

# PENGEMBANGAN SIMULATOR UNTUK MANAJEMEN KECELAKAAN REAKTOR BERBASIS SISTEM PAKAR

Almasad Absoeki, Sudarmo, Darlis, Djoko H.N., Deswandri, Tulis I.S.

## ABSTRAK

**PENGEMBANGAN SIMULATOR UNTUK MANAJEMEN KECELAKAAN REAKTOR BERBASIS SISTEM PAKAR.** Telah dibuat pengembangan simulator sistem pakar untuk manajemen kecelakaan reaktor dengan menggunakan program aplikasi Visual Basic versi 6.0. Basis pengetahuan yang digunakan berasal dari sumber pengetahuan yang dikumpulkan dari manual operasi reaktor RSG GAS dan dari pengalaman operator. Simulator ini dapat digunakan untuk membantu menangani kejadian-kejadian pada sistem pendingin primer, sistem pendingin kolam, sistem purifikasi kolam reaktor dan sistem lapisan air hangat dengan penyebab kejadian berasal dari berbagai parameter seperti debit aliran, tekanan, suhu dan level fluida.

## ABSTRACT

**DEVELOPING OF SIMULATOR FOR REACTOR ACCIDENT MANAGEMENT BASE ON EXPERT SYSTEM.** Simulator for reactor accident management base on expert system had been developed by using Visual Basic. The knowledge base which is used attained from manual operation and operator experiences. This simulator can be used to assist and to anticipate operation failure in cooling system, pool cooling system, reactor pool purification system and warm layer system of Sivabessy Multipurpose Reactor.

## PENDAHULUAN

Pada suatu instalasi reaktor nuklir, aspek keselamatan adalah hal yang sangat penting terutama dalam sistem pengendalian. Seorang operator dituntut harus dapat mengoperasikan reaktor baik dalam kondisi normal maupun dalam kondisi darurat sekalipun. Dalam kondisi normal, operator masih mampu melakukan pengoperasian mengikuti prosedur tertulis yang ada dengan dapat berpikir tenang untuk memberikan pertimbangan-pertimbangan yang diperlukan. Namun dalam kondisi darurat artinya suatu kondisi tidak normal baik berupa kegagalan operasi atau adanya gangguan/anomali dalam operasi, dimana diperlukan tindakan yang sangat cepat untuk mencegah terjadinya konsekuensi yang lebih parah, operator akan merasa kesulitan untuk bertindak atau berpikir secepat yang diperlukan untuk mengatasi kondisi tersebut.

Untuk dapat menentukan langkah apa yang harus dikerjakan, tentunya harus diketahui terlebih dahulu penyebab kegagalan yang terjadi. Operator melihat adanya suatu kejadian dengan cara memperhatikan alarm-alarm yang aktif pada panel alarm pada ruang kontrol.

Semakin kompleks suatu instalasi, misalnya instalasi nuklir maka semakin banyak pula jenis-jenis gangguan atau anomali operasi yang dapat terjadi. Dengan demikian tindakan atau prosedur yang harus dilakukan oleh operator juga lebih banyak ragam dan jenisnya. Seorang operator memerlukan waktu yang relatif lama untuk dapat menguasai semua prosedur penanganan tersebut. Oleh karena itu dirasa perlu tersedianya suatu alat bantu yang dapat memberikan petunjuk tentang prosedur penanganan terhadap setiap kejadian anomali operasi yang mungkin. Alat bantu

tersebut berupa simulator sistem manajemen kecelakaan berbasis sistem pakar.

Simulator sistem pakar ini dibuat dalam program aplikasi Visual Basic yang memungkinkan pengguna dapat mengoperasikan dengan mudah. Simulator ini dapat menangani kejadian-kejadian pada sistem pendingin primer, sistem pendingin kolam, sistem purifikasi kolam reaktor dan sistem lapisan air hangat. Jenis penyebab kejadian berasal dari berbagai parameter seperti debit aliran, tekanan, suhu dan level fluida.

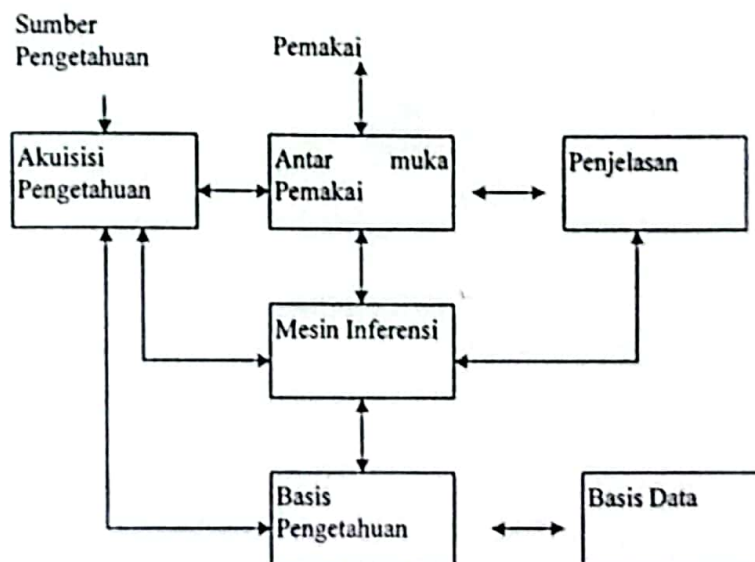
Dalam penelitian ini pembuatan simulator sistem pakar digunakan untuk membantu manajemen kecelakaan pada reaktor riset RSG GA Siwabessy.

### TEORI SISTEM PAKAR

Suatu sistem disebut sebagai sistem pakar jika memiliki ciri dan karakteristik

tertentu. Sistem pakar didefinisikan sebagai program komputer yang memiliki basis pengetahuan yang luas dalam domain terbatas dan menggunakan penalaran yang kompleks untuk menjalankan tugas yang biasa dilakukan oleh seorang pakar dalam memecahkan masalah. Sistem pakar bersifat interaktif dan mempunyai kemampuan untuk menjelaskan hal yang ditanyakan pengguna<sup>[1]</sup>. Sistem pakar berbeda dengan sistem basis data yang hanya menyimpan data, tetapi masih harus mempunyai penalaran untuk mencari jawaban permasalahan yang diajukan pengguna. Sistem pakar dapat diterapkan dalam beberapa domain seperti diagnosis, interpretasi, prediksi, perencanaan, dan pengendalian<sup>[2,3]</sup>.

Secara umum, arsitektur sistem pakar dapat digambarkan dalam skema Gambar 1.



Gambar 1. Skema arsitektur Sistem Pakar.

Bagian akuisisi pengetahuan digunakan untuk mengumpulkan data-data pengetahuan suatu masalah yang dapat diperoleh dari sumber pengetahuan. Bahan pengetahuan dapat berupa sumber buku referensi maupun pengalaman para pakar di bidangnya. Sumber pengetahuan tersebut dijadikan dokumentasi untuk dipelajari, diolah dan diorganisasikan secara terstruktur menjadi basis pengetahuan. Kemudahan untuk memodifikasi pengetahuan yang sudah ada juga merupakan hal penting, karena pengetahuan yang digunakan dapat berubah sesuai dengan pengetahuan sumbernya.

Basis pengetahuan merupakan representasi dari sumber pengetahuan yang telah melalui proses akuisisi. Basis pengetahuan dan basis aturan selanjutnya dikodekan, diorganisasikan menjadi bentuk rancangan yang sistematis. Sebagai contoh dalam bahasa sederhana basis pengetahuan sering diimplementasikan dalam teknik IF THEN. Teknik ini memerlukan aturan yang sangat banyak dan masih bersifat statis.

Antar muka pemakai memberikan fasilitas komunikasi antara pemakai dan sistem yang bertujuan untuk membantu mengarahkan alur penelusuran masalah sampai ditemukan penyelesaiannya. Pada umumnya antar muka pemakai dapat juga berfungsi untuk memasukan pengetahuan baru ke dalam basis pengetahuan. Ciri yang harus dimiliki antar muka adalah kemudahan dalam menjalankan sistem.

Mesin inferensi merupakan mekanisme penalaran dengan menggunakan aturan dan fakta yang ada pada basis pengetahuan.

Untuk melengkapi basis pengetahuan ini, dapat juga digabungkan dengan basis data.

Bagian penjelasan berfungsi untuk memberi tahu pemakai bagaimana proses penalaran telah dilakukan sehingga didapat suatu kesimpulan. Penjelasan dibagi dua macam, yaitu bagaimana suatu kesimpulan didapat, dan mengapa suatu pengetahuan input diperlukan.

Sistem pakar yang dibentuk dengan menggunakan bahasa komputer sangat perlu untuk memahami dan mengerti bahasa manusia. Masalah yang timbul adalah terdapat banyak pertimbangan atau ke-ambiguitas-an dalam bahasa manusia sehingga tidak dapat diselesaikan dengan logika biasa melainkan dengan memerlukan perangkat logika yang mampu mengekspresikan ke-ambiguitas-an tersebut. Sebagai contoh kasus tentang ke-ambiguitas-an yang paling sering dijumpai pada *rule* sebagai berikut :

IF ... THEN ...

IF ...

THEN ...

ELSE ...

IF ... AND ... THEN

IF ... OR ... THEN

Dan sebagainya.

Simulator sistem pakar yang dibuat pada penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak yaitu Visual Basic versi 6.0. Alasan dipilihnya program Visual Basic 6.0, karena didalamnya sudah tersedia macam-

macam aplikasi yang berorientasi objek termasuk untuk aplikasi sistem pakar dan mudah dalam membuat tampilan masukan/keluaran (*user interface*).

### Basis Pengetahuan

Hal yang penting untuk dipahami dalam sistem pakar adalah basis pengetahuan. Baik tidaknya kinerja suatu sistem pakar sangat tergantung dari basis pengetahuan yang digunakan. Basis pengetahuan yang digunakan oleh sistem pakar dalam penelitian ini berasal dari sumber pengetahuan yang dikumpulkan dari manual operasi reaktor dan dari operator yang berpengalaman. Menurut Liebman<sup>[4]</sup> secara umum keadaan operasi reaktor nuklir dapat dikelompokkan ke dalam empat kelompok/kategori.

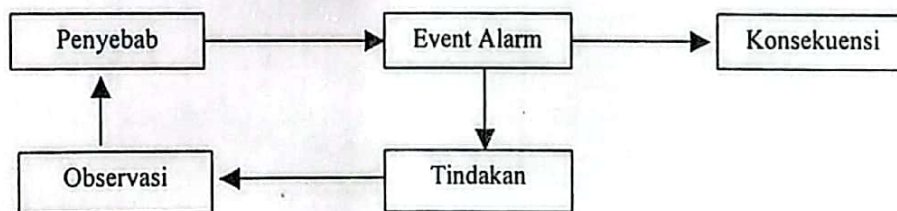
- Kategori pertama yaitu keadaan normal dimana semua operasi tidak melebihi batas yang ditentukan dalam spesifikasi teknik operasi.
- Kategori kedua adalah keadaan terjadi insiden kecil tetapi relatif sering,

dengan frekuensi 0.01 sampai 1 kejadian per tahun.

- Kategori ketiga disertai insiden dengan probabilitas kecil, dengan orde frekuensi  $10^{-4}$  hingga  $10^{-2}$  kejadian per tahun.
- Kategori terakhir adalah terjadinya kecelakaan berat tetapi hipotetis, dengan orde frekuensi  $10^{-6}$  hingga  $10^{-4}$  kejadian per tahun.

Dalam penelitian ini pembahasan dibatasi pada kategori pertama dan kedua.

Basis pengetahuan berisi data-data tentang jenis-jenis kejadian yang mungkin terjadi, alarm-alarm yang aktif untuk tiap-tiap kejadian, batas nilai normal parameter yang terlampaui, konsekuensi yang dapat terjadi dan tindakan yang harus dilakukan oleh operator untuk menangani kejadian tersebut<sup>[5]</sup>. Hubungan antar fakta yang ada dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 2<sup>[6]</sup>.



Gambar 2. Diagram hubungan antar fakta dalam basis pengetahuan.

Jika terjadi anomali operasi, terdapat nilai parameter yang berada di luar batas normal. Hal ini akan dideteksi dengan aktifnya alarm-alarm terkait. Dari petunjuk operasi dapat dicari konsekuensi yang dapat

dihasilkan oleh kejadian tersebut serta tindakan apa yang harus dilakukan oleh operator. Apabila operator telah melakukan tindakan tertentu, maka akan mengubah/mengoreksi nilai parameter yang

berhubungan dengan alarm yang aktif. Nilai parameter yang baru ini diperoleh dari observasi parameter, kemudian nilainya dibandingkan dengan batas normal yang seharusnya. Jika batas normal sudah tercapai kembali, maka alarm diubah statusnya menjadi tidak aktif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

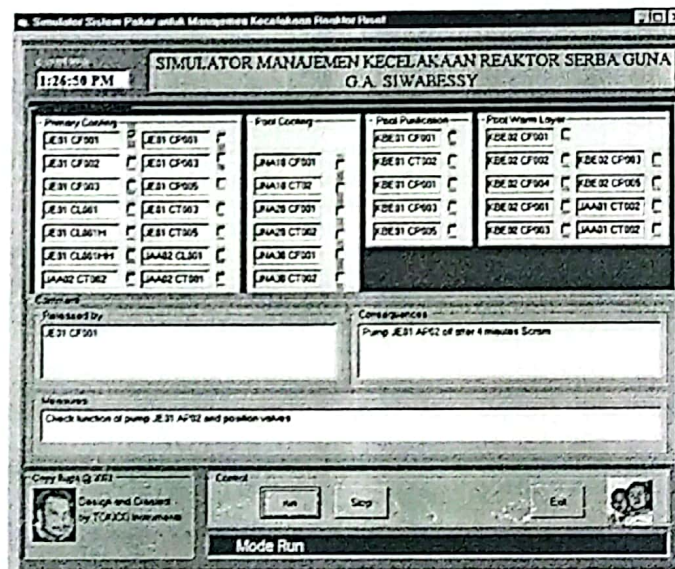
Prosedur penanganan kejadian yang telah diimplementasikan ke dalam sistem pakar meliputi kejadian pada sistem pendingin primer, sistem pendingin kolam, sistem purifikasi kolam reaktor dan sistem lapisan air hangat. Jenis penyebab kejadian berasal dari berbagai parameter seperti debit aliran, tekanan, suhu dan level fluida.

Sebagai contoh penulisan bentuk aturan yang digunakan dalam basis pengetahuan, alarm JE01 CF001 LOW akan aktif jika nilai *flowrate* air pada subsistem JE01 kurang dari 1,460 m<sup>3</sup>/jam. Konsekwensi yang secara

langsung ditimbulkan adalah pompa JE01 AP01 akan mati setelah 4 menit. Tindakan yang harus dilakukan operator memompa air keluar dengan menggunakan pompa manual JE01 AP04. Contoh program sederhana dalam Visual Basic 6.0 :

```
Private Sub RunButton_Click()
If Check1.DataChanged = True
Then
Text35 = "JE01 CF001"
Text36 = " Pump JE01 AP01 off
after 4 minutes Scram "
Text37 = " function of pump
JE01 AP01 "
End IF
...
Sub End
```

Contoh hasil tampilan simulator sistem pakar manajemen kecelakaan RSG GA.Siwabessy seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan simulator sistem pakar untuk manajemen kecelakaan RSG GA Siwabessy.

Pada dasarnya aturan seperti di atas juga perlu dibuat setiap ada hubungan antara parameter dengan alarm, alarm dengan konsekuensi dan alarm dengan tindakan. Dengan demikian untuk satu kejadian dapat dituliskan dalam dua atau tiga aturan, tergantung dari jumlah hubungan yang ada.

Cara kerja dari sistem pakar ini:

1. Pengguna memasukkan jenis-jenis alarm yang aktif dengan cara menekan tombol klik dialog box alarm.
2. Simulator sistem pakar menjelaskan nilai batas parameter yang terlampaui dan konsekuensi yang diakibatkan oleh kejadian tersebut.
3. Simulator sistem pakar memberitahu pengguna prosedur penanganan yang harus dilakukan.

Untuk aplikasi riil, penerapan satu aturan tidak selalu langsung menyelesaikan masalah, karena harus menunggu reaksi dari sistem dan efek dari parameter lain yang berubah. Dan efek dari parameter-parameter lain yang secara simultan dapat terjadi masih merupakan kendala dalam simulator ini karena belum memanfaatkan kemampuan fasilitas basisdata sehingga kerja dari mesin inferensi lebih akurat dalam mengambil kesimpulan berdasarkan fakta dan basisdata yang ada.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dibuat program awal simulator sistem pakar untuk membantu dalam manajemen kecelakaan

pada reaktor nuklir. Jenis kejadian yang dapat ditangani sesuai dengan prosedur operasi masih terbatas pada sistem pendingin reaktor. Dari eksperimen yang telah dilakukan, sistem pakar tersebut dapat memberikan petunjuk tentang apa yang harus dilakukan operator jika terjadi anomali operasi, dengan menggunakan aturan-aturan yang ada pada basis pengetahuan. Namun demikian, basis pengetahuan yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar di sini masih sederhana dan perlu dikembangkan untuk sistem yang lebih lengkap dengan memanfaatkan fasilitas basisdata sehingga akan lebih mendekati sistem pakar sebenarnya.

## SARAN

Masih diperlukan penyempurnaan simulator ini dengan kondisi alarm yang terjadi secara simultan sehingga simulator ini dapat mengambil keputusan yang memprioritaskan berdasarkan efek konsekuensi yang ditimbulkan dengan mengoptimalkan fasilitas basisdata yang tersedia guna mendukung basis pengetahuan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. HARMON, P AND D. KING, Expert System : Artificial Intelligence in Business. John Wiley and Sons, Inc. New York, 1985.
2. ROLSTON DW, Principles of Artificial Intelligence and Expert Systems Development, McGraw-Hill Book Co. . 1990.

3. PAU LF, Failure Detection Processes by Pattern Recognition and Expert Systems, Joint Service Workshop on Artificial Intelligence in Maintenance, Noyes Publications, New Jersey, 1985.
4. LIBMANN J, Approche et Analyse de la surete, INSTN-CEA, 1987.
5. SIEMENS, Operating Manual MPR 30, RSG GAS, 1988 .
6. SUDARNO, dkk, Pembuatan Prototipe Perangkat Lunak untuk Membantu Manajemen Gangguan Operasi pada Reaktor Nuklir, Prosiding Presentasi Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir VII, ISSN: 1410-0531, Serpong 14 Februari 2002.
7. Team , Pengembangan Sistem Pakar menggunakan Visual Basic, ANDI Yogyakarta, 2003.

### TANYA-JAWAB

Nama Penanya :Roziq Himawan  
Pertanyaan :

1. Apakah dengan bahasa pemrograman yang memiliki statement “if”, “if....then” sudah bisa disebut sistem pakar ?
2. Dalam sistem pakar terdapat proses *learning*, proses ini didalam diagram arsitektur terdapat dimana ?

Nama Penyaji : Ahmad Abtokhi  
Jawaban :

1. Sudah, meskipun dengan pendekatan yang sangat sederhana sekali.
2. Proses *learning* terdapat dalam mesin inferensi.