

Intelligent Tutoring System

Fitria Amastini

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia
amastini22@gmail.com

Diterima 08 April 2014

Disetujui 19 Juni 2014

Abstract—Intelligent Tutoring System is a tutor behaviour system which can be used as an alternative goal for interactive e-learning and distant learning. This system can provide an adaptive system to support student's learning and retention process based on their characteristic and needed. There are development method such as bayesian network, and neural network that can build fundamental component of Intelligent Tutoring System. This paper will give some concepts and examples for implementing those method from other papers.

Index Terms—intelligent tutoring system, artificial intelligent, neural network, bayesian network, ontology

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer dan informasi ikut serta dalam membantu perkembangan dan memberikan solusi permasalahan di bidang lainnya, salah satunya di bidang pendidikan. Di bidang pendidikan, salah satu permasalahan yang diperhatikan adalah dalam hal pembelajaran. Dalam proses pembelajaran siswa, pengajar menyiapkan strategi yang dapat membantu siswa memelajari, memahami, dan menghafal materi yang diberikan, seperti kuis dan pekerjaan rumah. Strategi pembelajaran tersebut kini dapat digabungkan dengan teknologi seperti *e-learning* yang berbasis *web* dan *m-learning* yang berbasis *mobile* yang dapat dikategorikan sebagai *Computer Aided Instruction*. Kemudian, tingginya popularitas dan minat banyak peneliti dalam perkembangan bidang Intelegensia Semu, membuat strategi pembelajaran dengan *Computer Aided Instruction* berevolusi menjadi *Intelligent Computer Aided Instruction* atau dapat dikenal dengan sebutan *Intelligent Tutoring System*.

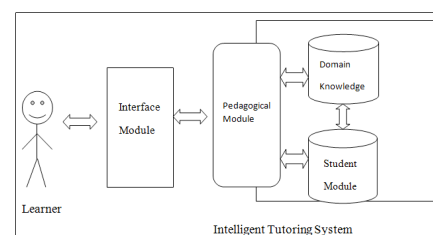
Intelligent Tutoring System (ITS) [1] adalah suatu sistem yang didesain untuk menyediakan pengajar yang dapat mengetahui apa yang diajarkan, siapa yang akan diajarkan dan bagaimana cara mengajar. Pengertian sederhananya adalah sistem cerdas yang seolah-olah bertindak seperti pengajar yang dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran mandiri. Sistem cerdas ini menyediakan kemampuan untuk beradaptasi dengan kebutuhan siswa seperti strategi pengajaran apa

yang sesuai untuk diterapkan dengan siswa tersebut. Dengan adanya ITS ini, pengajar tidak perlu merasa kesulitan dalam mengawasi pembelajaran masing-masing siswa dan siswa juga dapat meningkatkan pengetahuannya. Walaupun begitu, bukan berarti ITS ini akan menggantikan model belajar mengajar konvensional, tetapi dapat menjadi pendukung dalam proses pembelajaran. Adapun beberapa kasus tertentu yang membutuhkan ITS ini, misalnya institusi yang mempunyai program pembelajaran jarak jauh dimana tidak mengharuskan melakukan tatap muka dengan pengajar.

Dalam implementasi dan pembangunan ITS ini, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan seperti menggunakan *Bayesian Network*, dan *Artificial Neural Network*. Pada paper ini, akan dijelaskan mengenai penggunaan metode secara konsep untuk memberikan gambaran mengenai cara kerja ITS berdasarkan eksplorasi yang penulis dapatkan dari berbagai jurnal ilmiah.

II. KOMPONEN DAN ARSITEKTUR SISTEM

Intelligent Tutoring System tidak memiliki arsitektur sistem yang baku dalam perancangannya. Umumnya memiliki empat komponen utama, yaitu *domain module*, *pedagogical module*, *student module* dan *interface module* [2].



Gambar 1. Arsitektur *Intelligent Tutoring System*

A. Domain Knowledge

Komponen yang ditujukan untuk menyimpan dan memanipulasi dan menyusun informasi pengetahuan, konsep, dan materi pembelajaran yang akan diajarkan.

Domain knowledge memiliki tiga bagian[3]:

- *Meta-description* merupakan komponen untuk

menyimpan informasi yang memudahkan dalam pemilihan dan penyusunan kumpulan materi pelajaran berdasarkan kategori dan deskripsinya seperti berdasarkan tingkat kesulitan, jenis pedagogis (teori, contoh atau latihan), dan jenis multimedia yang digunakan (video, gambar atau suara).

- Konsep pengetahuan yang dibentuk menjadi bagian-bagian kecil yang memiliki tautan satu sama lain sehingga, akan berkumpul membentuk sebuah jaringan peta konsep mengenai materi yang akan diajarkan ke siswa. Konsep pengetahuan ini ibaratnya seperti *mindmapping*.
- Kumpulan materi pelajaran berupa teori, contoh, dan latihan yang dibuat berdasarkan konsep pengetahuan.

B. Pedagogical Module

Komponen yang menyediakan informasi mengenai strategi pengajaran yang akan digunakan untuk masing-masing siswa. Komponen ini dapat disebut sebagai *teacher/teaching module*.

Pedagogical module memiliki tiga komponen utama[3]:

- *Concept neurules* berfungsi untuk membangun rencana pengajaran yang disesuaikan dengan siswa berdasarkan parameter-parameter tertentu, seperti konsep pengetahuan siswa, tingkat pengetahuan *domain* siswa, tingkat kesulitan konsep-konsep, dan tautan yang menghubungkan konsep.
- *Course units' neurules* merupakan komponen yang akan memilih dan menyusun kumpulan konsep yang sesuai untuk diberikan ke siswa, berdasarkan rencana yang dibangun oleh *concept neurules*.
- Modul evaluasi digunakan untuk mengevaluasi kinerja siswa dalam proses pembelajaran, misalnya hasil dari tes-tes yang diberikan sistem kepada siswa. Ketika terjadi peningkatan pengetahuan yang dimiliki siswa, ITS dapat merancang kembali strategi rencana pengajaran untuk siswa.

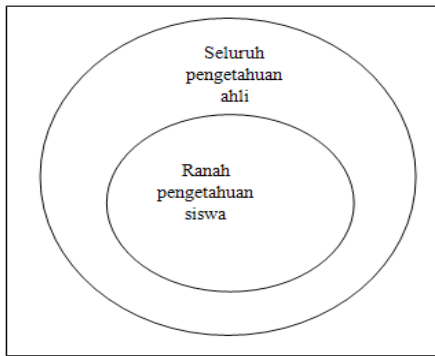
C. Student Module

Komponen yang menyimpan, memonitor dan menganalisis informasi mengenai siswa yang bersangkutan seperti seberapa jauh pengetahuan yang dimiliki siswa.

Student module memiliki empat jenis *item*[4]:

- Data mengenai informasi pribadi siswa seperti nama dan alamat surel.
- 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.
- Konsep-konsep pengetahuan.
- Karakteristik siswa umumnya terdiri dari tipe multimedia yang diinginkan dalam penyajian materi (teks, gambar, animasi, suara), tingkat pengetahuan siswa baik dalam *subdomain* maupun keseluruhan *domain* materi, tingkat kemampuan belajar, tingkat konsentrasi, pengalaman yang berhubungan dengan penggunaan komputer, dan ketersediaan koneksi internet.

Cara memperoleh karakteristik ini dapat terbagi menjadi dua grup[4], yaitu *directly obtainable* dan *inferable*. Nilai karakteristik *directly obtainable* seperti tipe multimedia yang diinginkan dan ketersediaan koneksi didapat langsung dari siswa saat pertama kali berinteraksi dengan ITS sedangkan nilai karakteristik *inferable* didapat berdasarkan kesimpulan sistem dari parameter interaksi dan pengetahuan siswa mengenai konsep-konsep materi yang diajarkan. Namun, hal ini belum cukup untuk merepresentasikan sudah sampai dimana ranah pengetahuan siswa. Hal ini disebabkan karena untuk mengadaptasikan teknik yang akan dihasilkan oleh *pedagogical model*, dibutuhkan lebih model yang berjaringan halus untuk keefektifan pembelajaran. Oleh karena itu, ranah pengetahuan siswa dikombinasikan dengan tingkat ranah pengetahuan secara keseluruhan dan *overlay model*. *Overlay model* ditentukan berdasarkan nilai yang menunjukkan tingkat pengetahuan yang dimiliki pada setiap konsep-konsep yang berhubungan dengan seluruh kumpulan program pembelajaran. *Overlay model* dapat diartikan sebagai model yang menyatakan pengetahuan siswa sebagai *subset* dari keseluruhan pengetahuan yang ada pada suatu subjek materi. Untuk dapat mengatasi kesulitan dalam menetapkan nilai pengetahuan untuk seluruh konsep siswa yang baru menggunakan ITS tersebut, dapat diatasi dengan memberikan nilai yang sudah ditetapkan sejak awal oleh pengembang ITS untuk konsep-konsep tersebut, misalnya seberapa tingkat kesulitannya.

Gambar 2. Contoh *overlay model*

Adapun tambahan sebagai penunjang dalam merancang *student module*, yaitu dengan menambahkan *buggy model* [5], yaitu sebuah model berupa basis pengetahuan yang akan menyimpan kesalahan dan miskonsepsi yang biasanya terjadi saat pembelajaran siswa dalam sebuah *bug library* sehingga dapat dibuat model untuk mengoreksi kesalahan siswa. Namun, model ini sulit untuk diimplementasikan jika tingkat kompleksitas *domain knowledge* tinggi.

D. Interface

Komponen yang digunakan untuk perantara komunikasi antara sistem dengan siswa. Tidak ada aturan baku dalam merancang bagian *interface/communication model*, 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.

E. Additional Function

Intelligent Tutoring System ini juga dapat dirancang dengan beberapa komponen tambahan yang dapat baik yang bersifat menunjang pembelajaran siswa maupun yang menunjang ITS agar lebih cerdas dan lebih interaktif.

III. METODE YANG DAPAT DIIMPLEMENTASIKAN

A. Bayesian Network

Bayesian network adalah model probabilistik dalam bentuk *directed acyclic graph* yang memiliki kumpulan variabel random dan kondisi ketergantungan tiap-tiap *node*. Metode ini dapat digunakan untuk mengimplementasikan hanya pada *student module* dan dapat digunakan untuk komponen *domain knowledge*, *pedagogical module*, dan *student module*.

Rujukan [6] memberikan contoh penggambaran

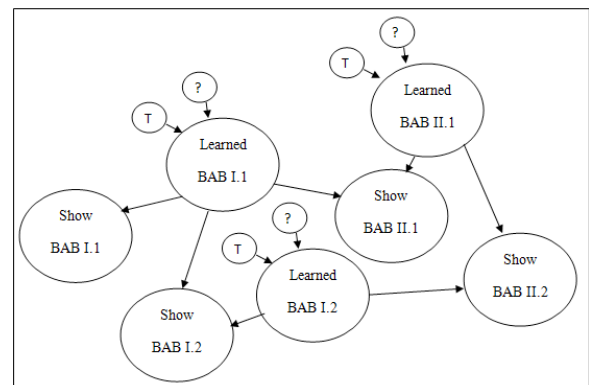
dalam penggunaan *bayesian network* untuk seluruh komponen utama ITS adalah mendefinisikan metode tersebut pada *domain knowledge* berbentuk peta yang saling memiliki ketergantungan antar topik. Topik tersebut berhubungan dengan variabel *student module* dan berdasarkan hasil tersebut akan diintegrasikan dengan cara pembelajaran siswa berdasarkan opsi yang ada pada *pedagogical module*.

Berdasarkan perancangan tersebut, dibuatlah dua jenis *node* yang akan saling berhubungan, 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*.

$$T = (\text{Time in topic}) / (\text{Standard time in topic}) \quad (1)$$

$$? = \frac{\text{Right answer} - \text{Wrong answer}}{\text{Number of Question}} \quad (2)$$

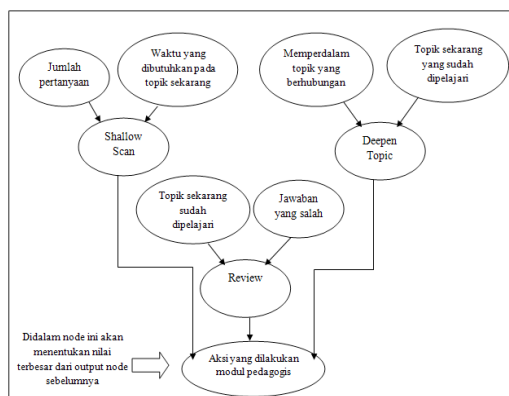
Persamaan (1) merupakan waktu yang dibutuhkan mengenai suatu topik dan (2) adalah pertanyaan yang dijawab. Kemudian, setiap *show node* pada *bayesian network* ini menunjukkan tingkat keyakinan mengenai topik yang harus dan akan dipelajari. *Node* ini memiliki ketergantungan dengan *learned parent node* yang berupa hal yang sudah dipelajari pada topik sebelumnya dan *learned node* pada topik yang sedang dipelajari. Sebagai contoh, terdapat bab I.1 yang memiliki subbab I.2 dengan asumsi posisi *node* di *learned node* I.1. Maka, bab I.1 merupakan *learned parent node* dan *learned node* pada bab I.2. Untuk *show node* bab I.2, harus mendapatkan *output* dari *learned node* I.1 dan I.2, dimana pada *output* dari *learned node* tersebut adalah hasil perhitungan menggunakan bayesian. Secara singkat, untuk dapat memahami dan mengerti bab I.2, harus mengerti terlebih dahulu bab I.1 dan I.2 itu sendiri.

Gambar 3. *Bayesian network* [6] untuk sampel basis pengetahuan pada *Domain Knowledge*

Pedagogical module bertugas untuk memilih apa yang akan dilakukan berdasarkan [6], dibuat empat opsi:

- *Review* yang memiliki ketergantungan dengan dua *node*, yaitu “*wrong answer*” *node* dan “*related topics learned*” *node*. Berdasarkan opsi ini, ITS akan melakukan evaluasi mengenai topik yang memiliki kesalahan jawaban paling tertinggi dan melakukan evaluasi sebagai petunjuk agar siswa dapat menemukan titik pemahaman.
- *Deepeen topic* yang memiliki ketergantungan dengan dua *node*, yaitu “*related topics deepened*” *node* dan “*present topic learned*” *node*. Opsi ini akan melakukan pendalaman mengenai topik yang sedang dipelajari.
- *Shallow scan* memiliki ketergantungan dengan dua *node*, “*time in present topic*” *node* dan “*number of answer*” *node*. Pada opsi ini, akan melakukan pemindaian singkat mengenai seberapa waktu yang digunakan untuk menjawab sejumlah pertanyaan yang dijawab oleh siswa.
- Memberikan topik yang baru.

Pemilihan opsi tersebut menggunakan cara dengan menghitung probabilitas setiap opsi dan menghitung probabilitas *show node*. Hasil dari perhitungan-perhitungan tersebut akan saling dikomparasikan dan dipilih nilai probabilitas tertinggi. Opsi tersebut akan dimunculkan sebagai saran untuk siswa tersebut.



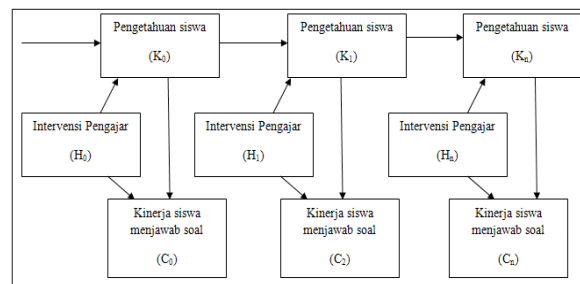
Gambar 4. Contoh *bayesian network* pada [6] untuk menentukan aksi yang dilakukan modul pedagogis

Implementasi metode *bayesian network* dapat juga diaplikasikan berfokus pada satu komponen saja, yaitu *student modelling*[7] 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 ketidakteelitian yang menyebabkan kesalahan) dapat membuat penilaian menjadi tidak valid dalam mengukur kemampuan sesungguhnya.

Dynamic bayesian network [7] dibangun berdasarkan tiga jenis *node*, yaitu *node* mengenai kondisi pengetahuan yang dimiliki siswa (K), *node* intervensi pengajar misalnya saat memberikan petunjuk (H), dan kinerja siswa dalam menjawab soal (C).

Untuk mengetahui kondisi pengetahuan yang sesungguhnya dimiliki siswa, tentunya sistem tidak dapat membaca apa yang berada dipikiran siswa. Kondisi pengetahuan tersebut dapat disimpulkan dari beberapa kejadian yang dapat diobservasi oleh sistem, seperti kinerja siswa yang pengetahuannya dan intervensi pengajar yang dapat membantu siswa memahami konsep. Kondisi tersebut dimodelkan oleh *dynamic bayesian network* sebagai variabel tersembunyi yang memiliki perubahan dalam jangka waktu, sehingga dibentuklah sekumpulan *node* yang terdiri dari K, H, dan C dalam setiap irisan waktu. Asumsi yang digunakan saat perubahan ini terjadi adalah distribusi probabilitas pada setiap kondisi tidak mengalami perubahan. Perubahan hanya terjadi pada nilai variabel tersembunyi yaitu pada pengetahuan yang dimiliki siswa.



Gambar 5. Contoh *dynamic bayesian network* [7] untuk komponen *student modelling*

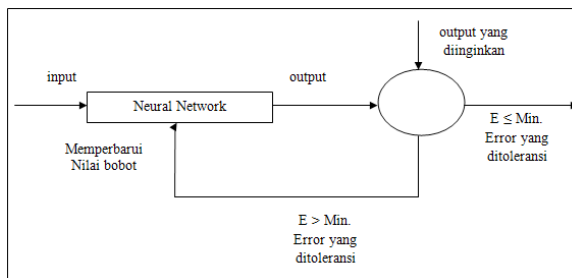
B. Artificial Neural Network

Artificial neural network memiliki struktur *neuron-neuron* yang terbagi menjadi tiga layer, yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* dengan meniru konsep kerja otak manusia. Setiap *neuron* pada *neural network* ini memiliki *activation function* yang bertugas untuk mengolah *input-input* menjadi suatu *output* ke *neuron* lain baik yang berupa *hidden neuron* maupun *output neuron*.

Rujukan [8] menggunakan struktur dasar *feedforward neural network* agar sistem dapat

menyesuaikan metode pengajaran yang sedang berlangsung kepada siswa. *Input layer* memiliki jumlah *neuron* yang disesuaikan dengan *input* yang dibutuhkan oleh neural network dan setelah itu hasil *output* dari *input neuron* disebar ke seluruh *neuron* selanjutnya. *Output layer* memiliki jumlah neuron yang sesuai dengan metode pengajaran yang akan diberikan untuk memaksimalkan kinerja siswa. Untuk jumlah *hidden layer*, dapat menggunakan metode *heuristic* atau dapat disesuaikan metode pengajaran yang akan diterapkan untuk meningkatkan kompleksitas. Seluruh *neuron* yang berada di tiap layer tersebut saling terkoneksi satu sama lain melalui *output* ke *neuron* selanjutnya.

Setiap *input-input* yang masuk ke *neuron* memiliki suatu bobot/weight. Agar *neural network* dapat dilatih, *backpropagation algorithm* digunakan untuk menghitung *error* sebagai perbedaan antara *output* yang diinginkan dengan *output* yang sudah diolah dari hasil *input*. Jika pada *output layer* menghasilkan *output* yang *error* lebih besar dari minimal *error* yang ditoleransi, nilai *bobot* dari *input-input* akan diperbarui.



Gambar 6. Model jaringan saraf tiruan umum [8] yang dapat beradaptasi

Artificial neural network dapat diterapkan untuk memprediksi hasil kinerja siswa kedepannya dengan menggunakan data hasil test sebelumnya [9]. Pertama kali, tingkat keakuratan prediksi yang akan dihasilkan mencapai 78% untuk seluruh data yang akan digunakan untuk memprediksi hasil. Sistem akan memelajari setiap hasil test dan dapat menaikkan tingkat keakuratan prediksi. Prinsip kerja dari implementasinya seperti [8], dimana terdapat dua algoritma *backpropagation*, yaitu *forward pass* dan *backward pass*. Pada saat fase pelatihan *neural network*, sebelum memperbarui nilai bobot, *error* pada *neuron* yang ada di *hidden layer* akan dihitung.

Rujukan [10] juga mengimplementasikan *neural network* untuk memprediksi kinerja siswa dengan menggunakan *log file* setiap siswa yang berinteraksi dengan sistem. Tujuan dari implementasi tersebut adalah sistem pakar agar dapat memilih tingkat kesulitan yang sesuai bagi siswa. Informasi yang

diambil dari *log file* berupa:

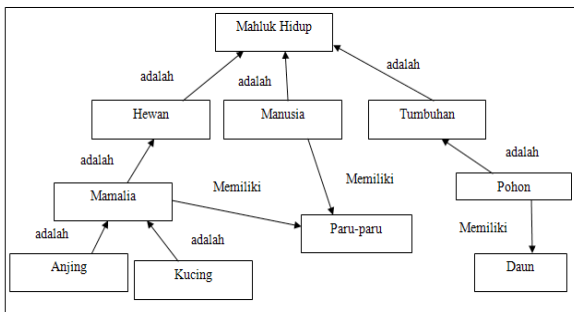
- *Problem number* yaitu jumlah soal yang diberikan kepada siswa.
- *Problem difficulty level*, tingkat kesulitan dari setiap soal yang diberikan yang direpresentasikan dengan bilangan positif. Semakin besar angkanya, semakin sulit.
- *Student expertise level*, yaitu tingkat yang sudah dicapai oleh siswa yang direpresentasikan dengan bilangan positif. Semakin besar angkanya, tingkat yang dicapai oleh siswa semakin tinggi dan berpengalaman.
- *Problem attempt*, yaitu informasi yang akan merepresentasikan bilangan 0 dan 1. Angka 0 menyatakan bahwa soal tersebut baru dikerjakan oleh siswa, sedangkan angka 1 menyatakan bahwa siswa sudah pernah menemui persoalan tersebut.
- Waktu yang diperlukan untuk menjawab persoalan yang diberikan dalam rentang waktu tertentu. Misalnya dalam rentang waktu setiap 5 menit.
- *Help level provided* yang merepresentasikan rentang angka mulai dari 0 sampai 6 yang menyatakan pemberian solusi permasalahan
- Jumlah kesalahan yang dibuat oleh siswa pada soal yang diberikan.

Jika hasil *output neural network* lebih dari 0.4, sistem pakar akan dibutuhkan untuk memilih tingkat kesulitan yang sesuai untuk diselesaikan siswa. Namun, bila nilai kurang dari atau sama dengan 0.4, tidak membutuhkan bantuan sistem pakar dan diasumsikan dapat menyelesaikan masalah.

C. Ontology

Dalam pembuatan arsitektur sistem *knowledge-based*, dibutuhkan pemodelan yang dapat membangun *knowledge-based* tersebut. Salah satu pemodelan yang dapat diperkenalkan adalah *ontology*.

Ontology adalah suatu hirarki kumpulan konsep-konsep yang dapat saling berhubungan satu sama lain. Dengan menggunakan *ontology*, berdasarkan dari hubungan hirarki konsep-konsep, sistem dapat menganalisis. Umumnya *ontology* digunakan untuk membuat *domain knowledge*. Rujukan [11] menggunakan metode *ontology* untuk pengelolaan *domain knowledge* dengan mengumpulkan istilah-istilah medis yang berhubungan dengan payudara wanita seperti anatomi/struktur, macam-macam penyakitnya, dan anomali yang terjadi lainnya.



Gambar 7. Contoh konsep *ontology* mengenai klasifikasi konsep makhluk hidup

Pemodelan *ontology* dapat digunakan untuk membuat *student model* [12], untuk menentukan karakteristik siswa. Terdapat empat tingkat tertinggi dalam hirarki *ontology*:

- *Student* yang merepresentasikan siswa.
- *Student Course Information* meliputi informasi yang relevant mengenai kinerja siswa dalam proses pembelajaran. Kinerja tersebut meliputi tugas yang harus disubmit, modul pembelajaran, tatap muka, apa yang harus dipelajari, hasil dari apa yang dipelajari, sekolah, dan ujian.
- *Student Current Activity* untuk merekam detail aktivitas siswa selama rentang waktu pembelajaran (semester).
- *Student Personal Information* untuk menunjukkan informasi pribadi siswa yang rata-rata bersifat statis atau permanen. Informasi ini akan menjelaskan mengenai karakteristik yang berfokus pada interaksi dengan sistem seperti multimedia apa yang diinginkan untuk merepresentasikan materi dan interaksi yang diinginkan dengan sistem.

Berdasarkan dari konsep-konsep hirarki pemodelan *ontology* tersebut, dapat dibentuk menjadi sekumpulan aturan yang dapat mengklasifikasikan siswa berdasarkan karakteristiknya. Sekumpulan aturan ini digunakan untuk Misalnya, sistem dapat menentukan bahwa karakteristik bentuk pembelajaran visual apabila memenuhi syarat-syarat, yaitu siswa tersebut memiliki aktivitas dalam mengakses ITS lebih dari 30 kali, dimana aktivitas tersebut melihat pada materi yang direpresentasikan dalam bentuk demo, gambar, video dan berbagai jenis multimedia.

IV. SIMPULAN

Intelligent Tutoring System memiliki beberapa metode yang dapat diterapkan dengan masing-masing tujuan yang ingin dicapai. Karena *Intelligent Tutoring*

System 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. Namun, mendesain ITS dengan metode *bayesian network* dan *ontology* lebih mudah dipahami dibandingkan menggunakan jaringan saraf tiruan. *Ontology* dibuat hampir mirip dengan konsep *object-oriented* dan *class diagram*, dimana objek-objek terhubung dengan sebuah relasi yang terkait, sehingga untuk membuat klasifikasi dan strukturnya lebih mudah dimengerti. Konsep metode *bayesian network* menghitung tingkat keyakinan suatu variabel tersembunyi yang memiliki ketergantungan dengan variabel-variabel lain yang biasanya dapat diobservasi dan masih dapat dilihat alur ketergantungan yang ada pada setiap node. Sementara itu, jaringan saraf tiruan lebih sulit dipahami dan kompleks dari strukturnya. Hal ini disebabkan karena jaringan saraf tiruan mengolah hasil *input* menjadi *output* didalam *activation function* yang membutuhkan rumus matematis yang rumit. Namun, untuk *ontology*, akan cukup sulit apabila konsep-konsep yang saling berkaitan terlalu kompleks, karena akan banyak aturan-aturan yang harus dibuat.

Pembangunan sistem ini dapat membutuhkan jangka waktu yang relatif cukup panjang jika ingin menciptakan interaksi seperti pembelajaran langsung antara siswa dan pengajar. Oleh karena itu, beberapa peneliti dan pengembang banyak menggunakan *framework* untuk membangun komponen-komponen tersebut agar memudahkan dalam pengembangan yang membutuhkan waktu lebih cepat. Penggunaan *framework* ini dapat dengan mudah mengubah atau memodifikasi desain ITS yang telah dibuat. Namun, *framework* juga belum tentu memadai kebutuhan akan ITS yang ingin dibuat. Jika tanpa menggunakan *framework*, pengembangan ITS perlu secara bertahap agar dapat menciptakan sistem yang pintar dalam beradaptasi dengan hasil interaksi dengan siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Seng Hansun, S.Si yang telah memberikan pengarahan dalam pembuatan paper ini, keluarga, rekan mahasiswa Universitas Multimedia jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan motivasi dan inspirasi dalam penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. S. Nwana, "Intelligent Tutoring Systems: an overview", pada *Journal of Artificial Intelligence Review*, vol. 4 no. 4, 1990, hal. 251-277.
- [2] R. Stathacopoulou, G.D. Magoulas, dan M. Grigoriadou,

- “Neural Network-based Fuzzy Modeling of the Student in Intelligent Tutoring System,” pada conf. IJCNN, vol. 5, 1999, hal. 3517-3521.
- [3] R. Venkatesh, E.R. Naganathan, N. Uma Maheswari, “Intelligent Tutoring System Using Hybrid Expert System With Speech Model in Neural Networks,” pada Int. Journal of Computer Theory and Engineering, vol.2, 2010, hal. 12-16.
- [4] C. Koutsojannis, J. Prentzas, I. Hatzilygeroudis, “A Web-Based Intelligent Tutoring System Teaching Nursing Students Fundamental Aspects of Biomedical Technology,” pada Proc. Int. Conf. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2001, hal. 4024-4027.
- [5] K. E. Chang, dan W. J. Hou, “Application of Neural Network for Implementing a Practical Student Model,” pada Proc. of The National Science Council Part D: Mathematics Science and Technology Education, vol.5 no.2, 1995, hal. 133-142.
- [6] H. Gamboa, dan A. Fred, “Designing Intelligent Tutoring System : A Bayesian Approach,” pada Proc. Int. Conf. Enterprise Information System, vol. 3, 2002, hal. 146-152.
- [7] K. Chang, J. Beck, J. Mostow, dan A. Corbett, “A Bayes Net Toolkit For Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems” pada Proc. Int. Conf. Intelligent Tutoring Systems, vol. 8, 2006, hal. 104-113.
- [8] G. Moise, “Usage of the Artificial Neural Network in the Intelligent Tutoring System,” pada Int. Conf. Virtual Learning, vol. 5, 2001, hal. 191-198.
- [9] E. R. Naganathan, R. Venkatesh, dan N. Uma Maheswari, “Intelligent Tutoring System: Predicting Students Results Using Neural Network,” pada Jour. Convergence Information Technology, vol. 3 no.3, 2008, hal. 22-26.
- [10] S. S. Abu Naser, “Predicting Learners Performance Using Artificial Neural Networks in Linear Programming Intelligent Tutoring System,” pada Int. Journal of Artificial Intelligence & Application (IJAI), vol. 3 no. 2, 2012, hal.65-73.
- [11] H. P. Maffon dkk, “Architecture of an Intelligent Tutoring System Applied to the Breast Cancer Based on Ontology, Artificial Neural Network, and Expert Systems,” pada Conf. Int. 6th Advances in Computer Interaction, 2013, hal. 210-214.
- [12] I. Panagiotopoulos, A. Kalou, C. Pierrakeas, dan A. Kameas, “An Ontology-based Model for Student Representation in Intelligent Tutoring System for Distance Learning” pada Proc. Int. Conf. Artificial Intelligence Applications and Innovations, vol. 381, 2012, hal. 296-305.