

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/277200717>

# Sistem Tutor Cerdas Menggunakan Jaringan Bayesian dan Perangkat Sematik

Article · August 2012

CITATIONS

0

READS

347

## 4 authors:



**Surya Sumpeno**

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

76 PUBLICATIONS 134 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Mohamad Safrodin**

Electronics Engineering Polytechnic Institute of Surabaya

8 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Mochamad Hariadi**

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

197 PUBLICATIONS 326 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Mauridhi Hery Purnomo**

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

394 PUBLICATIONS 1,055 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Iris Image for patient CRF [View project](#)



Intelligent Tutoring System [View project](#)



## SISTEM TUTOR CERDAS MENGGUNAKAN JARINGAN BAYESIAN DAN PERANGKAT SEMANTIK

Surya Sumpeno<sup>1</sup>, Mohamad Safrodin<sup>1</sup>, Mochamad Hariadi<sup>2</sup>, Mauridhi Hery Purnomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pasca Sarjana Jurusan Teknik Elektro, <sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111

e-mail: <sup>1</sup>surya@ee.its.ac.id

### Abstract

*Intelligent Tutoring System (ITS) for English language learning is proposed. A sentence is the basic unit of written English language communication. The system creates incomplete English sentences with some variations of tenses which are generated automatically and challenges students to correct them. In this regard, ITS acts as a virtual English teacher gives quiz to the student, similar to Test of English as a Foreign Language (TOEFL) test. These sentences are generated using pre-defined rules and each sentence has its own difficulty level assigned by the system. Difficulty level of each sentence is defined using Causal Bayesian Network (CBN) and the verb-object pair of sentence is composed using semantic tool. The system is able to generate a set of incomplete sentences (with corresponding complete and correct sentences) which constitutes an exam quiz with a certain level of difficulty to be presented to the students. In this paper, ITS utilizes 4 (four) parameters, which define difficulty level of composed sentences in a quiz, namely "tenses", "verb", "type" and "word". User of ITS may set difficulty level of an exam quiz by defining only one of parameter and the system will adjust the rest automatically using CBN. Experimental results show that ITS is able generate difficulty level of "beginner" with 13,52% error, "intermediate" with 4,30% error and "advanced" with 3,81% error.*

**Keywords:** intelligent tutoring system, causal Bayesian network, semantic tool.

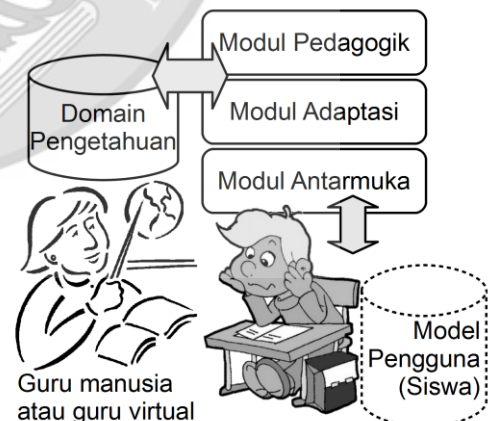
### 1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini, belum ada bentuk edukasi yang seefektif tutor manusia yang profesional. Siswa belajar satu lawan satu (*one-on-one*) dengan tutor pakar manusia kerap kali mencapai skor 2.0 simpangan baku (*standard*

*deviation*) –sekitar dua level– lebih tinggi dari siswa-siswa di kelas konvensional [1]. Sedangkan sistem-sistem tutor cerdas terbaik mampu mencapai peningkatan pembelajaran (*learning gain*) sampai 1.0 simpangan baku [2,3] yang lebih baik daripada sistem instruksional berbantuan komputer (*computer-aided instructional system*) tradisional yang tidak menggunakan kecerdasan buatan, yang hanya bisa meraih 0.4 simpangan baku [4].

Oleh karenanya, membangun sebuah Sistem Tutor Cerdas (STC) dengan kecerdasan buatan (dalam pengambilan keputusan pedagogi) yang mumpuni menjadi sebuah tujuan vital.

Beberapa peneliti telah mengusulkan rancangan-rancangan yang berbeda dalam membangun sebuah STC. Gambar 1 menunjukkan modul-modul dalam STC dan hubungannya dengan siswa. Pada dasarnya, rancangan-rancangan yang beraneka tersebut tersusun atas komponen-komponen utama sebagai berikut.



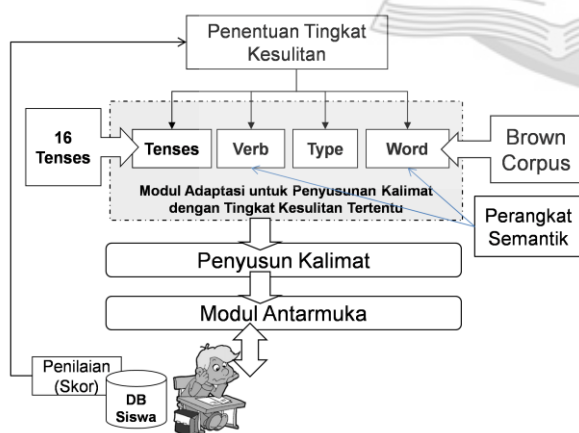
Gambar 1. Modul-modul dalam STC

- Domain pengetahuan adalah bagian yang berisi pengetahuan atau materi yang akan dipelajari atau diajarkan misalnya berupa bank soal, materi referensi pengetahuan, dan lain-lain, yang menjadi rujukan bagi komponen-komponen STC lainnya, yaitu



pemodelan siswa, modul pedagogik, modul adaptasi dan modul antarmuka.

- Pemodelan siswa adalah bagian yang memodelkan siswa, yang berfungsi antara lain memetakan pengetahuan yang diperkirakan telah diperoleh siswa (atau justru sebaliknya, yaitu memprediksi pengetahuan yang belum diraih siswa), guna pengambilan keputusan oleh modul adaptasi dan modul pedagogik.
- Modul adaptasi adalah bagian yang mampu memilih teknik-teknik pembelajaran/pengajaran atau mengatur parameter-parameter teknik pengajaran, yang disesuaikan dengan kemampuan siswa.
- Modul pedagogik adalah bagian yang memutuskan materi-materi mana yang dapat diberikan kepada siswa melalui perantaraan modul antarmuka dan masukan dari pemodelan siswa, yang mendapatkan kelenturan pengajaran dari modul adaptasi. Bagian ini yang menentukan topik selanjutnya dan permasalahan berikutnya, yang akan diberikan kepada pengguna dengan mengolah masukan dari pemodelan siswa, domain pengetahuan dan modul adaptasi yang akan disampaikan kepada siswa melalui modul antarmuka.
- Modul antarmuka adalah bagian yang menjadi penghubung antara siswa dengan STC. Bagian ini yang akan menampilkan informasi atau data apapun kepada siswa serta menerima masukan secara langsung dari siswa dan akan menyalurkannya pada modul-modul STC untuk diolah lebih lanjut.



Gambar 2. Rancangan STC

Pada penelitian terdahulu, telah diusulkan pemodelan siswa untuk mengklasifikasikan kognisi siswa secara otonom menggunakan jaringan Bayesian, maka pada penelitian ini,

diusulkan modul adaptasi untuk pemberian materi dari domain pengetahuan, memanfaatkan inferensi Bayesian serta pengayaan pengetahuan STC melalui perangkat semantik (dalam bentuk pemasangan predikat-objek).

## 2. METODE

Gambar 2 menunjukkan rancangan STC yang diusulkan. Ada dua bagian dalam STC yang akan dijelaskan per seksi, yaitu penyusun kalimat berdasar tingkat kesulitan masing-masing komponen yang dibangkitkan dari *Causal Bayesian Network* (CBN) dan perangkat semantik untuk mencari objek yang bersesuaian dengan kata kerja (pemasangan predikat-objek).

**Penyusun Kalimat** Dalam susunan kalimat bahasa Inggris terdapat 16 bentuk *tense* seperti diilustrasikan pada tabel 1 dan tabel 2. Bagian utama penyusun *tenses* terdiri atas:

- *Fixed word*, kata yang terdapat dalam aturan pola kalimat yang bersifat tetap.
- Kata yang berubah oleh karena pengaruh subjek.
- Kata kerja (*verb*) yang berubah oleh karena pengaruh *tense*.
- Objek yang mempunyai kaitan yang erat dengan kata-kata dalam kalimat tersebut terutama kata kerja. Pencarian objek terkait dengan kata kerja, akan dijelaskan pada seksi berikutnya.
- *Word* adalah pemilihan kata kerja berdasarkan popularitas dari kata kerja tersebut, apakah populer, jarang ataukah langka. Frekuensi yang merepresentasikan popularitas kata kerja tersebut dihitung dari korpus Brown.

Tabel 3 menunjukkan subjek dan atribut-atributnya. Subjek pelaku secara garis besar dibagi menjadi 3 (tiga):

- 1) Orang pertama (orang yang berbicara)
  - a) *Singular: I*
  - b) *Plural: We*
- 2) Orang kedua (orang yang diajak berbicara)
  - a) *Singular: You*
  - b) *Plural: You*
- 3) Orang ketiga (orang yang dibicarakan)
  - a) *Singular: He, She, It*
  - b) *Plural: They*

Dalam aturan *tenses*, kata kerja (*verb*) mengalami perubahan bentuk dari V1, V2, V3 dan V+ing untuk *tense* tertentu oleh karena itu



dibuatlah tabel daftar *verb* dengan masing-masing perubahan bentuknya. Proses perubahan kata kerja lampau ada dua macam:

- 1) *Regular verb* (beraturan): perubahan bentuk dengan penambahan "d" atau "ed" untuk bentuk lampau.
- 2) *Irregular verb* (tidak beraturan): perubahan bentuk yang tidak punya aturan atau bahkan tidak mengalami perubahan.

Karakteristik umum *regular verb* adalah mudah diingat dan populer dipakai. Sehingga dalam penentuan tingkat kesulitan *regular verb* menduduki tingkat mudah, sedangkan *irregular verb* menduduki tingkat kesulitan lebih tinggi.

Dalam basis data yang dipakai penelitian ini terdapat 696 daftar kata kerja yang terdiri dari 214 kata kerja beraturan dan 482 kata kerja bentuk tidak beraturan.

Sedangkan kombinasi penentuan tingkat kesulitan untuk "Word", terkait dengan popularitas kata kerja yang digunakan. Popularitas kata kerja diperiksa dengan melihat ke dalam korpus, yang dalam penelitian ini, menggunakan salah satu korpus yang dapat diunduh bebas dari internet yaitu "Brown Corpus" dengan perbendaharaan kata yang diberi peringkat 1 sampai 5000. Peringkat ini ditetapkan dari popularitas, atau dengan kata lain,

frekuensi kemunculan kata tersebut di *Brown Corpus*.

**Causal Bayesian Network untuk Penentuan Level Kesulitan** Rancangan STC mengasumsikan adanya tingkat kesulitan penyusunan kalimat oleh siswa yang dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok: pemula (*beginner*), menengah (*intermediate*) dan mahir (*advanced*).

Tingkat kesulitan global ini tersusun atas 4 komponen yakni "tenses", "verb", "word" dan "type" sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3. Yang dimaksud tingkat kesulitan *tenses* secara sederhana adalah bahwa *tense* dalam bahasa Inggris dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu *present-tense* (sekarang), *past-tense* (masa lampau) dan *future-tense* (masa datang), yang juga mencerminkan tingkat kesulitan penyusunannya. Dianggap bahwa *present-tense* merupakan bentuk yang paling mudah, sedangkan bentuk-bentuk lain lebih sulit bagi siswa dalam penyusunan kalimat, dengan *past-tense* merupakan bentuk paling sulit dalam penyusunannya.

Tingkat kesulitan "verb" merujuk pada penggunaan kata kerja beraturan dan tidak beraturan, terkait dengan perubahan kata kerja untuk masa lampau. *Irregular verb* menjadi komponen tersulit.

Tabel 1. Jenis *tenses* dan contoh kalimat sesuai *tenses* masing-masing

Simple Present	Simple Past	Simple Future
I <b>study</b> English every day.	Two years ago, I <b>studied</b> English in England.	If you are having problems, I will help you <b>study</b> English. I am <b>going to study</b> English next year.
Present Continuous	Past Continuous	Future Continuous
I <b>am studying</b> English now.	I <b>was studying</b> English when you called yesterday.	I <b>will be studying</b> English when you arrive tonight. I <b>am going to be studying</b> English when you arrive tonight.
Present Perfect	Past Perfect	Future Perfect
I <b>have studied</b> English in several different countries.	I <b>had studied</b> a little English before I moved to the U.S.	I <b>will have studied</b> every tense by the time I finish this course. I <b>am going to have studied</b> every tense by the time I finish this course.
Present Perfect Continuous	Past Perfect Continuous	Future Perfect Continuous
I <b>have been studying</b> English for five years.	I <b>had been studying</b> English for five years before I moved to the U.S.	I <b>will have been studying</b> English for over two hours by the time you arrive. I <b>am going to have been studying</b> English for over two hours by the time you arrive.



Tabel 2. Pola kalimat berdasarkan *tenses*

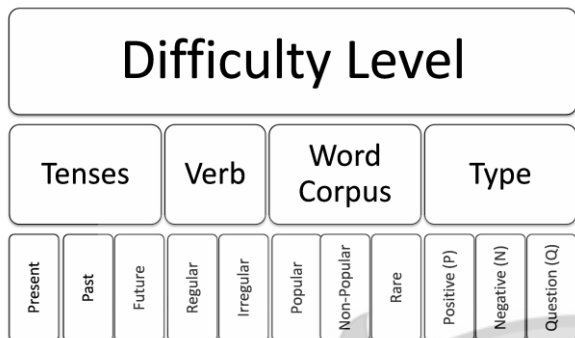
No	Type	1	2	3	4	5	6	Tenses
1	P	subject	v1	s es				simple present tense
2	N	subject	do does	not	v1			simple present tense
3	Q	do does	subject	v1				simple present tense
4	P	subject	to be	v1 ing				present continuous tense
5	N	subject	to be	not	v1 ing			present continuous tense
6	Q	to be	subject	v1 ing				present continuous tense
7	P	subject	has have	v3				present perfect tense
8	N	subject	has have	not	v3			present perfect tense
9	Q	has have	subject	v3				present perfect tense
10	P	subject	has have	been	v1 ing	Object		present perfect continuous tense
11	N	subject	has have	not	been	v1 ing	Object	present perfect continuous tense
12	Q	has have	subject	been	v1 ing	Object		present perfect continuous tense
13	P	subject	v2					simple past tense
14	N	subject	did	not	v1			simple past tense
15	Q	did	subject	v1				simple past tense
16	P	subject	be 2	v1 ing				past continuous tense
17	N	subject	be 2	not	v1 ing			past continuous tense
18	Q	be 2	subject	v1 ing				past continuous tense
19	P	subject	had	v3				past perfect tense
20	N	subject	had	not	v3			past perfect tense
21	Q	had	subject	v3				past perfect tense
22	P	subject	had	been	v1 ing	Object		past perfect continuous tense
23	N	subject	had	not	been	v1 ing	Object	past perfect continuous tense
24	Q	had	subject	been	v1 ing	Object		past perfect continuous tense
25	P	subject	shall will	v1				future tense
26	N	subject	shall will	not	v1			future tense
27	Q	shall will	subject	v1				future tense
28	P	subject	should would	v1				past future tense
29	N	subject	should would	not	v1			past future tense
30	Q	should would	subject	v1				past future tense
31	P	subject	shall will	be	v1 ing			future continuous tense
32	N	subject	shall will	not	be v1 ing			future continuous tense
33	Q	shall will	subject	be	v1 ing			future continuous tense
34	P	subject	should would	be	v1 ing			past future continuous tense
35	N	subject	should would	not	be v1 ing			past future continuous tense
36	Q	should would	subject	be	v1 ing			past future continuous tense
37	P	subject	shall will	have	v3			future perfect tense
38	N	subject	shall will	not	have v3			future perfect tense
39	Q	shall will	subject	have	v3			future perfect tense
40	P	subject	should would	have	v3			past future perfect tense
41	N	subject	should would	not	have v3			past future perfect tense
42	Q	should would	subject	have	v3			past future perfect tense
43	P	subject	shall will	have	been	v1 ing		future perfect continuous tense
44	N	subject	shall will	not	have	been	v1 ing	future perfect continuous tense
45	Q	shall will	subject	have	been	v1 ing		future perfect continuous tense
46	P	subject	should would	have	been	v1 ing		past future perfect continuous tense
47	N	subject	should would	not	have	been	v1 ing	past future perfect continuous tense
48	Q	should would	subject	have	been	v1 ing		past future perfect continuous tense

Tabel 3. Daftar dalam tabel subjek beserta atribut

No	Subjek	do does	to be	be2	Has have	shall will	should would	Kata ganti	milik
1	i	do	am	was	Have	shall	should	me	mine
2	we	do	are	were	Have	shall	should	us	our
3	you	do	are	were	Have	will	would	you	your
4	they	do	are	were	Have	will	would	them	their
5	he	does	is	was	Has	will	would	him	his
6	she	does	is	was	Has	will	would	her	her
7	it	does	is	Was	has	will	would	it	it



Sedangkan tingkat kesulitan “*type*” mengacu pada tipe kalimat positif (*positive/P*), negatif (*negative/N*) dan pertanyaan (*question/Q*). Diasumsikan bahwa tipe kalimat positif adalah yang paling mudah daripada tipe-tipe kalimat lain.

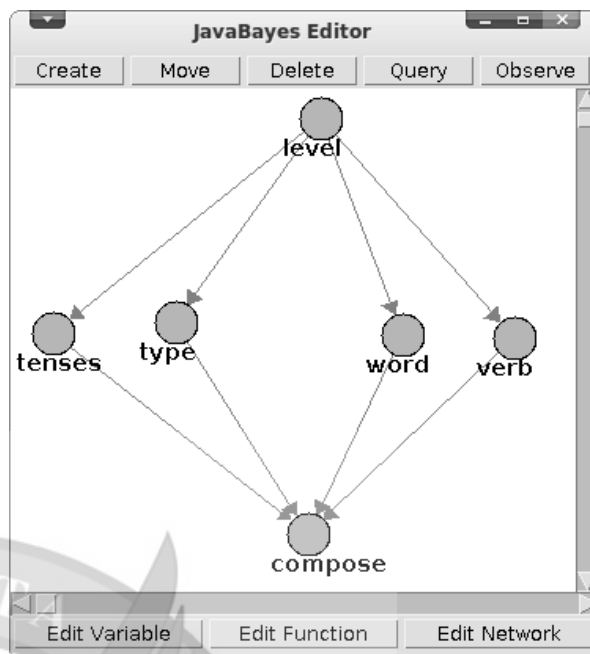


Gambar 3. Tingkat kesulitan tersusun atas 4 komponen

Dari keempat komponen tersebut dapat dibangun sebuah jaringan Bayesian dengan struktur seperti terlihat pada gambar 4. Setiap *node* dalam jaringan ini dapat dilakukan pengamatan (*observe*) yang berarti memberikan nilai *evidence* tertentu pada *node* tersebut, atau mencari tahu nilai probabilitas dari suatu *node* (melalui *query*) sebagai akibat nilai *evidence* dari *node* yang lain. Untuk rancangan CBN, dimanfaatkan JavaBayes, perangkat lunak berbasis Java yang mengimplementasikan jaringan Bayes. Pada jaringan Bayes, perubahan satu nilai pada *node* tertentu, berpropagasi (mempengaruhi) nilai pada *nodes* yang terhubung lainnya.

Sebagai bagian dari STC maka metode *Causal Bayesian Network* (CBN) memungkinkan tutor untuk memberikan penekanan hanya pada salah satu dari empat parameter, misalnya untuk *node* (tingkat kesulitan) “*word*”. Sebagai contoh, bila parameter “*word*” disetel pada *level*=“*beginner*” maka semua *node* yang terhubung akan berubah nilai probabilitasnya.

Pemberian penekanan pada salah satu parameter ini dilakukan tidak harus untuk siswa dalam jumlah besar, misalnya siswa satu kelas yang terdiri dari 40 orang. Alih-alih sistem dapat melihat kemampuan siswa tertentu secara individu, sehingga agar kelemahan yang ada pada individu siswa tertentu dapat dikurangi, pemberian materi bagian atau pada parameter tertentu dapat diintensifkan, dengan pemberian penekanan pada parameter tertentu dalam STC.



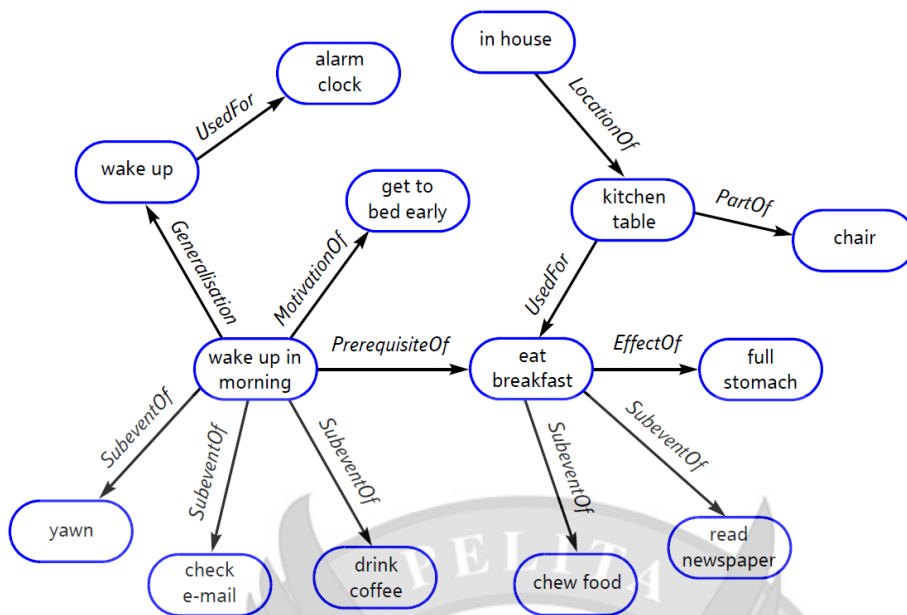
Gambar 4. Struktur CBN untuk tingkat kesulitan penyusunan kalimat. Pengaturan tingkat kesulitan komponen dari menu *observe* pada *node* tertentu, sedang pencarian nilai *node* lain yang terimbas dari menu *query*

Sedang bila *level* kesulitan global ingin dipertahankan pada setelan angka tertentu, tingkat kesulitan komponen-komponen yang lain dalam penyusunan kalimat akan disesuaikan melalui CBN.

p(level)	
beginner	0.18519
intermediate	0.62962
advance	0.18519

p(compose   tenses, word, verb, type)			
Values for parents:			
word	popular		
verb	beginner		
type	beginner		
tenses	beginner	intermediate	advance
simple	0.9	0.8	0.6
medium	0.1	0.2	0.3
advance	0.0	0.0	0.1

Gambar 5. Contoh penetapan probabilitas (penerapan tingkat kesulitan)



Gambar 6. Satu contoh relasi ConceptNet

Untuk penentuan tingkat kesulitan tiap komponen, dapat digunakan inferensi mundur dari struktur CBN ini. Misalnya, tingkat kesulitan global (*node* "compose") diatur (melalui *observe*) pada level menengah dan *node* "word" disetel pada penggunaan kata kerja langka (*rare*), maka *node-node* yang lain akan mendapatkan imbas, menyesuaikan level kesulitannya secara otomatis dari propagasi nilai melalui hubungan panah. Salah satu contoh penetapan nilai di *node* ditunjukkan pada gambar 5.

Nilai-nilai yang berubah ini dapat diperiksa di masing-masing *node* lain, yaitu *node* "tense", "type" dan "verb" melalui *query* ke masing-masing *node*. Dengan demikian, dari total 10 soal yang dibangkitkan STC, akan berkomposisi total yang sesuai dengan tingkat kesulitan global, seperti yang telah ditentukan dan tingkat kesulitan masing-masing *node* akan berubah seiring dengan penentuan itu.

Dengan memberikan nilai 0=*beginner/popular*, 1=*intermediate/nonpopular* dan 2=*advanced/rare*, maka total bobot level dapat diacak di antara keempat parameter untuk kemudian dijumlahkan, sehingga apabila masih dalam batas bentang nilai yang menjadi anggota {0-2} maka akan menghasilkan kalimat dengan level *beginner*. Untuk bobot level 2, bisa jadi, salah satu komponen berlevel *advanced* dengan komponen yang lain bernilai

*beginner*, atau 2 parameter berlevel *intermediate* dan yang lain berlevel *beginner*.



Gambar 7. Form untuk penetapan tingkat kesulitan penyusun kalimat

**Perangkat Semantik untuk Penjodohan Kata Kerja-Objek (Verb-Object)**

Untuk memasangkan objek dengan kata kerja (*verb*) yang tepat, cara yang paling mudah adalah dengan mendefinisikan secara manual menggunakan pengetahuan manusia, pasangan kata kerja-objek penderita (*verb-object*) yang wajar dalam percakapan sehari-hari. Kalimat "I read newspaper", mengandung kata kerja "read" dan objek "newspaper". Sebagaimana dapat dilihat di contoh tersebut, objek penderita tidak dapat dipasangkan secara acak ke kata kerja. Dalam pengertian sehari-hari, akan janggal rasanya, bila umpamanya kalimatnya berbunyi "I read coffee", walaupun kalimat tersebut benar struktur dan sintaksnya.

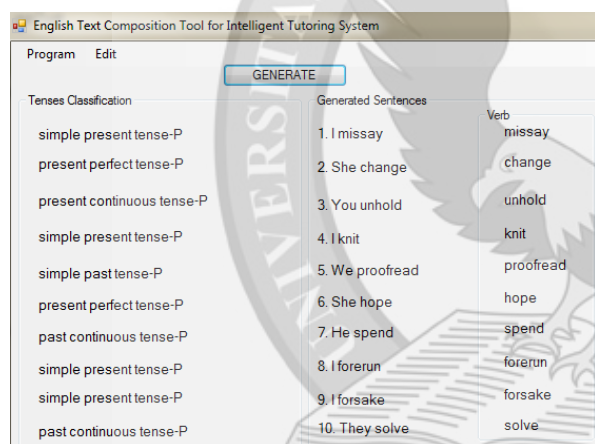
Contoh kalimat sehari-hari tersebut mengandung pengetahuan umum (*commonsense knowledge*). Salah satu perangkat semantik yang dapat digunakan untuk mengakuisisi



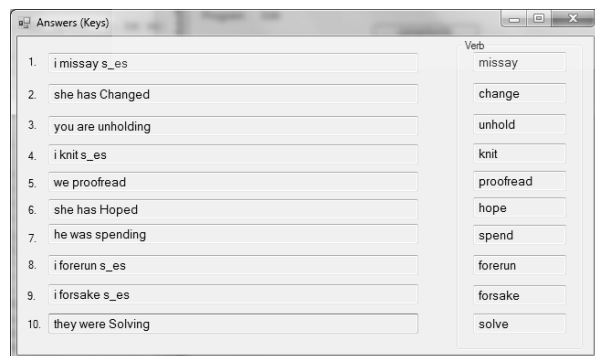
pengetahuan sehari-hari –dalam sistem ini adalah penjadohan *verb-object* yang mungkin– adalah ConceptNet [5].

Pada penelitian sebelumnya, [6] telah mengembangkan metode untuk menyelenggarakan percakapan biasa menggunakan basis data CommonSense yang memanfaatkan ConceptNet. Gambar 6 menunjukkan sebuah contoh kegiatan sehari-hari waktu pagi, yang dapat ditelusuri melalui jaringan semantik ConceptNet.

ConceptNet adalah basis pengetahuan (*knowledge-based*) dan perangkat pemrosesan bahasa alami yang mendukung banyak tugas penalaran tekstual untuk dokumen-dokumen di dunia nyata, seperti pembuatan analogi dan inferensi berorientasi konteks. Basis pengetahuannya berupa sebuah jaringan semantik yang saat ini berisi 1,6 juta *assertion* dari pengetahuan umum (*commonsense knowledge*) yang meliputi aspek spasial, fisik, sosial, temporal dan psikologi dari kehidupan sehari-hari.



Gambar 8. Contoh soal yang dibangkitkan oleh STC



Gambar 9. Form kunci jawaban

ConceptNet dibangkitkan secara otomatis dari 750 ribu kalimat di OpenMind Common-Sense Project [a], sebuah kolaborasi berbasis

web dari 15.000 kontributor. ConceptNet memiliki relasi semantik yang beraneka, antara lain *'ConceptuallyRelatedTo'*, *'IsA'*, *'FirstSubeventOf'*, *'DesirousEffectOf'*, *'ThematicKLine'*, *'MadeOf'*, *'SubeventOf'*, *'Used-For'*, *'SuperThematicKLine'*, *'DefinedAs'*, *'Last-SubeventOf'*, *'LocationOf'*, *'Capable-OfReceivingAction'*, *'CapableOf'*, *'PrerequisiteEventOf'*, *'MotivationOf'*, *'PropertyOf'*, *'PartOf'*, *'EffectOf'*, dan *'DesireOf'*. Untuk mencari jodoh kata kerja dan objek penderita, digunakan relasi semantik *'CapableOfReceivingAction'* dalam ConceptNet 2.1.

### 3. DISKUSI

Dalam penelitian ini, STC diwujudkan sebuah aplikasi yang diberi nama ALESCO (*Autonomous Leveling Sentence Composer*) dengan mengaplikasikan metode *Causal Bayesian Network* (CBN) serta pemanfaatan perangkat semantik untuk penjadohan kata kerja dan objek penderita.

Implementasi dilakukan dengan C#.NET, basis data *mysql* dan konektor *C#-python* untuk akses ConceptNet. Platform pengembangan dapat menggunakan Microsoft Visual C# atau Monodevelop untuk lintas platform lain seperti Linux.

Sebelum kalimat dihasilkan maka distribusi level kepada 4 (empat) parameter penyusun kalimat dilakukan dengan berdasarkan CBN. Gambar 7 menunjukkan menu aplikasi untuk mengatur tingkat kesulitan. Tingkat kesulitan dapat diatur berdasar per komponen yaitu level *"tenses"*, level *"type"*, level *"word"* atau level *"verb"*; atau global untuk level input, yang memanfaatkan CBN, akan membangkitkan tingkat kesulitan per komponen secara otomatis.

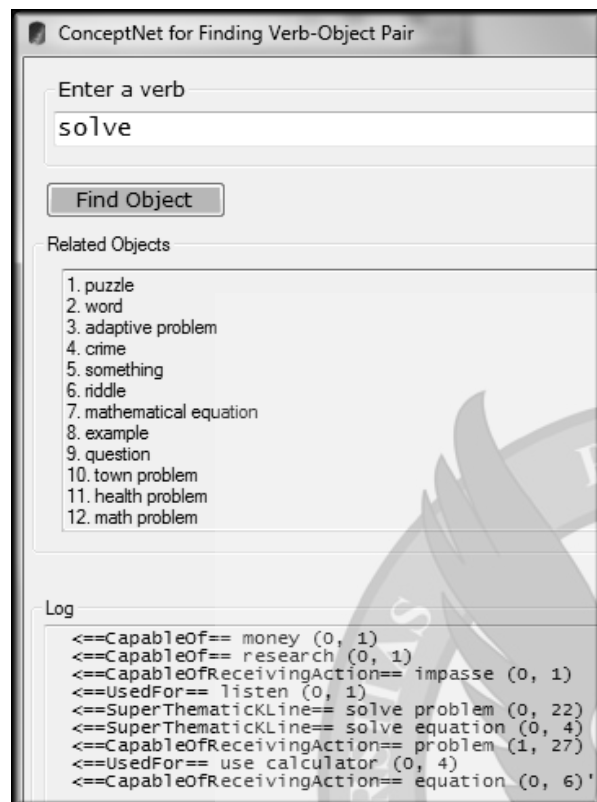
Ketika diklik tombol *"Generate"*, 10 soal akan dibangkitkan secara acak dari basis pengetahuan soal, sesuai dengan tingkat kesulitan yang telah ditetapkan (oleh pengajar/guru manusia sesungguhnya atau oleh agen mesin guru virtual). Soal ini, seperti terlihat pada gambar 8, akan ditampilkan agar dapat dijawab oleh siswa.

Layar terpisah atas dua bagian pokok, yaitu klasifikasi *tense* yang menunjukkan penetapan *tense* untuk kalimat yang harus dipatuhi oleh siswa (yang berhadapan dengan STC) dalam penyusunan kalimat dan *subject-verb* dalam bentuk dasar. Gambar 9 menunjukkan kandidat kalimat yang benar dan kata kerja dasar. Objek untuk keperluan demonstrasi dalam penelitian





ini dihilangkan, untuk menunjukkan proses pencarian pasangan *verb-object* dalam komponen pencarian jodoh *verb-object* seperti ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Demonstrasi pencarian jodoh *verb-object*: masukkan *verb* dan objek yang dapat dikenai *verb* tersebut akan muncul

Pengujian *Auto Leveling Sentence Composer* (ALESCO) dilakukan dengan mengambil nilai probabilitas dari tiap komponen penyusun dari level-level yang berbeda.

Dengan melakukan proses acak sebanyak 1000 kali untuk setiap level yang berbeda dan diambil contoh dua pasang nilai probabilitas komponen penyusun untuk setiap levelnya, setelah itu dikalkulasi nilai rata-rata kesalahan untuk tiap tingkat kesulitan global.

*Error* adalah selisih antara nilai ideal tingkat kesulitan (perhitungan di atas kertas secara manual) yang diinginkan dengan aktual tingkat kesulitan hasil dari CBN. Dari hasil pengujian terhadap ALESCO diperoleh tingkat kesalahan rata-rata sebesar 13,52% untuk level “*beginner*”, 4,30% untuk level “*intermediate*” dan 3,81% untuk level “*advanced*”.

Uji pasangan *verb-object* dilakukan secara acak atas *verb* yang muncul dari pembangkitan ALESCO. *Verb* yang muncul memenuhi kriteria tingkat kesulitan “*word*”, ada yang sering sekali dipakai (populer), cukup jarang dan langka.

Tabel 4 memperlihatkan contoh-contoh hasil pengujian pasangan *verb-object* yang muncul. Bila tidak muncul pasangan objek, maka kemungkinan besar kata kerja tersebut tergolong kata kerja intransitif, yaitu kata kerja yang tidak memiliki objek penderita langsung.

#### 4. HASIL

Menggunakan *Causal Bayesian Network* (CBN), maka nilai parameter-parameter yang tidak pasti (*uncertainty*) dapat berubah mengikuti nilai salah satu parameter yang sudah ditetapkan (dilakukan penekanan terhadap salah satu parameter). Kemampuan ini yang dimanfaatkan oleh STC untuk menetapkan tingkat kesulitan *nodes* lain.

STC untuk kompetensi tertentu, yakni penguasaan *tenses*, dapat dibuat dengan sebuah aplikasi pemrograman dengan memasukkan aturan-aturan penulisannya sesuai dengan pola kalimat berdasarkan *tenses*-nya. Dengan demonstrasi data persentase terhadap probabilitas tingkat penguasaan materi *tenses* ini akan memungkinkan guru –sebagai pakar dari STC ini– untuk mengevaluasi siswanya dan sekaligus menambahkan materi-materi yang kurang dikuasai oleh siswa.

Tabel 4. Contoh pasangan *verb-object*

<i>Verb</i>	Jumlah Objek	Contoh objek
<i>build</i>	191	<i>machine, ship, argument, pyramid, city, dynasty, society</i>
<i>admire</i>	29	<i>beautiful house, doctor, scenery, person 's talent</i>
<i>solve</i>	21	<i>puzzle, crime, riddle, mathematical equation, question</i>
<i>disturb</i>	11	<i>sleep, person's privacy, person's neighbor, conversation</i>
<i>listen</i>	9	<i>orchestra, story, teacher, news, music</i>
<i>withstand</i>	3	<i>temperature, force, tank bomber plane and warfare</i>
<i>shear</i>	1	<i>sheep</i>
<i>crossbreed</i>	1	<i>mule</i>
<i>mislead</i>	0	(intransitive)



Perangkat semantik dapat membantu mencari kandidat pasangan kata kerja dan objek penderita dengan baik, bahkan untuk kata-kata kerja yang langka, yang mungkin guru manusia pun agak kesulitan menemukan pasangan *verb-object* yang sesuai. Dengan demikian, STC ini dapat membantu meringankan pekerjaan guru dalam penyusunan soal terkait domain penguasaan *tenses*.

Untuk pengembangan ke depan, direncanakan menambahkan kata hubung pencacah (*quantifier*) untuk objek kata benda jamak dan tunggal semisal "a/an", "a few", "a little", "some", "many" dan "a lot", serta pembentukan kalimat majemuk, seperti "I will be studying English, when you arrive tonight."

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. S. Bloom, "The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring", *Educational Researcher*, vol. 13 no. 6, 1984.
- [2] J. R. Anderson, A. T. Corbett, K. R. Koedinger, and R. Pelletier, "Cognitive Tutors: Lessons Learned", *Journal of the Learning Sciences*, vol. 4 no. 2, pp. 167-207, 1995.
- [3] K. Vanlehn, A. C. Graesser, G. T. Jackson, P. Jordan, A. Olney, and C. P. Rosie, "When Are Tutorial Dialogues More Effective Than Reading?", *Cognitive Science*, vol. 31 no. 1, pp. 3-62, 2007.
- [4] R. Niemiec and H. J. Walberg, "Comparative Effects of Computer-Assisted Instruction: A Synthesis of Reviews", *Journal of Educational Computing Research*, vol. 3 no. 1, pp. 19-37, 1987.
- [5] H. Liu and P. Singh, "Conceptnet — a practical commonsense reasoning toolkit", *BT Technology Journal*, vol. 22 no. 4, pp. 211-226, 2004.
- [6] N. Eagle, P. Singh, and A. Pentland, "Common sense conversations: understanding casual conversation using a common sense database", *Proceedings of the Artificial Intelligence, Information Access, and Mobile Computing Workshop (IJCAI 2003)*, Acapulco, Mexico, 2003.

### Websites:

- [a] Media Lab MIT, (2008), Commonsense computing initiative, <http://csc.media.mit.edu/conceptnet>.