini yaitu sensor, alat ukur elektronik (instrumentasi), antarmuka (*interface*) dan perangkat komputer.

Untuk mendapatkan hasil yang baik dari sistem ini diperlukan pula kualitas dan tingkat kondisi yang "sehat" (baik) dari setiap elemen. Dengan demikian diperlukan adanya pengelolaan dan perawatan elemen sistem dengan benar dan baik. Pengelolaan ini akan menjadi rumit seiring dengan jumlah dan macam dari elemen. Sistem yang dirancang ini adalah suatu alat bantu yaitu berupa perangkat lunak yang dijalankan di komputer sistem akuisisi tersebut. Latar belakang penelitian ini yaitu bahwa dalam proses perawatan instrumentasi mempunyai kendala diantaranya ketergantungan pada keahlian tenaga dan waktu teknisi yang terbatas, waktu yang sempit untuk proses perbaikan. Dengan kendala tersebut perlu adanya alat bantu yang dapat menaggulangnya. Sistem pengelolaan ini terdiri dari tiga (3) bagian, yaitu bagian pemantauan keadaan alat ukur, bagian pelacak kerusakan alat ukur dan bagian diagnosa kerusakan serta saran. Dua aspek penting yang menunjang program sistem perawatan instrumentasi ini, yaitu aspek perangkat keras dan aspek perangkat lunak. Pada aspek pertama, komputer dan instrumen alat ukur harus sudah terhubung dan dapat saling berkomunikasi. Aspek kedua, komputer dapat mengontrol alat ukur tersebut serta dapat mengambil dan mengumpulkan data status/kondisi dari setiap alat ukur dengan lengkap. Data yang lengkap ini menjadi suatu fakta yang kemudian diproses dengan algoritma Sistem Pakar.

Dengan menggunakan teknik aplikasi Sistem Pakar, dihasilkan suatu program sistem perawatan instrumentasi alat ukur yang dapat melakukan pemantauan, melacak dan diagnosa kerusakan instrumentasi serta dapat memberikan saran atas kerusakan atau kesalahan alat ukur tersebut. Sistem ini merupakan alat bantu otomatis yang mempunyai kemampuan analisis dan daya nalar terhadap suatu masalah. Uji coba

sistem dilakukan untuk menguji dari kinerja rancangan perangkat lunak yang telah disusun pada suatu sistem akuisisi yang telah berjalan.

Program sistem perawatan instrumentasi alat ukur yang pintar ini akan sangat membantu bagi proses pengelolaan sistem dan pada akhirnya akan menunjang kualitas dari sistem data akuisisi. Model sistem pengelolaan instrumentasi alat ukur ini dapat dikembangkan untuk aplikasi khusus lainnya, misalkan suatu sistem pengelolaan suatu instrumentasi jarak jauh (*remote system*).

## **SISTEM PAKAR**

Pada hakekatnya Kecerdasan Buatan dan Sistem Pakar bersumber pada cabang ilmu komputer. Kata lain dari Sistem Pakar yang kita kenal yaitu Sistem Ahli atau Sistem Pintar.

Kecerdasan buatan erat kaitannya dengan disiplin ilmu lain, diantaranya yaitu psikologi, ilmu kognitif, bahasa komputasi, pengolahan data, *decision support system*, manajemen dan lainnya. Sistem Pakar adalah bagian dari Kecerdasan buatan yang berupa suatu perangkat lunak (program) komputer yang mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang sangat rumit, untuk pemecahannya memerlukan dasar pengetahuan dan pengalaman. Sistem Pakar menyediakan sarana untuk menyimpan pengetahuan, kepakaran (keahlian) dan pengalaman praktis manusia ke dalam sistem komputer. Dengan kemampuan tersebut, Sistem Pakar dalam penggunaannya atau dalam aplikasinya dapat berlaku atau berperan sebagai suatu sistem seperti berikut;

- a. Sebagai Ahli (Pakar) yang dapat bekerja secara otomatis.  
Secara otomatis akan melakukan proses, mulai dari analisa masalah sampai dengan membuat keputusan dan memberikan saran atau perintah.
- b. Sebagai Konsultan Ahli.  
Sistem Pakar dapat memberikan masukan, saran, pertimbangan untuk proses pengambilan keputusan.
- c. Sebagai Mitra  
Sistem Pakar akan memberikan saran, tempat bertanya dan berdiskusi.
- d. Sebagai Asisten yang pandai.  
Sistem Pakar akan membantu dalam proses pengambilan keputusan.
- e. Sebagai Guru.  
Sistem Pakar dapat sebagai sarana untuk belajar.

Dari sejumlah peran tersebut dapat diambil manfaat Sistem Pakar, yaitu :

- a. Mempercepat proses analisis
- b. Memperoleh dan menyimpan pengetahuan.
- c. Memenuhi kepakaran seseorang yang sulit dan mahal untuk didapat.
- d. Menggantikan tugas seorang ahli/pakar jika berhalangan.
- e. Meningkatkan kemampuan personil yang kurang terampil dan pengalaman.
- f. Menghemat kebutuhan akan pelatihan personil.

Penggunaan Sisitem Pakar dalam penelitian ini dibatasi dalam bidang :

- a. Sistem Diagnosa.
- b. Sistem Pemantauan (*monitoring*)
- c. Interpretasi sinyal.

Secara global, Sistem Pakar terbentuk dari komponen-komponen sbb;

- a. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)
- b. Basis Data (*Data Base*)
- c. Mesin Penalaran (*Inference Engine*)
- d. Subsistem Antarmuka Pemakai (*User Interface Subsystem*)
- e. Subsistem Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition Subsystem*)
- f. Subsistem Penjelasan (*Explanation Subsystem*).

Pada gambar 1, dapat menjelaskan hubungan masing-masing komponen yang terangkai dalam Arsitektur Sistem Pakar. Basis Pengetahuan memuat obyek pengetahuan dan hubungan antar obyek yang terdapat dalam masalah tertentu. Basis Pengetahuan digunakan sebagai sumber kecerdasan sistem yang kemudian diolah oleh mesin penalaran dalam mengambil keputusan. Karena basis pengetahuan dipisah dengan mesin penalaran dan kontrol, maka pengetahuan yang tersimpan dapat dirubah, dimodifikasi atau dikembangkan. Dalam Basis pengetahuan terdapat FAKTA (berupa informasi atau situasi tentang obyek) dan KAIDAH (*rule* = berupa informasi cara membentuk fakta baru berdasarkan fakta yang sudah diketahui). Basis data atau memori kerja adalah bagian yang mencatat semua fakta, baik berupa input fakta maupun kesimpulan sementara yang diambil selama proses berlangsung. Fakta dan Kaidah yang tercatat diproses oleh subsistem penjelasan untuk menerangkan bagaimana suatu kesimpulan dibentuk. Mesin penalaran menganalisa suatu masalah dan membuat kesimpulan terbaik berdasarkan kaidah. Subsistem akuisisi pengetahuan akan menterjemahkan fakta-fakta dan kaidah dari bentuk bahasa kaidah ke bahasa tingkat tinggi pembangun sistem pakar.

Pada makalah ini dibahas suatu penelitian mengenai pembangunan suatu sistem pakar untuk diaplikasikan dalam perawatan sistem instrumentasi pada suatu sistem akuisisi di laboratorium UPT.LAGG.

## PERANCANGAN SISTEM

### Sistem Akuisisi Data

Akuisisi Data (*Data Acquisition*) adalah suatu sistem perolehan atau pengumpulan data di komputer dengan tujuan tertentu. Aliran data dimulai dari proses di sensor-sensor, peralatan instrumentasi alat ukur, kemudian melalui antarmuka dikumpulkan di komputer. Gambar 2, terlihat aliran data pada Sistem Akuisisi Data sebagai berikut.

### Pengendalin alat ukur dan pengambilan data

Pada gambar 3 terlihat bahwa sensor-sensor (*transduser*) akan merubah besaran fisik (*Temperatur, Pressure, Force*) menjadi besaran listrik (*Voltage, Resistance*). Sensor diberi catu daya oleh alat ukur, sinyal output dari sensor (sinyal analog) diinputkan ke instrument alat ukur. Pada alat ukur ini sinyal tersebut dikondisikan sedemikian rupa sehingga siap untuk diteruskan ke komputer melalui *DAS Interface*. Bekerjanya alat ukur ini dikendalikan oleh komputer melalui *Das Interface*. Komputer memberikan perintah dan menerima data dari *DAS Interface* melalui I/O Paralel Multiplexer 16 bit yang terpasang di salah satu slot komputer. Perintah dari komputer diteruskan oleh *DAS Interface* sesuai dengan alamat untuk mengendalikan alat ukur, dan sebaliknya *DAS Interface* membaca data dari alat ukur melalui binary ata bus untuk alat ukur CU dan BCD data bus untuk alat ukur HIL dan LLI. Pada periode tertentu dilakukan kalibrasi terhadap CGN (*Calibration Generator*). CGN menerima perintah kalibrasi serta memberikan data kalibrasi ke *DAS Interface* untuk diteruskan ke komputer dan dibandingkan dengan data keluaran dari alat ukur. Dari proses kalibrasi alat ukur terhadap CGN secara otomatis oleh komputer diperoleh hasil berupa layak tidaknya kondisi alat ukur CU, HIL maupun LLI untuk proses pengukuran. Proses kalibrasi (*Calibration Check*) alat ukur ini dilakukan berulang-ulang setiap kali pengukuran akan dilakukan. Jumlah alat ukur CU = 40 unit, HIL = 7 unit dan LLI = 7 unit.

### Struktur perangkat keras Instrument alat ukur CU

Salah satu alat ukur disebut dengan *Conditioning Unit (CU)* merupakan salah satu instrumen ukur yang digunakan untuk membaca sinyal DC (*Volt*) dari transducer dalam bentuk sinyal analog dan di-konversikan ke dalam bentuk sinyal digital. Sinyal ini di-kondisikan sedemikian rupa sehingga siap untuk dikirim dan diolah oleh komputer. CU ini mempunyai ketelitian hingga 1 mikro Volt pada skala terkecil. Secara fisik CU terdiri dari sebuah mother board dan 11 buah modul board

(*card*) yang dengan mudah dibongkar-pasang. Secara fisik bentuk CU berupa balok (*box*) dengan ukuran panjang x lebar x tinggi adalah 40x10,5x20,5 cm. Modul board berfungsi mengendalikan sinyal masukan agar tidak terjadi kerugian tegangan, konversi ke sinyal digital dan lain sebagainya.

Modul board yang ada pada CU adalah sebagai berikut :

- |   |  |
|---|--|
| 1. <i>Operate and Display function</i>          | 7. <i>Dual slope ADC board (AD)</i>              |
| 2. <i>Instrumentation Amplifier (IA)</i>        | 8. <i>Binary to BCD board (BD)</i>               |
| 3. <i>Balance board (BA)</i>                    | 9. <i>Digital Interface Board (DI)</i>           |
| 4. <i>Exitation board (EX)</i>                  | 10 & 11. <i>Power Supplay board (P1&amp; P2)</i> |
| 5. <i>Overload detection and output buffer.</i> |  |
| 6. <i>Filter board (FL)</i>                     |  |

Setiap modul dalam alat ukur dapat diperiksa satu persatu dengan menggunakan perangkat lunak yang telah ada. Pemeriksaan ini dilakukan secara otomatis dan rinci, sehingga dapat diperiksa kesehatannya setiap instrumen dengan teliti. Program yang digunakan adalah sebagai berikut :

- |                          |   |                          |
|--------------------------|---|--------------------------|
| <b>a. <i>contest</i></b> | : | memeriksa alat ukur CU   |
| <b>b. <i>hiltest</i></b> | : | memeriksa alat ukur HIL  |
| <b>c. <i>llitest</i></b> | : | memeriksa alat ukur LLI. |

Dalam pengoperasian alat ukur tersebut dituntut selalu dalam kondisi yang prima, sementara penggunaannya terus menerus dan dalam jangka waktu yang relatif lama (3 bulan tiap phase). Yang diharapkan jika terjadi gangguan pada alat ukur : cepat diperbaiki, cepat diketahui masalahnya. Untuk menanggulangi ini diperlukan teknisi yang pandai dan alat bantu yang lengkap. Jika alat bantu kurang lengkap dan teknisi berhalangan hadir maka dapat dibayangkan tingkat kesulitan dalam menangani masalah ini. Dengan teknik sistem pakar diharapkan kendala ini akan dapat diatasi.

### Algoritma Sistem

Sistem ini dirancang untuk diberi kepandaian tentang teori instrumentasi dan pengalaman praktis dari teknisi, sehingga diharapkan dapat membantu dalam menangani masalah alat ukur. Untuk mendapatkan data (fakta) tentang keberadaan atau kondisi dari alat ukur dimanfaatkan modul program *contest*, *hiltest* dan *llitest* yang telah ada. Sistem ini tersusun dalam satu program yang ditulis dengan bahasa *fortran 77*. Algoritma sistem program ini terlihat pada gambar 4 berikut.

Sistem ini dirancang untuk diberi kepandaian tentang teori instrumentasi dan pengalaman praktis dari teknisi, sehingga diharapkan dapat membantu dalam menangani masalah alat ukur. Untuk mendapatkan data (fakta) tentang keberadaan atau kondisi dari alat ukur dimanfaatkan modul program *contest*, *hilstest* dan *llitest* yang telah ada. Sistem ini tersusun dalam satu program yang ditulis dengan bahasa fortran 77. Algoritma sistem program ini terlihat pada gambar 4 berikut.

## CALIBRATION CHECK / HEALTH CHECK

Pada langkah ini, program memanggil subroutine CCU, CHIL dan CLLI yang mempunyai tugas sebagai berikut :

- a. Pelaksanaan Kalibrasi CU, HIL dan LLI terhadap CGN  
Untuk menentukan hasil kalibrasi ini diberlakukan adanya batas toleransi yang diijinkan CU untuk operasional.
- b. Hasil pemeriksaan, berupa pesan :
  - I. **LOCAL** : berarti alat ukur di-set lokal (*switch off*) atau *not remote* atau *power off* atau tidak terhubung ke sistem (gangguan pengkabelan).
  - ii. *no remark (blank)*: alat ukur dalam keadaan baik
  - iii. *remark "??"* : ada masalah ketidak akuratan/kerusakan.

Fakta-fakta diperoleh sebagai hasil dari eksekusi subroutine CCU, CHIL dan CLLI. Hasil dari langkah ini berupa informasi tentang kesehatan setiap alat ukur. Untuk penelusuran lebih lengkap dilakukan pada langkah berikutnya.

## INTELLIGENCE TROUBLE TRACING

Langkah ini merupakan lanjutan dari langkah sebelumnya yang menghasilkan informasi kesehatan alat ukur telah diperoleh. Untuk alat ukur yang mempunyai kondisi tidak baik diperiksa secara detail kesehatannya untuk penelusuran kerusakan. Dalam langkah ini di panggil *Subroutine* CONTEST, HILTEST dan LLITEST.

## DIAGNOSE, SUGGESTION

Pada langkah ini secara penulisan program sebenarnya tidak terpisahkan dengan langkah sebelumnya. Secara fungsional dalam langkah ini berfungsi untuk mengolah data langkah sebelumnya dengan menggunakan kaidah-kaidah sehingga didapat suatu keluaran di monitor atau printer berupa saran dan anjuran yang harus dilakukan untuk pelaksanaan perawatan. Keluaran yang didapat dari langkah ini :

- a. Penentuan kesalahan alat
- b. Saran dan anjuran

## **REPAIRING**

Langkah ini merupakan pelaksanaan dari hasil kesimpulan langkah sebelumnya yang berupa saran dan anjuran yang harus dilakukan oleh operator atau teknisi. Pada langkah ini ada beberapa jenis pekerjaan yang dilakukan, yaitu :

- a. Penggantian modul, kemudian dilakukan pemeriksaan alat ukur kembali.
- b. Penggantian komponen yang rusak dari modul dilakukan di bengkel elektronik, kemudian dilakukan pemeriksaan kembali.
- c. Adjustmen dari beberapa modul (peyesuaian dengan CGN).

## **KESIMPULAN**

Perlu adanya perawatan yang teratur dan benar pada setiap alat ukur untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat dan benar. Sistem perawatan dan operasional dari suatu alat memerlukan suatu pengetahuan dan keahlian. Hasil perancangan sistem dan simulai diperoleh bahwa :

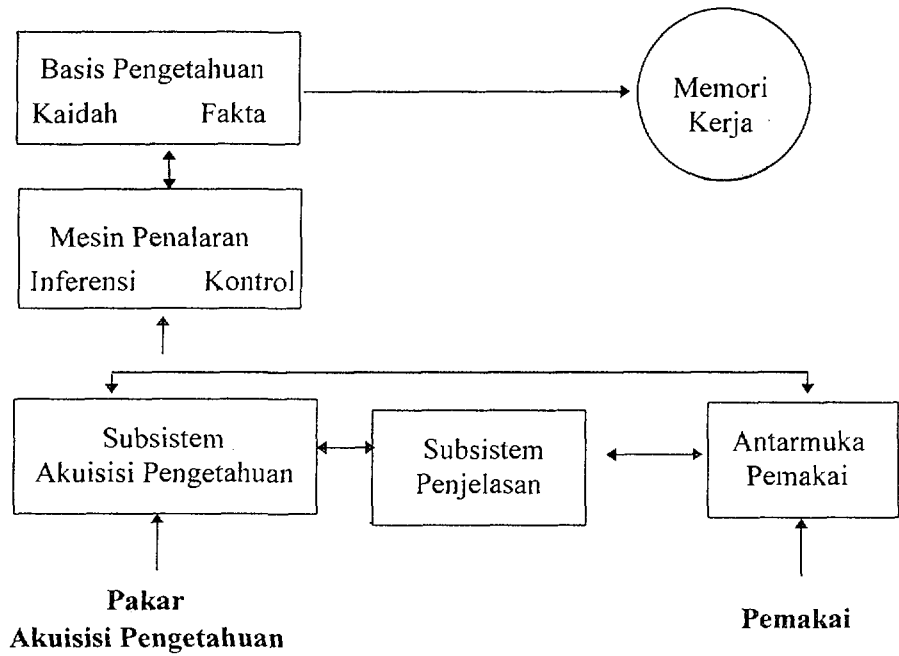
- Sistem berupa program tool yang berguna untuk membantu perawatan
- Secara teknis, diagnosa dan solusi yang diberikan sistem sangat membantu proses perawatan dan operasional.
- Penggunaannya dapat menghemat waktu dalam proses pengambilan keputusan dan sistem ini dapat menggantikan operator jika berhalangan.
- Sistem masih harus dikembangkan supaya ke-pakar-an sistem semakin tinggi sehingga akan lebih akurat dalam memberikan solusi.

Prosedur, pengetahuan dan keahlian dalam perawatan dapat dituangkan pada satu sistem yang pintar, sehingga pada akhirnya akan mendapatkan alat ukur yang akurat dan data yang benar. Hal ini akan sangat menunjang proses produktifitas.

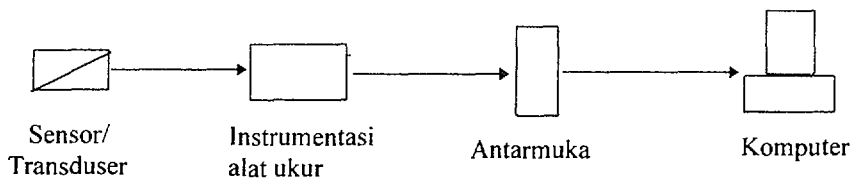
## **DAFTAR PUSTAKA**

1. CON UNIT , NLR, 1987
2. CGN , NLR, 1987
3. DISDAS, NLR, 1987
4. HLI , NLR, 1987
5. LLI , NLR, 1987
6. ILST-DARS SYSTEM DEFINITION DOCUMENT VERSION 1, NLR, 1987.
7. ROBERT J. SCHALKOFF, "Artificial Intelligence: An Engineering Aproach", McGraw-Hill Computer Science Series, 1990.

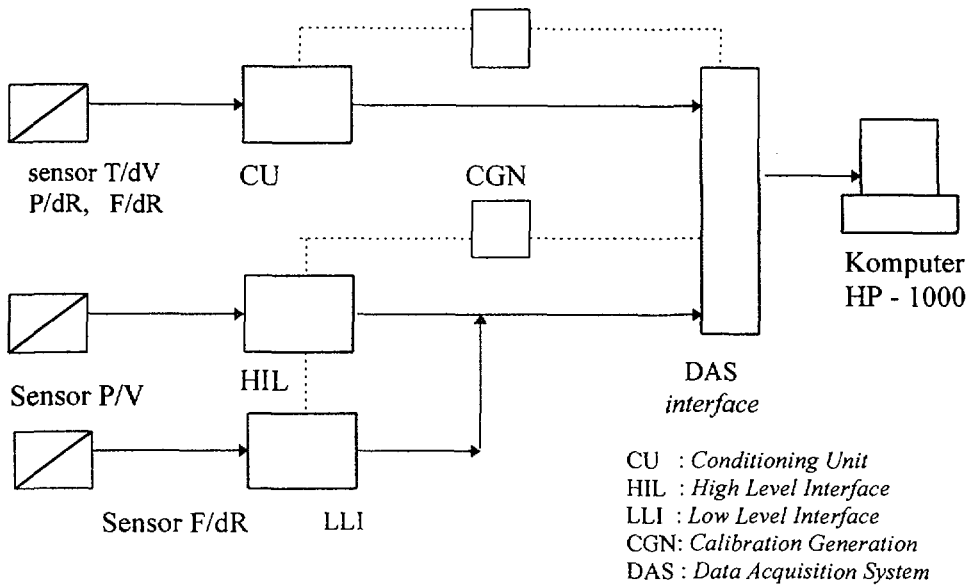




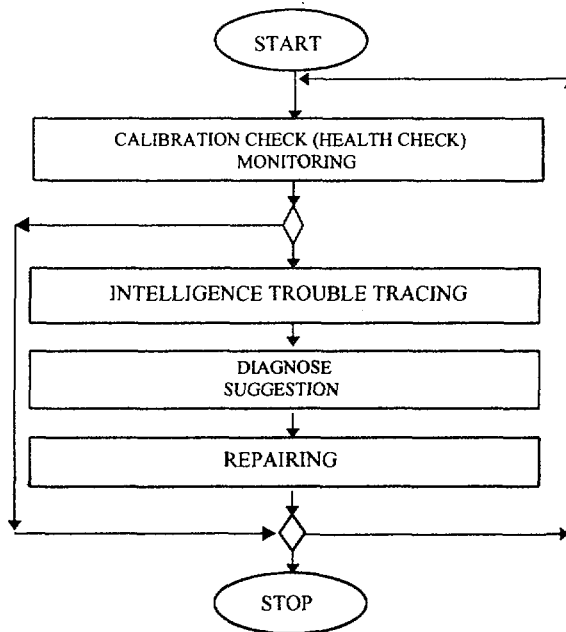
Gambar 1. Arsitektur Sistem Pakar



Gambar 2 . Sistem Akuisisi Data



Gambar 3 . Sistem Akuisisi Data di LAGG



Gambar 4 . Algoritma Sistem

## DISKUSI

### AMIR RUSLI

1. Bagaimana tingkat kepercayaan dan kapan masa berlakunya?
2. Bagaimana cara mengatasi kelelahan bila unit informasi yang digunakan pada input data adalah digital, misal 1 - 10?
3. Apakah setiap sistem pakar hanya untuk satu alat (instrumenn)?
4. Apakah istilah *electronic gost* (kekacauan dalam sistem elektronik pernah dialami)?

### WIDRIANTO S.P.

1. Dengan pembaharuan terus-menerus didapatkan sistem yang semakin pintar dan dapat dipercaya dan masa berlakunya tidak terbatas.
2. Penelusuran/pengecekan dilakukan satu persatu secara detail.
3. Sistem ini hanya dapat digunakan pada sistem di LAGG-BPPT.
4. Berdasarkan pada pengalaman, sistem ini belum pernah terpengaruh oleh hal-hal non teknis.

### IYAN TURYANA

1. Bagaimana sistem pakar bekerja pada suatu sistem (akuisisi data) yang berubah-ubah?
2. Selain mencari kesalahan, apakah *software* yang digunakan dapat mencari penyebab terjadinya kesalahan itu?

### WIDRIANTO S.P.

1. Sistem ini tidak bergantung pada sensor dan jumlah alat ukur yang dipakai.
2. Sebagai sistem yang selalu berkembang, dengan memasukkan unsur ilmu pengetahuan dan pengalaman praktis akan membuat sistem menjadi sempurna.

### **AGUS FANAR SYUKRI**

1. Bagaimanakah rutinitas pengecekan pada sistem pakar?
2. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk pengecekan satu unit instrumen?

### **WIDRIANTO S.P.**

1. Setiap akan dilakukan pengukuran.
2. Untuk mengecek kesehatan satu instrumen diperlukan waktu  $\pm 0,5$  menit, sedang untuk penelusuran kerusakan bergantung pada jenis dan tingkat kesulitan kerusakan.

### **M. SUDJATMIKO**

1. Kenapa tidak dibuat sistem *fault tolerance* pada sistem alat ukur yang ada, yaitu bila salah satu alat ukur rusak, maka langsung mengaktifkan alat ukur *back up* secara otomatis, sehingga tidak ada data yang hilang?
2. Bagaimana bila sensor tidak bekerja dengan baik?

### **WIDRIANTO S.P.**

1. Pada sistem akuisisi data di LAGG tersedia cadangan alat ukur untuk menggantikan yang rusak.
2. Sistem ini tidak bergantung pada sensor.

### **SARWO D. DANUPOYO**

Tingkat kepakaran yang bagaimana yang dimanfaatkan dalam pembuatan program bila dilihat dari pengetahuan, pengalaman, dan jumlah?

### **WIDRIANTO S.P.**

Tingkat kepakaran yang dimanfaatkan adalah: ahli komputer, ahli akuisisi data, teknisi, dan operator.