

## Kajian Arsitektur *Intelligent Tutoring System* (ITS) dengan Pendekatan *Bayesian Network*

IKP Suniantara<sup>1</sup>, M. Rusli<sup>2</sup>

STMIK – STIKOM BALI

Jl. Raya Puputan No. 68 Renon – Denpasar – Bali. Tlpn (0361) 244445

[suniantaraputu@gmail.com](mailto:suniantaraputu@gmail.com), [rusli@stikom-bali.ac.id](mailto:rusli@stikom-bali.ac.id)

### Abstrak

*Intelligent Tutoring System (ITS)* merupakan salah satu aplikasi komputer yang dilengkapi dengan *Artificial Intelligence* terutama untuk mewakili pengetahuan dan membantu pendidik dalam strategi mengajar dan mampu berperilaku seperti seorang ahli baik dalam domain pengetahuan maupun dalam pengajaran. Penelitian ini bertujuan untuk memberika kajian teoritik pada arsitektur ITS dengan pendekatan bayesian network (BN) dalam media pembelajaran berbasis komputer. Kajian teoritik difokuskan pada perkembangan ITS dan pendekatan BN pada ITS. Hasil kajian teoritik menyatakan bahwa ITS terdiri dari empat komponen yaitu domain module, pedagogical module, student module dan interface module. Pemanfaatan BN dalam program ITS yaitu dapat membuat suatu kesimpulan mengenai karakteristik dari pengguna secara individu. Metode ini diimplementasikan pada student modul, domain module dan pedagogical module yang disesuaikan dengan tujuan masing – masing dari model pembelajaran yang ingin dicapai.

**Kata Kunci:** *Intelligent Tutoring System, Artificial Intelligence, Pembelajaran Berbasis Komputer, Bayesian Network*

### 1. Pendahuluan

Menurut Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 1 ayat 20 dinyatakan bahwa pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan dan karakter, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Sehingga dengan kata lain, pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik.

Di era yang serba canggih seperti saat ini, media pembelajarn sudah berkembang lebih ke arah teknologi, salah satunya media pembelajarn berbasis komputer. Pemanfaatn komputer dalam bidang pendidikan, khususnya dalam pembelajarn sebenarnya merupakan salah satu pemanfaatan dalam teknologi pembelajaran. Diantara pemanfaatan tersebut adalah untuk membantu para guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran. Secara garis besarnya pemanfaatan komputer dalam penerapan pada pembelajaran sudah berkembang lama yaitu *Computer Assited Instruction – CAI* dan pembelajaran *Computer Based Instruction – BAI*. Dalam penerapannya kedua pemanfaatan komputer tersebut untuk pembelajaran ini adalah sama. Selain kedua paket tersebut masih banyak media pembelajaran yang berbasis komputer yaitu *Computer Based Learning – CBL*. Paket ini hanya dirancang dengan pendekatan behavior yang tentunya berbeda dengan paket *CAL* dan *CBI* yang dirancang hanya untuk mempengaruhi perilaku kognitif siswa [1].

Tahun 1970an [2] mengemukakan sebuah teori desain instruksional yang menggabungkan beberapa pengetahuan instruksional dari beberapa perspektif behavior dan kognitif yang dikenal dengan *Component Displey Theory – CDT*. Akan tetapi teori ini hanya membahas aspek mikro saja. Walaupun hanya membahas aspek mikro teori ini memiliki kelebihan dalam preskripsinya yang lengkap dan lebih tangguh (*reliabel*).

Teknologi media pembelajaran dewasa ini sudah mencakup kepada model interaktif dan visualisasi dengan memanfaatkan teknologi multimedia yang terus berkembang. Tentu penggunaan multimedia tidak cukup tanpa ditunjang oleh konsep pedagogik pendidikan yaitu mengkur kemampuan kognitif siswa dalam memahami suatu konsep. Pembelajaran berbasis komputer telah dapat memberikan nuansa yang berbeda dalam pembelajaran dalam rangka meningkatkan prestasi belajar dan motivasi [3,4]. Tetapi

---

masih terdapat kekurangan dari sistem–sistem tersebut, adalah bahwa pembelajaran tersebut tidak memperhatikan keragaman dari kemampuan siswa secara individu [6].

Padahal setiap siswa memiliki perbedaan dalam kemampuan, daya serap dan motivasi dalam belajar yang merupakan suatu kenyataan yang tidak bisa dipungkiri [7,8]. Sistem pembelajaran cerdas (*Intelligent Tutoring System-ITS*) menyempurnakan kelemahan tersebut dalam memperhatikan keragaman siswa dengan memperhatikan kemampuan siswa, dan mengajarkan materi sesuai dengan kemampuannya.

*Intelligent Tutoring System* (ITS) adalah merupakan sebuah aplikasi komputer yang mempunyai *Artificial Intelligence* (AI) dalam melakukan pembelajaran dengan meniru mimik manusia dalam mengajar dan memberikan tanya jawab ke pengguna/siswa [9]. Salah satu kelebihan ITS dibanding pengajaran konvensional yaitu karena ITS menggunakan pendekatan *one-to-one* antara ITS dengan siswa. Pembelajaran di kelas tidak efektif ketika pemahaman antara siswa tidak sama. ITS dapat menghilangkan kejenuhan siswa karena pengajaran ITS lebih bersifat individual dan langsung fokus ke titik permasalahan. Dengan demikian Siswa perlu diberikan kekuasaan penuh dalam belajar dan ITS memberikan layanan penuh dalam memberikan pengajaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji arsitektur ITS dengan metode pendekatan *bayesian network* (BN) dalam media pembelajaran berbasis komputer. Hasil ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai arsitektur ITS sebagai salah satu paket media pembelajaran.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah kajian teori mengenai *Intelligent Tutoring System* (ITS) melalui pendekatan *Bayesian Network* (BN). Adapun langkah–langkah untuk mencapai tujuan penelitian tersebut sebagai berikut:

- a. Memberikan gambaran tentang ITS
- b. Menentukan arsitektur ITS dari beberapa model
- c. Implementasi BN dalam ITS, meliputi
  - 1) Pengertian *Bayesian Network*
  - 2) menyusun struktur BN pada *domain knowledge*
  - 3) Menyusun struktur BN untuk menentukan opsi pada modul pedagogik

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Kajian Arsitektur *Intelligent Tutoring System* (ITS)

Pada tahun 1982, Sleeman and Brown memperkenalkan *Intelligent Tutoring System* ITS yang menggambarkan perubahan suatu sistem yang membedakan sistem CAI sebelumnya. Hal utama dalam sistem ini adalah tetap mempertahankan *platform* untuk memperhalus *Artificial Intelligence* [10] dalam Burton (1982). [11] menjelaskan ITS adalah salah satu aplikasi komputer yang menggunakan teknik *Artificial Intelligence* (AI), terutama untuk mewakili pengetahuan dan membantu pendidik dalam strategi mengajar dan mampu berperilaku seperti seorang ahli, baik dalam domain pengetahuan yang mengajarkan (menunjukkan siswa bagaimana menerapkan pengetahuan itu), seperti dalam domain pedagogik, di mana ia mampu mendiagnosis situasi di mana siswa adalah dan memberikan solusi yang memungkinkan dia/kemajuannya dalam belajar. Ini yang memotivasi penelitian ITS lebih lanjut. Aplikasi AI di ITS memungkinkan untuk mencapai tujuan yang lebih mudah.

### 3.2. Arsitektur Sistem ITS

Arsitektur ITS mengalami perkembangan dari periode tahun 1988 – 1999, perkembangan arsitektur ITS diklasifikasikan melalui beberapa kategori, yaitu tiga model, empat model dan arsitektur generasi baru [12].

#### 1. Arsitektur tiga model ITS

Sebuah arsitektur tiga model yang biasanya terdiri dari tiga blok bangunan utama atau komponen, yaitu keahlian sistem domain, pengetahuan siswa dan keterampilan, dan keahlian les. Contoh arsitektur tiga model ini, yaitu model dari *Derry et al arsitektur* (1988) dan Siemer & Angelides arsitektur (1998) yang komponennya terdiri dari model bimbingan belajar, model domain ahli, dan model pengetahuan siswa.

#### 2. Arsitektur empat model ITS

---

Empat model arsitektur mempertahankan tiga komponen utama dari arsitektur tiga model tradisional, dan menambahkan *user interface* sebagai komponen keempat. Arsitektur ini menjadi arsitektur standar klasik untuk ITS. Arsitektur empat model ITS dikembangkan oleh Dede (1986), dimana model ITS terdiri dari empat komponen yaitu *knowledge base*, *student model*, *pedagogical module*, dan *user interface*. Arsitektur empat model inilah nantinya menjadi dasar dari model arsitektur ITS secara umum.

### 3. Arsitektur generasi baru model ITS

Arsitektur generasi baru merupakan perkembangan dari tradisional tiga model dan arsitektur empat model klasik yang terintegrasi dalam kemajuan pengembangan perangkat lunak, serta pembelajaran baru dan teori-teori instruksional ke dalam desain ITS. Salah satu model arsitektur ini adalah *Arsitektur multi-agent* dan *model arsitektur Self*.

Secara umum arsitektur sistem ITS terdiri dari beberapa komponen yaitu domain module, pedagogical module, student module, dan interface module [13,14].

#### A. Domain Module

*Domain Module* memberikan gambaran sebagai seorang guru menggabungkan deklaratif (apa), prosedural (bagaimana), dan metakognitif (berpikir tentang apa dan bagaimana) pengetahuan. Komponen ini identik dengan model domain dari arsitektur lain. Komponen *Domain Module* atau yang lebih dikenal *domain knowledge* bertujuan untuk menyimpan, memanipulasi dan menyusun informasi pengetahuan, konsep, dan materi pembelajaran yang akan diajarkan.

#### B. Pedagogical Module

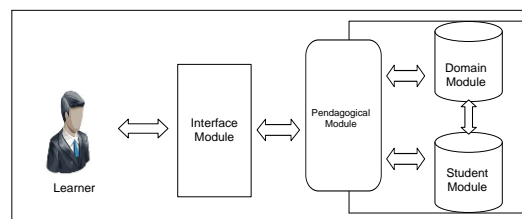
Modul ini mirip seperti model bimbingan belajar yang menyediakan informasi mengenai strategi pengajaran yang akan digunakan masing – masing siswa. *Pedagogical module* memiliki *Concept neurules* yang berfungsi untuk membangun rencana pangajaran yang berdasarkan konsep pengetahuan siswa, tingkat pengetahuan domain siswa, dan tingkat pemahaman konsep. *Course units' neurules* yang merupakan komponen yang akan memilih dan menyusun kumpulan konsep dan Modul evaluasi digunakan untuk mengevaluasi kinerja siswa dalam proses pembelajaran.

#### C. Student Module

Komponen modul ini digunakan untuk menyimpan, memonitor dan menganalisis informasi mengenai siswa yang bersangkutan seperti seberapa jauh pengetahuan yang dimiliki siswa. Komponen ini melibatkan beberapa item yaitu data mengenai informasi pribadi siswa, parameter interaksi yang menyimpan informasi mengenai interaksi sistem dengan siswa (seperti jenis dan tipe materi yang diakses, seberapa banyak siswa meminta bantuan atau petunjuk, dan jawaban dari setiap soal latihan) dan konsep-konsep pengetahuan dan karakteristik siswa umumnya terdiri dari multimedia yang diinginkan dalam penyajian materi (seperti: teks, gambar, animasi, suara).

#### D. Interface Module

Komponen ini mengintegrasikan beberapa jenis informasi yang diperlukan dalam melaksanakan komunikasi antara sistem dan siswa yaitu pengetahuan tentang pola penafsiran (untuk memahami pembicara) dan tindakan (untuk menghasilkan ucapan) dalam dialog. Dalam Komponen ini tidak ada aturan baku dalam merancang bagian *interface*, tetapi sebaiknya didesain secara *user friendly* dan responsif. Dalam tahap perancangan *interface*, perancangan dialog antara sistem dengan siswa perlu diperhatikan keefektifannya dan ditampilkan baik secara informatif, grafis, maupun kombinasi keduanya.



Gambar 1. Arsitektur ITS [13]

Selain komponen tersebut, *ITS* juga dapat dirancang dengan beberapa komponen tambahan untuk menunjang *ITS* agar lebih cerdas dan lebih interaktif, sehingga mampu meningkatkan pembelajaran siswa.

Salah satu tantangan terbesar dalam merancang *ITS* adalah penilaian yang kurang efektif dan representasi dari pengetahuan dan spesifikasi siswa dalam masalah domain berdasarkan informasi ketidakpastian. Untuk mengatasi ketidakpastian informasi tersebut dikembangkan beberapa metode pendekatan *ITS* salah satunya *Bayesian Network* (BN). Penggunaan pendekatan *bayesian network* adalah pendekatan yang kuat untuk manajemen ketidakpastian dalam *Artificial Intelligence* (AI).

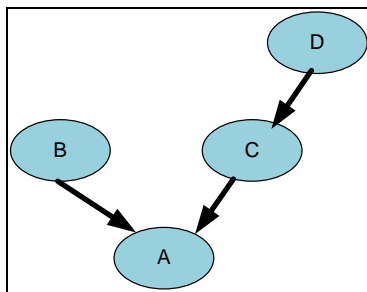
### 3.4. Bayesian Network Dalam ITS

*Intelligent Tutoring System* (*ITS*) melibatkan penciptaan sistem yang dapat membuat keputusan berdasarkan informasi yang tidak pasti atau tidak lengkap. Salah satu metode untuk manajemen ketidakpastian adalah *Bayesian Network* yang menggunakan teori probabilitas sebagai kerangka kerja formal untuk manajemen ketidakpastian dalam *Artificial Intelligence* [15].

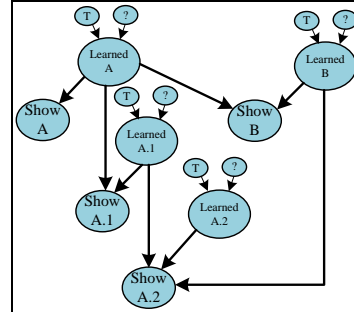
BN adalah model grafis probabilitik yang merepresentasikan serangkaian variabel dan keterkaitan antarvariabel tersebut yang menunjukkan probabilitas hubungan antara kejadian-kejadian yang saling berhubungan maupun tidak berhubungan. BN dapat digambarkan dalam bentuk graf dan *node* yang mempunyai fungsi sebagai variabel atau hipotesis dari suatu pernyataan [16].

Struktur graf, Graf adalah sebuah representasi abstrak dari sejumlah objek yang saling berpasangan dan dihubungkan oleh *link*. Struktur graf pada *Bayesian Network* disebut dengan *directed acyclic graph* (DAG), yaitu graf berarah tanpa siklus berarah. DAG terdiri dari *node* dan *edge*. *Node* merepresentasikan variabel acak, dan *edge* merepresentasikan adanya hubungan ketergantungan langsung (hubungan sebab akibat antar variabel yang dihubungkan). Tidak adanya *edge* menandakan adanya hubungan kebebasan kondisional di antara variabel. Himpunan parameter, himpunan parameter mendefinisikan distribusi probabilitas kondisional untuk setiap variabel.

Sebuah Bayesian Network menggabungkan struktur isi dengan profil pengguna (siswa) dan gaya belajar untuk menyarankan arah pedagogis, sebagai contoh perhatikan Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Bayesian Network [17]



Gambar 3. Bayesian Network pada Domain Knowledge [17]

Gambar 2 adalah plot contoh *Bayesian Network* di mana variabel B dan D independen, variabel C hanya tergantung dari D, dan variabel A adalah variabel bersyarat yang independen dari variabel D diberikan oleh variabel C dan B.

*Bayesian Network* dapat diaplikasikan dalam semua komponen *ITS* dalam hal ini disesuaikan dengan tujuan masing – masing dari model pembelajaran. Perencanaan penggunaan metode ini untuk seluruh komponen utama *ITS* adalah mendefinisikan metode tersebut pada *domain knowledge* berbentuk peta yang saling memiliki ketergantungan antar topik. Topik – topik tersebut berhubungan dengan komponen *student module* dan berdasarkan hasil tersebut akan diintegrasikan dengan cara pembelajaran siswa berdasarkan opsi yang ada pada *pedagogical module*.

Berdasarkan perencanaan tersebut, akan dibuatlah dua jenis *node* yang akan saling berinteraksi, yaitu *learned node* dan *show node*. *Learned node* merupakan *node* yang menunjukkan tingkat keyakinan mengenai topik yang sudah dipelajari oleh siswa. Berikut adalah persamaan yang dibutuhkan oleh *learned node*.

$$T = \text{Time in Topic/Standar Time in Topic} \quad 1)$$

$$? = (Right\ answers - Wrong\ answers) / Number\ of\ question$$

2)

Persamaan (1) merupakan waktu yang dibutuhkan mengenai suatu topik dan persamaan (2) adalah pertanyaan yang dijawab. Setiap *show node* pada *bayesian network* ini menunjukkan tingkat keyakinan mengenai topik yang harus dan akan dipelajari. *Node* ini memiliki ketergantungan dengan *learned parent node* yang berupa hal yang sudah dipelajari pada topik sebelumnya dan *learned node* pada topik yang sedang dipelajari. Sebagai contoh terdapat topik A yang terdiri dari Subtopik A.1 dan Subtopik A.2 serta topik B. Pada contoh ini, ada hubungan ketergantungan antara Topik B dan topik A.2 yang berarti bahwa untuk memahami sepenuhnya topik A.2 perlu untuk belajar topik B.

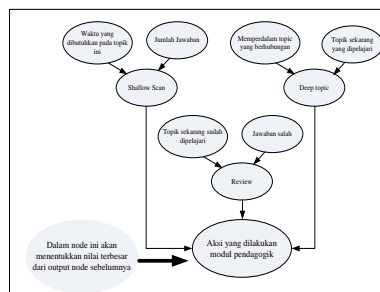
Topik A yang memiliki subtopik A.1 dan A.2 dengan asumsi posisi *node* di *learned node A* dan *learned node A.1*. Maka, Topik A merupakan *learned parent node* dan *learned node* pada subtopik A.1. Untuk *show node* subtopik A.2, harus mendapatkan *output* dari *learned node* subtopik A.1 dan *learned node* topik B, dimana pada *output* dari *learned node* tersebut adalah hasil perhitungan menggunakan bayesian. Secara singkat, untuk dapat memahami dan mengerti subtopik A.2, harus mengerti terlebih dahulu subtopik A.1 dan topik B sendiri. Untuk lebih memahami dapat dilihat pada Gambar 3.

Penggunaan modul pedagogik bertugas untuk memilih dan melakukan aksi yang didasarkan pada opsi berikut [17]:

- *Review* yang dihubungkan oleh dua *node*, yaitu *node* “jawaban salah” dan *node* “topik sekarang yang sudah dipelajari”. Berdasarkan opsi *Review* ini, ITS akan melakukan evaluasi mengenai topik yang memiliki kesalahan jawaban paling besar dan melakukan evaluasi sebagai petunjuk agar siswa dapat menemukan titik pemahaman.
- *Deepen topic* yang dihubungkan dengan dua *node*, yaitu *node* “memperdalam topik yang berhubungan” dan *node* “topik sekarang yang dipelajari”. Opsi ini akan melakukan pendalaman mengenai topik yang sedang dipelajari.
- *Shallow scan* dihubungkan oleh dua *node*, yaitu *node* “waktu yang dibutuhkan pada topik sekarang” dan *node* ”jawaban benar”. Pada opsi ini, akan melakukan pemindaian singkat mengenai seberapa waktu yang digunakan untuk menjawab sejumlah pertanyaan yang dijawab oleh siswa.

Pemilihan ketiga opsi tersebut menggunakan menghitung probabilitas setiap opsi dan menghitung probabilitas *show node*. Hasil perhitungan tersebut akan dikomparasikan dan dipilih nilai probabilitas tertinggi. Opsi tersebut akan dimunculkan sebagai saran untuk siswa tersebut dalam pemilihan topik yang baru, pemahaman opsi dapat dilihat pada Gambar 4.

Menurut [15] dalam Chang (2006) Implementasi metode *bayesian network* dapat juga diaplikasikan yang berfokus pada satu komponen saja, yaitu *student modelling* dengan menerapkan *dynamic bayesian network* untuk menilai pengetahuan siswa yang cukup sulit diukur. Hal ini disebabkan karena jika hanya berdasarkan dari kinerja siswa saat menjawab soal, faktor-faktor seperti keberuntungan (menebak jawaban secara acak) dan ketidakberuntungan (menjawab dengan cara benar tapi karena terdapat suatu ketidaktelitian yang menyebabkan kesalahan) dapat membuat penilaian menjadi tidak valid dalam mengukur kemampuan sesungguhnya.



Gambar 4. Bayesian Network untuk menentukan aksi yang dilakukan modul pedagogik [17].

Penempatan metode *Bayesian Network* dalam program ITS adalah sebagai *artificial intelligence* (AI). Dengan memanfaatkan kemampuan *Bayesian Network*, program ITS dapat membuat suatu kesimpulan tentang karakteristik dari pengguna secara individu, dengan cara menerima data – data informasi berupa input dari pengguna tersebut. Dengan mendapatkan input kuantitatif dari pengguna, maka perhitungan

---

dengan menggunakan metode *bayesian Network* dapat dilakukan. Pada akhirnya program akan mendapatkan nilai – nilai secara kuantitatif yang mewakili karakteristik dari pengguna secara individu [18].

#### 4. Simpulan

Arsitektur *Intelligent Tutoring System* (ITS) dari awal diperkenalkan telah banyak mengalami perubahan dari arsitektur tiga model sampai dengan arsitektur ITS generasi baru. Arsitektur ITS terdiri 4 komponen yaitu *domain module*, *pedagogical module*, *student module* dan *interface module*. ITS dapat diterapkan dengan berbagai metode tergantung dari masing – masing tujuan yang ingin dicapai. Karena *Intelligent Tutoring System* mampu digunakan untuk melatih retensi dan kemampuan siswa dalam pembelajaran. Beberapa metode lebih difokuskan untuk membangun komponen *student module* dan *pedagogical module* agar dapat menciptakan interaksi dalam proses pembelajaran, yaitu salah satunya dengan pendekatan *bayesian network*. Konsep metode *bayesian network* menghitung tingkat keyakinan suatu variabel yang memiliki ketergantungan dengan variabel-variabel lain yang biasanya dapat diobservasi dan masih dapat dilihat alur ketergantungan yang ada pada setiap *node*. *Bayesian Network* dapat diimplementasi pada komponen ITS yaitu: *student module* yang dikompaikan dengan *domain knowledge*, *pedagogical module*, dan *student module*.

#### Daftar Pustaka

- [1] Rusman. Model – Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada. 2012.
- [2] M. D. Merrill dan David G. Twitchell. Instructional Design Theory. *Englewood Cliffs: Educational Technology Publications*. 1994.
- [3] Jaidan Jauhari. *Studi Terhadap Penggunaan Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran MIPA di Indonesia*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. UNY Yogyakarta, tanggal 16 Mei 2009.
- [4] Jaidan Jauhari and Mohammad bin Ibrahim. Intelligent Tutoring System sebagai Upaya Inovatif dalam Pembelajaran untuk Pembelajaran Berbantuan Komputer. *Jurnal Generic*. Volume 5 no 2 Juli 2010.
- [5] Ayturk Keles, Rahim Ocak, Ali Keleş & Aslan Gülc. ZOSMAT : Web-based intelligent tutoring system for teaching–learning process. *Expert Systems with Applications*, Volume 36, Issue 2, Part 1, Pages 1229-1239.
- [6] Mohamed Ben Ammar, M. Neji, Adel M. Alimi, And Guy Guarderes. The Affective Tutoring System. *Expert Systems with Applications*, Volume 37, Issue 4, Pages 3013-3023
- [7] Slavomir Stankov, Marko Rosić, Žitko B, and Ani Grubišić. TEx-Sys model for building intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, Volume 51, Issue 3, Pages 1017-1036
- [9] Sedlmeier, P. Intelligent Tutoring Systems. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. Pages 7674-7678
- [10] Adang Suhendra, Fibriani Komalasari dan Widyo Nugroho. *Penerapan Model Pengukuran Kognitif pada Alat Bantu Pembelajaran berbasis Komputer*. KOMMIT. 2004. Universitas Gunadarma.
- [11] R. Santhi, B.Priya and J.M.Nandhini. Review Of Intelligent Tutoring Systems Using Bayesian Approach. 2013.
- [12] Indira Padayachee. Intelligent Tutoring Systems: Architecture and Characteristics. University of Natal, Durban. 2002. [www.sacla.org.za/sacla2002/proceedings/Papers/Padayachee.pdf](http://www.sacla.org.za/sacla2002/proceedings/Papers/Padayachee.pdf)
- [13] Fitria Amastini. Intelligent Tutoring System. *ULTIMA InfoSys*. Vol V No 1 Juni 2014
- [14] Salisu Sani and Teh N. M. Aris. *Computational Intelligence Approaches for Student/Tutor Modelling: A Review*. Fifth International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation. IEEE. 2014. Pages 72 – 76.
- [15] David Heckerman. (1995). *A Tutorial Learning with Bayesian Network*. <http://ftp.research.microsoft.com/pub/dtg/david/tutorial.ps>
- [16] Meigarani, I, Wawan Setiawan, and Lala Septem Riza, Penggunaan Metode Bayesian Network dalam Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Leukimia, Bandung, Indonesia.
- [17] Hugo Gamboa, dan A. Fred. *Designing Intelligent Tutoring System : A Bayesian Approach*. Proc. Int. Conf. Enterprise Information System, vol. 3, 2002, hal. 146-152.
- [18] Variq, Surya Sumpeno, Moch. Hariadi dan Purnama. Sistem Tutor Cerdas Menggunakan Metode Bayesian Network. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12758-Paper.pdf> Diakses tgl. 29/7/2015