

DIAGNOSIS BERBASIS MODEL PADA *FULL BINARY ADDER* DUA BIT

Shantiana Tri Erawati

Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Dr. Soepomo Janturan Yogyakarta
Telp. (0274) 379418 Fax. (0274) 381523
shantiana_te@hotmail.com

Abstrak

Telah dilakukan simulasi untuk proses diagnosis berbasis model pada rangkaian logika full binary adder dua bit. Model full binary adder dua bit dibuat dalam tiga tahap, yaitu: model sistem, model perilaku normal, dan model perilaku abnormal dari full binary adder dua bit. Model kemudian diimplementasikan menggunakan compiler Turbo Prolog versi 2.0. Simulasi menunjukkan bahwa dengan memberikan input dan output tertentu pada model, jika terdeteksi adanya keabnormalan, maka diagnosis akan dilakukan pada model. Hasil diagnosis berupa kondisi-kondisi yang mungkin menjadi penyebab dari keabnormalan full binary adder. Tiap kondisi mampu memberikan informasi tentang status normal atau tidaknya tiap gerbang penyusun full binary adder dua bit. Proses diagnosis menggunakan model ini belum mampu menentukan secara eksak penyebab keabnormalan. Meskipun demikian beberapa kondisi yang mungkin menjadi penyebab dapat diketahui dengan seketika.

Kata kunci : diagnosis, full binary adder, diagnosis berbasis model

1. PENDAHULUAN

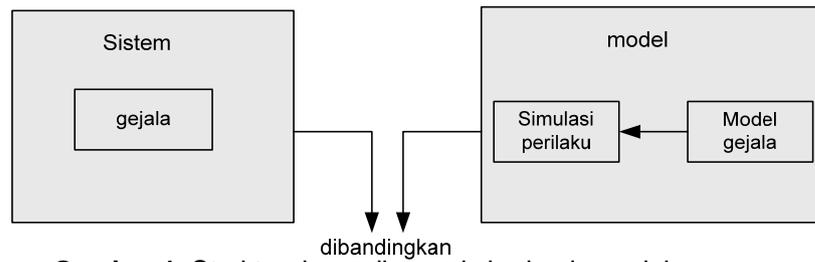
Prinsip pengolahan informasi dengan AI (*Artificial Intelligence*) telah banyak diterapkan untuk membangun suatu sistem komputer yang mampu menangani berbagai permasalahan, yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia untuk menyelesaikannya. AI merupakan suatu studi tentang komputasi yang memungkinkan komputasi tersebut memiliki kemampuan untuk memahami, menalar, dan bertindak [1]. Sifat cerdas dalam AI dicapai dengan cara menghasilkan efek cerdas, yaitu perilaku cerdas seperti yang dimiliki manusia, yang melibatkan banyak proses sederhana. Ciri khusus dari AI adalah menggunakan representasi simbolik dan manipulasi simbol sebagai basis dari proses "berpikir" [1].

Salah satu lahan penerapan AI adalah untuk melakukan diagnosis pada sistem tertentu, yang lebih dikenal dengan proses penalaran diagnostik. Sistem yang didiagnosis dapat berupa: perkakas mekanik/elektronik, sistem tubuh manusia, bermacam-macam proses fisik, kimiawi, atau biologis, dan lain-lain.

Ada dua macam pendekatan proses penalaran diagnostik [2]:

- a. Pendekatan heuristik, penalaran dilakukan berdasarkan kaidah yang telah dikodekan berdasarkan kaidah diagnostik dan pengalaman seorang pakar pada bidang tertentu. Pendekatan ini diwakili oleh sistem pakar (*expert systems*). Sistem pakar merupakan suatu pemodelan dari proses penalaran seorang pakar yang memiliki domain pengetahuan tertentu, agar kepakarannya dapat dimanfaatkan oleh orang-orang non-pakar untuk berbagai keperluan.
- b. Diagnosis berbasis model (*model-based diagnosis*), penalaran dilakukan berdasarkan sebuah model yang dibuat untuk merepresentasikan sistem yang akan didiagnosis. Model tersebut memberikan gambaran tentang komponen-komponen penyusun sistem dan interaksi yang terjadi antar komponen.

Struktur dasar dari diagnosis berbasis model [3] diberikan pada Gambar 1. Perilaku normal dan beberapa perilaku abnormal sistem akan menghasilkan gejala-gejala tertentu. Tiap gejala yang teramati dimodelkan dengan cara membuat perubahan-perubahan tertentu pada model di mana hasilnya kemudian dibandingkan dengan gejala pada sistem.

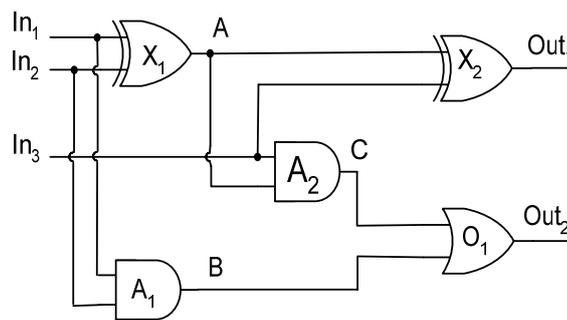


Gambar 1. Struktur dasar diagnosis berbasis model

Problem diagnostik muncul apabila terjadi ketidaksesuaian antara perilaku sistem yang diamati dengan perilaku sistem yang diharapkan. Oleh karena itu perlu dilakukan diagnosis untuk mengetahui komponen sistem yang menjadi penyebab dari ketidaksesuaian tersebut.

2. MODEL FULL BINARY ADDER DUA BIT

Full binary adder adalah sebuah rangkaian logika kombinasi yang berfungsi untuk melakukan operasi penjumlahan biner. Untuk operasi penjumlahan dua bit, rangkaian full binary adder memerlukan 3 input dan 2 output, satu output menyatakan hasil dari penjumlahan dan output lainnya menyatakan carry dari penjumlahan tersebut. Rangkaian full binary adder disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Full binary adder dua bit

Untuk memudahkan pemodelan, tiap-tiap gerbang pada rangkaian full binary adder beserta input dan outputnya diberi simbol [3]:

- X₁ (gerbang XOR) input: In₁, In₂ output: A
- X₂ (gerbang XOR) input: A, In₃ output: Out₁
- A₁ (gerbang AND) input: In₁, In₂ output: B
- A₂ (gerbang AND) input: A, In₃ output: C
- O₁ (gerbang OR) input: B, C output: Out₂

Hubungan antara input dan output pada full binary adder serta nilai input dan output tiap gerbang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel kebenaran full binary adder dua bit

In ₁	In ₂	In ₃	A	B	C	Out ₁	Out ₂
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1	1

Pembuatan model dilakukan dalam 3 tahap, yaitu :

1. Membuat model *full binary adder*, dengan memodelkan struktur gerbang rangkaian *full binary adder* dan interaksi antara gerbang satu dengan gerbang lainnya.
2. Membuat model *full binary adder* yang berperilaku normal.
3. Membuat model *full binary adder* yang berperilaku abnormal.

2.1. Model Full Binary Adder

Model *full binary adder* dapat dinyatakan dalam sintaks Prolog sebagai berikut:

```
/* Model full binary adder 2 bit */

adder(status(X1,X2,A1,A2,O1),in(In1,In2,In3),out(Out1,Out2)):-
  xor_gate(X1,In1,In2,A),
  xor_gate(X2,In3,A,Out1),
  and_gate(A1,In1,In2,B),
  and_gate(A2,In3,A,C),
  or_gate(O1,B,C,Out2).
```

2.2. Model Full Binary Adder Berperilaku Normal

Full binary adder yang diberi *input* tertentu memiliki perilaku normal apabila *output* dari *adder* tersebut sesuai dengan tabel kebenarannya (Tabel 1). Untuk memodelkan perilaku normal *full binary adder* diperlukan pula pengetahuan tentang perilaku normal dari masing-masing gerbang, seperti disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tabel kebenaran gerbang AND, OR, dan XOR dengan 2 *input* dan 1 *output*

Input		Output AND	Output OR	Output XOR
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	1	0

Model perilaku normal *full binary adder* adalah sebagai berikut:

```
/* Model perilaku normal full binary adder 2 bit */

xor_gate(ok,In1,In2,Out):- /* ok menyatakan status normal dari gerbang
XOR */
  xor(In1,In2,Out).
  xor(0,0,0).
  xor(0,1,1).
  xor(1,0,1).
  xor(1,1,0).
and_gate(ok,In1,In2,Out):- /* ok menyatakan status normal dari gerbang
AND */
  and(In1,In2,Out).
  and(0,0,0).
  and(0,1,0).
  and(1,0,0).
  and(1,1,1).
or_gate(ok,In1,In2,Out):- /* ok menyatakan status normal dari gerbang
OR */
  or(In1,In2,Out).
  or(0,0,0).
  or(0,1,1).
  or(1,0,1).
  or(1,1,1).
```

2.3. Model Perilaku Abnormal *Full Binary Adder*

Perilaku abnormal terjadi apabila ada ketidaksesuaian antara *input* dan *output*, dengan kata lain relasi antara *input* dan *output* tidak sesuai dengan tabel kebenaran *full binary adder*. Model untuk perilaku abnormal adalah:

```

/* Model perilaku abnormal full binary adder 2 bit */

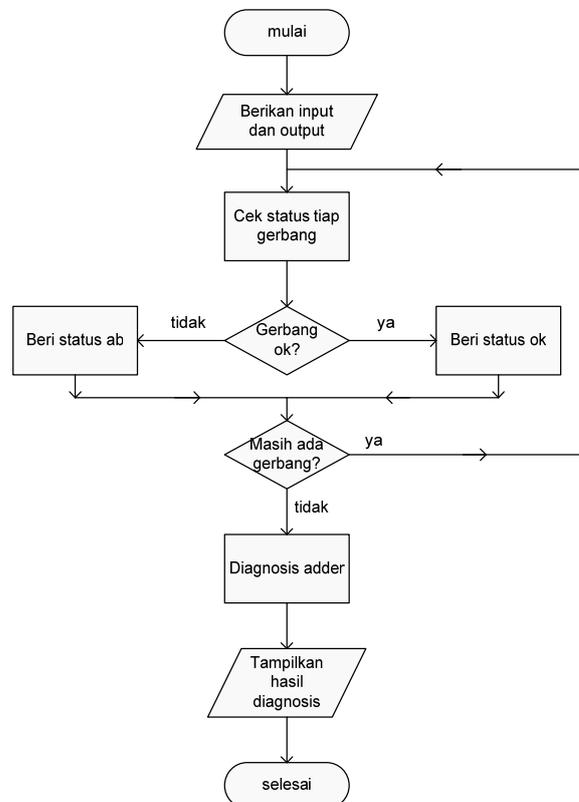
xor_gate(ab,In1,In2,Out):- /*ab menyatakan status abnormal dari gerbang XOR */
    xor(In1,In2,Out).
    xor(0,0,1).
    xor(0,1,0).
    xor(1,0,0).
    xor(1,1,1).

and_gate(ab,In1,In2,Out):- /* ab menyatakan status abnormal dari gerbang AND */
    and(In1,In2,Out).
    and(0,0,1).
    and(0,1,1).
    and(1,0,1).
    and(1,1,0).

or_gate(ab,In1,In2,Out):- /* ab menyatakan status abnormal dari gerbang OR */
    or(In1,In2,Out).
    or(0,0,1).
    or(0,1,0).
    or(1,0,0).
    or(1,1,0).

```

Setelah model untuk *full binary adder* dua bit selesai dibuat, model diimplementasikan ke dalam suatu program yang dapat melakukan diagnosis secara otomatis. Pembuatan program dilakukan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir program diagnosis berbasis model

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses diagnosis untuk *full binary adder* dilakukan secara simulasi dengan cara memberikan *input* dan *output* tertentu. Selanjutnya relasi antara *input* dan *output* akan diperiksa apakah sesuai dengan tabel kebenaran *full binary adder* atau tidak. Apabila relasi tersebut sesuai maka *full binary adder* menunjukkan perilaku normal, sebaliknya bila terjadi ketidaksesuaian maka *full binary adder* menunjukkan perilaku abnormal. Program kemudian akan melakukan diagnosis untuk menentukan gerbang-gerbang yang mungkin menjadi penyebab keabnormalan tersebut.

Sebagai contoh, telah dilakukan simulasi dengan memberikan *input* $In_1 = 1, In_2 = 0, In_3 = 1$, dan *output* $Out_1 = 1, Out_2 = 0$. Program akan mendeteksi adanya kesalahan pada *output* dari *full binary adder* (karena seharusnya nilai $Out_1 = 0$ dan $Out_2 = 1$). Selanjutnya program akan melakukan proses diagnosis untuk mengetahui penyebab keabnormalan tersebut. Untuk memulai proses diagnosis, diajukan *query* berikut ke *compiler Turbo Prolog*:

```
adder(Status, in(1,0,1), out(1,0)).
```

Proses diagnosis dimulai dengan memeriksa status masing-masing gerbang berdasarkan *input* dan *output* yang diberikan pada *full binary adder*, kemudian akan ditentukan beberapa kemungkinan penyebab terjadinya keabnormalan pada *output*.

Program memberikan hasil diagnosis sebagai berikut:

```
Status = status(ok,ab,ok,ok,ab).
Status = status(ok,ab,ok,ab,ok).
Status = status(ok,ab,ab,ok,ab).
Status = status(ok,ab,ab,ab,ab).
Status = status(ab,ok,ok,ok,ok).
Status = status(ab,ok,ok,ab,ab).
Status = status(ab,ok,ab,ok,ab).
Status = status(ab,ok,ab,ab,ab).
```

Hasil diagnosis tersebut memberikan adanya delapan kemungkinan kondisi-kondisi yang menyebabkan terjadinya keabnormalan pada *output full binary adder*, yaitu :

1. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_2 dan O_1 .
2. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_2 dan A_2 .
3. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_2, A_1 , dan O_1 .
4. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_2, A_1, A_2 , dan O_1 .
5. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_1 .
6. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_1, A_2 , dan O_1 .
7. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_1, A_1 , dan O_1 .
8. Penyebab keabnormalan adalah gerbang X_1, A_1, A_2 , dan O_1 .

keterangan: selain gerbang-gerbang yang disebut di atas, statusnya adalah normal.

Model yang dibuat memang belum mampu memberikan hasil diagnosis yang eksak mengenai penyebab keabnormalan *full binary adder*. Namun demikian hasil diagnosis yang dapat diperoleh dengan seketika memberikan keunggulan tersendiri apabila dibandingkan dengan diagnosis yang dilakukan secara manual.

4. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi menggunakan model *full binary adder* dua bit, dengan memberikan *input* $In_1 = 1, In_2 = 0, In_3 = 1$, dan *output* $Out_1 = 1, Out_2 = 0$, diperoleh hasil diagnosis sebagai berikut:

1. Diagnosis yang dilakukan terhadap model menghasilkan delapan kondisi yang mungkin menjadi penyebab terjadinya keabnormalan.
2. Tiap kondisi menunjukkan gerbang yang berperilaku normal dan gerbang yang berperilaku abnormal.

3. Hasil diagnosis diperoleh dengan seketika, meskipun hasil diagnosis belum mampu menunjukkan secara eksak penyebab keabnormalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wachsmuth, I., *"The Concept of Intelligence in AI"* Prerational Intelligence-Adaptive Behavior and Intelligent Systems without Symbols and Logic, Vol. 1, 43-55, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 2000.
- [2] Mozetic, I., *"Hierarchical Model-Based Diagnosis"* International Journal of Man-Machine Studies 35(3), 329-362, 1991.
- [3] Hunt, J., *"Model-Based Diagnosis"*, JayDee Technology Ltd., Corsham, 2002.
- [4] Erawati, S.T., S. Hartati, dan S. Prawirosusanto, *"Cardiac: Sistem Pakar sebagai Alat Bantu Pendeteksi Kelainan Fungsi Jantung dari Elektrokardiogram"* Berkala Ilmiah MIPA Vol. XII No. 3, C20 – C28, 2002.