

Sistem Pemandu Latihan Individual Adaptif Menggunakan Tautan Anotasi (Link Annotation) dan Pemandu Langsung (Direct Guidance)

Julia¹, Dade Nurjanah²

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹juliale@students.telkomuniversity.ac.id, ²dadenurjanah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dalam pembelajaran sudah tidak asing lagi istilah latihan bagi siswa. Latihan tersebut ditujukan untuk meningkatkan pengetahuan siswa setelah diberi materi dalam kelas. Pada saat ini, latihan bagi para siswa sebagian besar masih dilakukan dengan metode konvensional, yaitu dengan menyamaratakan setiap soal bagi siswa. Hal ini dianggap tidak terlalu efektif karena sebenarnya setiap siswa memiliki tingkat pengetahuan yang berbeda sehingga penyamarataan pemberian latihan dianggap kurang efisien. Sebelumnya terdapat teknologi dimana semua soal ditampung dalam suatu sistem dan siswa bebas untuk memilih soal mana yang akan dikerjakan. Namun hal ini juga masih mempunyai kekurangan yaitu dari sekian banyak soal yang ada, sistem tidak dapat memberi rekomendasi pada siswa mengenai soal mana yang sebaiknya dikerjakan terlebih dahulu.

Pada tugas akhir ini telah dibangun sebuah sistem latihan adaptif dengan tujuan membantu siswa dalam berlatih lebih baik dari latihan konvensional dengan nama Learning Crane. Dengan adaptasi ini, sistem dapat memberi rekomendasi pada siswa mengenai soal mana yang sebaiknya dikerjakan terlebih dahulu berdasarkan tingkat pengetahuan siswa saat ini. Sistem ini mempunyai domain model yang berkaitan dengan topik dan sistem navigasi adaptasi tautan anotasi dan langsung. Pengujian atas sistem dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan pengetahuan atau tidak. Pengujian melibatkan responden mahasiswa dan kalangan umum. Dari pengujian, didapatkan hasil peningkatan pengetahuan responden dengan rata-rata sebesar 6. Selain itu, dari hasil kuesioner yang diberikan, didapatkan kesimpulan bahwa sistem Learning Crane dengan teknologi adaptasinya membantu siswa lebih baik daripada metode konvensional.

Kata kunci : Learning Crane, adaptasi langsung, adaptasi anotasi

Abstract

The term student's exercise is not rare to be found in our education system. The exercise has aim to increase the knowledge of the students after they got the material needed from class. Today, most of student's exercise is still done by conventional method, that is by giving same questions to each student. The method is not really effective since each student has different knowledge level thus giving same questions to each student is considered as inefficient. There was a technology where all of exercise's questions are collected and put in a system and students are free to choose which question they want to answer. But the system still has weakness that is among all of those questions, system can't give recommendation to student about which question needed to be answered first. In this final project, an adaptive system had been build which has goal to help student exercising better than conventional method called Learning Crane. With the adaptation feature, system can give recommendation to students about which questions needed to be done first base on student's current knowledge level. This system is build using topic-based domain model with link annotation and direct guidance as the adaptive system. A test was held to determine whether the system affect the knowledge level of respondece which consist of students and general public. Based on the test result, the average of knowledge score raise is 6. Meanwhile based on questionnaire given, Learning Crane with its adaptive technology is better than conventional method is drawn as conclusion.

Keywords: Learning Crane, link annotation adaptive system, direct guidance adaptive system

1. Pendahuluan

Latihan individual bagi siswa dibutuhkan sebagai media untuk mengevaluasi pembelajaran yang telah dipelajari sehingga dapat diukur tingkat pemahaman siswa terhadap materi. Latihan individual sendiri lebih tepat diartikan sebagai sebuah proses dimana siswa memonitor dan mengevaluasi kualitas pemikiran mereka dan kebiasaan dalam belajar dan mengidentifikasi strategi yang meningkatkan pemahaman dan kemampuan mereka

[1]. Jika diterapkan secara benar, latihan individual dapat meningkatkan motivasi intrinsik, usaha internal, orientasi tujuan penguasaan, dan pembelajaran yang lebih berarti.

Pada pembelajaran tradisional, latihan individual bagi siswa pada umumnya diberikan dalam bentuk latihan di kelas dan tugas rumah setelah diberikan materi oleh pengajar serta evaluasi pada akhir pembelajaran. Pemberian latihan juga diberikan sesuai dengan topik yang sedang diajarkan dan sama rata kepada semua siswa. Teknik pembelajaran seperti ini dianggap kurang efisien diterapkan dalam kelas. Alasannya adalah setiap siswa mempunyai potensi dan sifat yang berbeda. Pemberian latihan yang sama rata tanpa adanya perbedaan akan menyulitkan siswa yang masih belum memahami topik tersebut atau topik sebelumnya yang berkaitan dengan topik tersebut.

Dalam bidang teknologi pendidikan, terdapat suatu sistem yang lebih adaptif untuk memecahkan permasalahan dalam pembelajaran tradisional, salah satunya adalah *Intelligent Tutoring System*. Pada *Intelligent Tutoring System*, terdapat beberapa modifikasi yang diterapkan yaitu membuat barisan modul yang dipelajari lebih adaptif sehingga terdapat kemungkinan ada beberapa jalur yang dapat ditempuh untuk mencapai suatu tujuan [2]. Latihan individu juga tidak diberikan sama antar satu siswa dan siswa lainnya namun sesuai dengan kemampuan siswa sehingga membuat latihan dalam *Intelligent Tutoring System* lebih kompleks. Evaluasi pada akhir materi tidak digunakan pada *Intelligent Tutoring System* karena tujuan dari sistem ini adalah membantu siswa untuk menguasai materi tertentu sehingga tidak perlu diadakan latihan lagi jika materi tersebut sudah dikuasai atau sudah mencapai tujuan pembelajaran.

Pada jurnal ini fokus permasalahan yang akan diselesaikan adalah menggunakan *Intelligent Tutoring System* pada latihan individual bagi para siswa untuk menghasilkan latihan individual yang lebih adaptif sehingga lebih efisien dalam membantu siswa. Solusi yang diambil untuk memecahkan persoalan tersebut adalah menggunakan sistem adaptive hypermedia. Sistem *adaptive hypermedia* yang dimaksud adalah pengembangan dari *hypermedia* statis dengan menggabungkan *hypermedia* dan user modeling sehingga konten dan tautan yang diberikan akan lebih bervariasi antara satu pengguna dan pengguna lainnya [2]. Salah satu bagian dari *adaptive hypermedia* yang menjadi fokus pada jurnal ini adalah sistem pemandu adaptif (*adaptive navigation support*) dengan metode anotasi tautan (*link annotation*) dan panduan langsung (*direct guidance*). Sistem pemandu adaptif dibentuk dengan menggunakan domain model dan student model agar konten yang ditampilkan tidak statis tetapi sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2. Latar Belakang

Sistem pemandu latihan adaptif sudah seharusnya diterapkan pada sistem pembelajaran pada siswa. Alasan utama yang menjadi latar belakang sistem tersebut menjadi penting adalah setiap siswa mempunyai kapabilitas yang berbeda. Setiap siswa bahkan setiap individu tidaklah sama dalam mengerjakan sesuatu. Tidak semua siswa dalam suatu kelas memahami materi yang diajarkan dengan cepat, pasti ada siswa yang belum menguasai materi yang diajarkan ataupun materi yang sebelumnya diajarkan. Namun sayangnya pada pembelajaran tradisional, semua siswa diberikan konten yang sama tanpa melihat kapabilitas setiap siswa dalam memahami materi. Sama halnya dengan pemberian latihan untuk mengembangkan pemahaman siswa, setiap siswa diberikan latihan yang sama.

Oleh karena itu sistem pemandu latihan adaptif menjadi salah satu solusi untuk lebih meningkatkan efisiensi pemberian latihan pada siswa. Metode anotasi tautan dipilih untuk memberi informasi lebih pada siswa mengenai pengetahuan yang dipahaminya pada saat tertentu setelah mengerjakan latihan yang ada pada sistem. Dari informasi tersebut siswa dapat melihat topik-topik (materi) yang mana yang belum dikuasai oleh siswa sehingga siswa dapat lebih fokus pada materi tersebut. Informasi ini tidaklah statis dan akan terus beradaptasi sesuai dengan hasil pengetahuan siswa. Metode pemandu langsung dipilih untuk mengefisienkan waktu dalam memilih pertanyaan yang akan dijawab oleh siswa sehingga saat siswa memilih sebuah latihan, soal yang disediakan sudah diadaptasi dengan kebutuhan siswa tersebut.

Selain alasan yang dipaparkan pada paragraf sebelumnya, penerapan metode anotasi tautan juga didasari oleh metode pembelajaran terbuka (*open learning education*) yang berarti inti dari pembelajaran berfokus pada siswa itu sendiri dimana siswa dapat memilih kapan untuk belajar, apa yang dipelajari, dan bagaimana mempelajarinya dalam ketetapan pembelajaran tertentu [3]. Berdasarkan penelitian mengenai pembelajaran terbuka, metode ini dapat membuat siswa belajar lebih cepat dengan hasil yang sama ataupun lebih baik daripada metode konvensional [4]. Oleh karena itu pembangunan sistem Learning Crane ini didasarkan oleh sistem pembelajaran terbuka. Sesuai dengan aspek siswa dapat memilih apa yang hendak dipelajari, sistem Learning Crane tidak memberi batasan siswa untuk memilih kuis mana yang akan diambil. Namun berbeda dengan kumpulan soal biasa, sistem memberi informasi mengenai nilai pengetahuan pada topik tertentu untuk membantu siswa dalam memutuskan.

3. Topik dan Batasannya

Pada tahun 2002 terdapat sebuah penelitian yang berhubungan dengan latihan individual yang dikenal dengan QuizPack [5]. Selama dua tahun diterapkan, QuizPack telah menunjukkan dampak peningkatan yang signifikan pada pengetahuan siswa mengenai suatu subjek. Siswa juga memuji QuizPack sebagai media pembelajaran yang kuat terutama pada penekanan kemampuannya untuk memberi beberapa versi dari pertanyaan yang sama.

Salah satu kekurangan dari QuizPack yang menjadi perhatian adalah bersifat statis dimana tidak adanya pembantu untuk menentukan mana soal yang seharusnya diambil, di latih kembali, dan sebagainya. Maka dari itu, pada tahun 2001 terdapat sebuah penelitian mengenai QuizGuide [6], sebuah sistem adaptif yang dikembangkan untuk membantu siswa dalam memilih kuis yang lebih relevan. QuizGuide menggunakan anotasi adaptif, salah satu teknologi pembantu navigasi adaptif untuk memberi tahu siswa topik mana yang saat ini lebih penting dan topik mana yang membutuhkan pekerjaan lebih kedepannya .

Selain QuizGuide, terdapat sistem lainnya yang menggunakan model adaptif yaitu QuizMap [7]. QuizMap adalah sebuah TreeMap yang merepresentasikan pekerjaan dari beberapa grup user (seperti sebuah kelas) dengan pertanyaan latihan individual . QuizMap menggunakan persegi empat dalam ukuran yang beragam dan warna tertentu untuk menggambarkan performansi siswa. QuizMap ini ditujukan untuk memberi gambaran siswa mengenai performansinya dan performansi siswa lainnya.

QuizGuide mempunyai kekurangan yaitu siswa menganggap sistem tidak terlalu tepat dalam memberikan panah karena siswa merasa sudah mengerti tentang topik tetapi sistem belum memberikan 3 panah atau siswa merasa belum mengerti topik namun sistem telah memberi 3 panah. Panah disini adalah anotasi pada sistem yang menunjukkan tingkat pengetahuan siswa. Panah terdiri dari satu sampai tiga dengan informasi bahwa semakin banyak panah maka pengetahuan siswa semakin tinggi terhadap topik.

Hal ini juga menjadi salah satu masalah yang akan diselesaikan pada anotasi tautan dalam sistem yang dikembangkan pada jurnal ini. Pada sistem yang dibangun pada jurnal ini, anotasi tautan akan dibentuk lebih informatif dengan menampilkan nilai pengetahuan siswa akan suatu topik berdasarkan hasil latihan yang siswa tersebut kerjakan. Domain model yang digunakan adalah hasil modifikasi domain model berdasarkan topik pada sistem QuizGuide. Sistem pemandu adaptif ini juga akan ditambah dengan metode pemandu langsung (*direct guidance*) sehingga soal yang dikerjakan siswa juga adaptif sesuai dengan pengetahuan siswa.

Terdapat beberapa batasan pada pengembangan sistem pemandu adaptif ini yaitu sistem sebagai penyedia soal latihan tidak memiliki pembahasan materi didalamnya sehingga siswa harus memperoleh materi dari media lain baik guru dikelas ataupun konten di internet. Soal dan topik yang diberikan juga terbatas untuk menghemat waktu pengerjaan dan pengujian. Dan yang terakhir adalah tidak adanya penanganan pada kesalahan pengetikan saat menjawab pertanyaan.

4. Tujuan

Berdasarkan hasil evaluasi, penggunaan sistem latihan yang adaptif, pada kasus ini adalah QuizGuide, menunjukkan peningkatan dalam efek pembelajaran siswa dengan peningkatan rata-rata sebesar 6.33% dibandingkan dengan penggunaan sistem non-adaptif, dalam kasus ini adalah QuizPack [8]. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan dalam menggunakan sistem latihan adaptif bagi siswa. Oleh karena itu pengembangan sistem adaptif untuk latihan siswa mempunyai tujuan untuk meningkatkan pengetahuan siswa. Peningkatan tersebut akan diuji dengan pengerjaan tes awal dan tes akhir oleh para responden. Selisih dari kedua hasil tes tersebut akan dijadikan nilai acuan peningkatan pengetahuan peserta sebelum dan setelah penggunaan sistem Learning Crane.

Adapun tujuan lain dari pembuatan sistem ini adalah untuk melihat apakah sistem adaptasi anotasi dan tautan *link* yang diterapkan pada sistem membantu siswa dalam mengerjakan latihan lebih baik daripada latihan dengan metode konvensional. Keberhasilan akan hal ini akan dilihat dari peningkatan pengetahuan dan hasil kuesioner yang diisi oleh para responden setelah mencoba sistem Learning Crane.

5. Organisasi Tulisan

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam beberapa bagian yang berisi data-data berikut : Bagian 1- Pendahuluan, Bagian 2 – Studi Terkait, Bagian 3 – Sistem yang dibangun, Bagian 4 – Evaluasi, dan Bagian 5 – Kesimpulan.

6. Studi Terkait

6.1. Domain Model

Inti dari sebuah sistem *hypermedia* adaptif adalah himpunan dari domain konsep yang dapat terdiri dari topik, elemen pengetahuan, objek, hasil pembelajaran [9]. Namun pada umumnya, konsep yang dimaksud merupakan bagian dasar pengetahuan pada domain yang diberikan.

Himpunan domain konsep ini biasanya disebut sebagai domain model. Model tingkat pertama dari domain model berisi himpunan independen dari konsep yang ada dan digunakan pada sebagian *hypermedia* adaptif seperti [9]. Sistem *hypermedia* adaptif yang lebih rumit biasanya menggunakan domain model yang lebih kompleks dimana konsep yang ada berkaitan satu sama lain sehingga membentuk sebuah jaringan semantik. Domain seperti ini merupakan model tingkat dua. Pada sebagian sistem dengan model tingkat dua, konsep-konsep yang ada merupakan bagian terkecil yang tidak mempunyai struktur internal. Maka dari itu muncul model tingkat tiga yang menggunakan representasi pengetahuan yang lebih rumit seperti merepresentasikan struktur internal setiap konsep sebagai himpunan atribut dimana topik dengan jenis yang berbeda-beda mempunyai himpunan atribut yang berbeda pula.

6.2. Student Model

Salah satu fungsi utama dari domain model adalah untuk merepresentasikan pengetahuan user [10]. Pada setiap konsep yang ada dalam domain model, akan diberikan nilai yang berupa estimasi tingkat pengetahuan user saat ini. Model seperti ini disebut juga *overlay model*. Sebuah *overlay model* dapat direpresentasikan sebagai sebuah pasangan konsep dan nilai yang diberikan pada setiap konsep pada domain model.

Pada bentuk yang paling sederhana, nilai pengetahuan dapat direpresentasikan dengan bilangan biner. Walaupun beberapa sistem *hypermedia* adaptif yang menggunakan teknik representasi biner dapat dikatakan berhasil, kebanyakan sistem menggunakan *overlay model* berbobot yang dapat membedakan beberapa tingkat pengetahuan user secara kualitatif, nilai bilangan bulat, atau probabilitas user mengetahui konsep tersebut.

6.3. Adaptive Navigation Support

Adaptive navigation support adalah kelompok khusus dari teknologi yang mendukung navigasi user pada *hyperspace*, dengan mengadaptasi tujuan, preferensi dan pengetahuan user secara individual [11]. Terdapat beberapa cara dalam mengimplementasikan *adaptive support navigation*, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut.

6.3.1. Direct Guidance

Direct guidance merupakan teknik yang memandu user ke pilihan terbaik berikutnya berdasarkan tujuan user, pengetahuan, dan/atau parameter lainnya yang direpresentasikan pada user model. *Direct guidance* ini dapat diberikan pada tampilan antarmuka dengan dua cara yaitu dengan memberikan link ke pilihan yang terbaik atau otomatis langsung menuju ke pilihan terbaik dengan menekan tombol next. Kekurangan dari teknik ini adalah user tidak dapat memilih jalan lain selain yang direkomendasikan oleh sistem.

6.3.2. Link Ordering

Pada teknik ini, dilakukan penyusunan link yang diprioritaskan berdasarkan user model dan beberapa kriteria user. Semakin ke atas, link yang ditawarkan semakin relevan dengan parameter tersebut.

6.3.3. Link Hiding

Link hiding dalam navigation support bertujuan untuk membatasi user agar tidak membuka link yang tidak direkomendasikan dengan menyembunyikan, memindahkan, atau melumpuhkan link tersebut.

6.3.4. Link Annotation

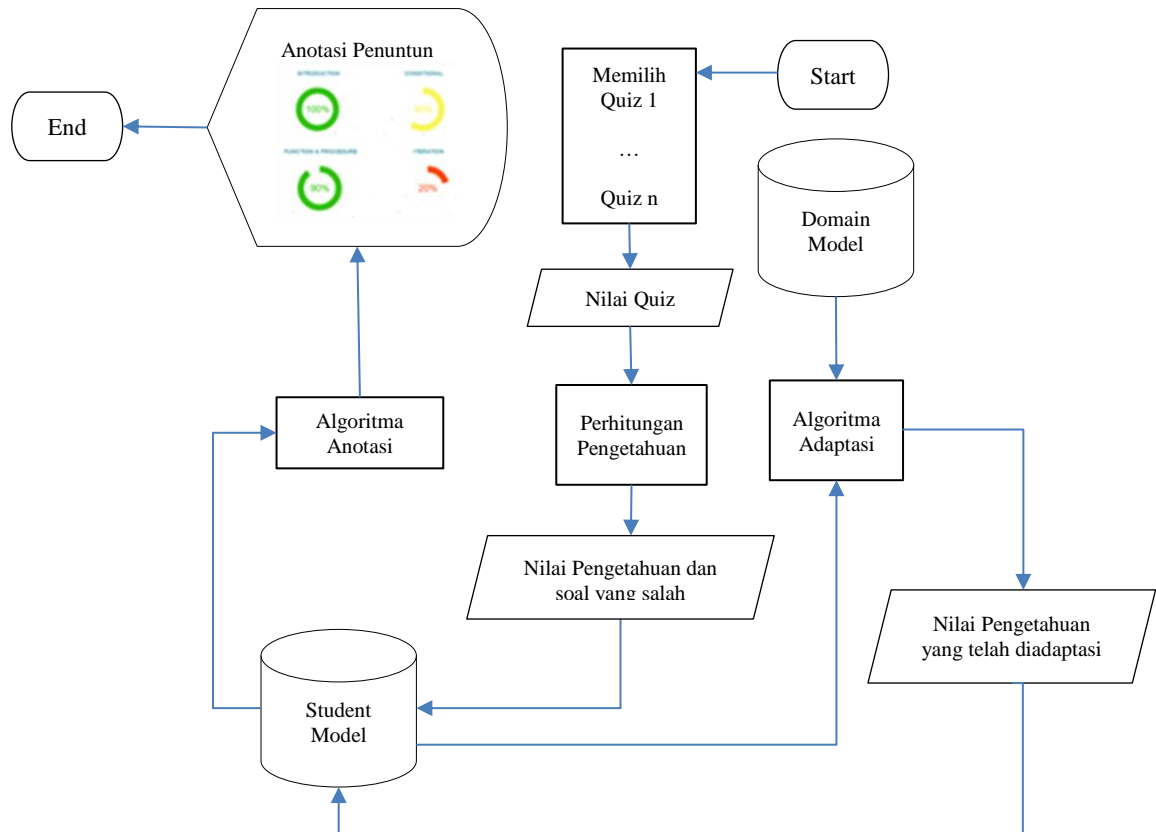
Pada teknik ini, setiap link akan ditambahkan anotasi yang memberitahu user mengenai status sekarang dari pilihan rekomendasi sistem dibalik link yang terdapat anotasi. Anotasi ini biasanya direpresentasikan dengan petunjuk visual. Link annotation pada umumnya lebih bagus daripada link hiding karena pada link hiding hanya terdapat dua status untuk suatu link yaitu relevan dan tidak relevan, sedangkan pada link annotation status dapat bervariasi hingga enam buah status.

6.3.5. Link Generation

Link generation merupakan teknik adaptive support navigation yang terbaru. Terdapat tiga jenis link generation yang biasa dikenal yaitu : (1) menemukan link baru yang berguna antara dokumen-dokumen yang ada lalu menambahkan link tersebut ke dalam himpunan link yang telah ada; (2) membentuk link untuk navigasi berdasarkan persamaan antara benda.; dan (3) rekomendasi link yang berguna dalam konteks sekarang kepada konteks user.

7. Sistem yang dibangun

Berdasarkan analisis sistem yang sejenis sebelumnya dan solusi yang diajukan, maka gambaran umum sistem Learning Crane yang dibangun adalah sebagai berikut.

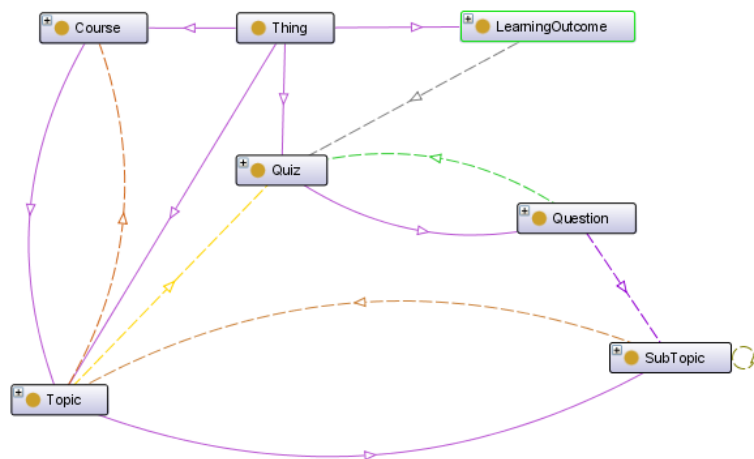


Gambar 1. Desain umum sistem

Gambar 1 menjelaskan tentang desain umum sistem. Anotasi penuntun merupakan sistem navigasi yang ditunjukkan kepada siswa yang berbentuk anotasi. Lalu dari anotasi tersebut siswa dapat menentukan kuis mana yang akan mereka kerjakan yang merupakan titik awal dari sistem ini. Setelah mendapatkan jawaban dari siswa, maka akan didapat nilai kuis siswa yang akan menjadi input untuk perhitungan pengetahuan. Dari hasil perhitungan pengetahuan dan soal yang salah tersebut akan disimpan di student model. Lalu nilai pengetahuan dan soal yang salah akan diambil datanya dari student model untuk dipakai pada algoritma adaptasi dan anotasi. Pada algoritma adaptasi, data yang disimpan pada domain model juga akan digunakan untuk memperbaiki kuis dalam sistem yang nantinya akan dikerjakan lagi oleh user dan hasil dari pengetahuan yang telah diadaptasi akan disimpan lagi ke student model. Sedangkan pada algoritma anotasi, nilai pengetahuan akan diambil dan dijadikan acuan untuk memperbaiki informasi pada tampilan anotasi.

7.1. Domain Model

Domain model yang digunakan dalam sistem yang akan dikembangkan adalah model konten berdasarkan topik yang telah dimodifikasi. Pada model ini subjek yang akan diajarkan akan dibagi ke dalam beberapa topik yang nantinya terdapat kuis-kuis yang dapat diakses oleh siswa.



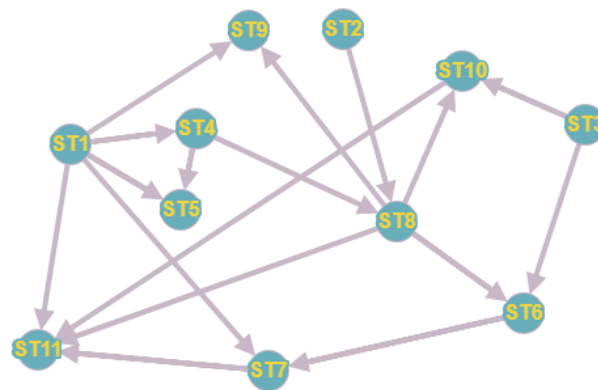
Gambar 2. Graf domain model

Gambar 1 merepresentasikan domain model yang akan digunakan dalam sistem ini. Pemodelan domain dilakukan dengan menggunakan Protégé dengan format RDF. Dalam satu subjek pembelajaran, akan terdapat beberapa topik di dalamnya. Masing-masing topik akan dipecah lagi menjadi beberapa subtopik. Setiap topik akan terdiri dari beberapa kuis di dalamnya. Hasil kuis akan menjadi acuan untuk menentukan nilai CLO (Course Learning Outcome) dan pengetahuan siswa. Pada gambar 2, relasi dengan garis putus-putus adalah properti objek yang dihubungkan antara satu domain ke jajarannya (range). Daftar properti objek serta domain dan jajarannya dijelaskan pada tabel 2.

Properti Objek	Domain	Range
Belong_in_course	Topic	Course
Belong_in_quiz	Question	Quiz
Belong_in_topic	Subtopik	Topic
EvaluatedBy	Topic	Quiz
GoalOf	LearningOutcome	Quiz
Prerequisite_of	Subtopik	Subtopik
Question_of_Subtop	Question	Subtopik

Tabel 1. Properti Objek

Pada domain model terdapat hubungan *prerequisite* yang dikaitkan antar subtopik. Hubungan tersebut menyatakan keterkaitan antara subtopik dimana satu subtopik merupakan subtopik yang harus dipelajari terlebih dahulu sebelum mengerjakan subtopik lainnya. Pada sistem yang dibangun saat ini, pembelajaran (course) yang diambil adalah tata bahasa Bahasa Inggris. Pada pembelajaran ini terdapat lima topik yang dibangun yaitu *verb* (kata kerja), *present* (keadaan sekarang), *past* (keadaan masa lalu) dan *perfect* (yang telah selesai). Dalam setiap topik akan terdapat beberapa subtopik yang nantinya akan menjadi *prerequisite* dari satu topik ke topik lainnya. Hubungan *prerequisite* antar subtopik digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Graf *prerequisite* antar subtopik

Keterangan :

1. ST1 = Verb infinitive
2. ST2 = Verb past tense
3. ST3 = Verb past participle
4. ST4 = Simple present tense
5. ST5 = Simple present progressive
6. ST6 = Simple past tense
7. ST7 = Simple past progressive
8. ST8 = Present perfect tense
9. ST9 = Present perfect progressive
10. ST10 = Past perfect tense
11. ST11 = Past perfect progressive

7.2. Student Model

Daftar data yang disimpan dalam student model sistem ini dapat dilihat pada tabel 3.

Model	Profil	Karakteristik	Deskripsi
Data tidak bergantung domain	Profil Umum	Informasi Personal	Nama, NIM, kelas, kata sandi
Data bergantung pada domain		Pengetahuan	Tingkat pengetahuan siswa pada suatu topik.
		Nilai Pengetahuan	Nilai pengetahuan siswa pada suatu topik.
		Pengulangan	Pertanyaan yang harus diulang kembali ketika nilai pengetahuan rendah.

Tabel2. *Student model*

Student model terbagi menjadi dua tipe yaitu model yang bergantung pada domain data dan yang tidak bergantung pada domain data. Data yang bergantung pada domain model akan menggunakan domain model sebagai acuan dalam menghitung data. Pada sistem yang dibangun contoh model yang bergantung pada domain model adalah nilai pengetahuan siswa terhadap sebuah topik. Nilai pengetahuan siswa akan berubah sesuai dengan kuis yang telah dikerjakan dan perhitungan terhadap kuis-kuis yang terkait berdasarkan domain model. Data yang tidak bergantung pada domain model tidak akan menggunakan domain model sebagai acuan sehingga data akan berubah sesuai dengan kondisi data tersebut dan berupa data statis dengan contoh nama siswa, nomor id, dsb.

Untuk menentukan besarnya pengetahuan siswa akan sebuah topik, sistem akan menghitungnya berdasarkan rumus berikut.

$$T_i = \sum_{j=1}^{JK} \left(\sum_{k=1}^{JS} S_k \times WS_k \right) \times WK_j$$

Dengan keterangan :

T = Pengetahuan topik

JK= Jumlah kuis

JS= Jumlah soal

Sk=Nilai soal yaitu 0 atau 1

WS= Bobot soal

WK= Bobot kuis

Untuk mengklasifikasikan tingkat pengetahuan siswa dalam tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi, maka sistem akan melakukan inferensi dengan parameter nilai yang digunakan oleh Telkom University yaitu A, AB, B, BC, C, D, dan E. Untuk nilai A dan AB, tingkat pengetahuan siswa dikelompokkan dalam tingkat yang tinggi. Untuk nilai B,BC dan C, tingkat pengetahuan siswa dikelompokkan dalam tingkat yang sedang. Dan terakhir untuk nilai D dan E, tingkat pengetahuan siswa dikelompokkan dalam tingkat yang rendah.

7.3. Adaptive Navigation Support

Untuk memperbaiki kekurangan pada QuizPack yang belum adaptif, maka ditambahkan *fitur adaptive navigation support* pada sistem. Teknik *adaptive navigation support* yang diterapkan pada sistem ini untuk memandu user adalah *direct guidance* dan *link annotation*. Pada *direct guidance*, pengguna akan diarahkan langsung pada tautan soal-soal yang sesuai dengan hasil kuis yang diambil pengguna sebelumnya. Sedangkan pada *link annotation*, pengguna akan diberikan informasi visual mengenai topik yang terdapat beberapa makna didalamnya yang dapat membantu pengguna untuk memilih kuis yang sesuai. Tanda yang digunakan terdapat dalam gambar 3.



Gambar 3. Sistem *link anotation*

Nilai yang terdapat pada masing-masing noda menunjukkan persentase pengetahuan pengguna yang telah dihitung dengan rumus yang disebutkan sebelumnya. Warna pada lingkaran menunjukkan beberapa indikasi yaitu :

1. Warna merah pada sisi lingkaran menunjukkan tingkat pengetahuan siswa bersifat rendah.
2. Warna kuning pada sisi lingkaran menunjukkan tingkat pengetahuan siswa bersifat sedang.
3. Warna hijau pada sisi lingkaran menunjukkan tingkat pengetahuan siswa bersifat tinggi.
4. Warna merah muda menunjukkan nilai tertinggi pada topik tersebut
5. Warna biru menunjukkan nilai rata-rata topik tersebut

7.4. Desain Soal

Soal dirancang dalam bentuk isian singkat dan pilihan ganda. Soal akan diacak setiap kali pengguna mengakses kuis sehingga pengguna akan mendapat soal yang berbeda setiap mengerjakan kuis.

7.5. Algoritma Anotasi

Algoritma anotasi digunakan untuk memperbaiki navigasi anotasi yang ditunjukkan pada siswa. Algoritma akan menerima masukan nilai pengetahuan siswa yang telah dihitung dari hasil jawaban kuis yang mereka ambil. Lalu nilai masukan tersebut akan dijadikan acuan untuk warna dan tingkat persentase pengetahuan siswa. Untuk warna merah menunjukkan rentang nilai 0 hingga 40% (atau syarat mendapat nilai E dan D), warna kuning dengan rentang nilai 41% hingga 60% (atau dengan syarat mendapat nilai C,BC,B) dan yang terakhir warna hijau dengan rentang nilai 61%-100% (nilai AB, dan A)

7.6. Algoritma Adaptasi

Algoritma adaptasi digunakan untuk mengadaptasi soal kuis yang diberikan pada mahasiswa dan nilai persentase kuis mahasiswa dengan topik yang terkait. Algoritma adaptasi mengambil nilai pengetahuan siswa dan jawaban siswa yang salah untuk masukkan. Jika nilai kurang dari rentang nilai A dan AB, maka algoritma adaptasi akan bekerja dengan memeriksa jawaban siswa yang salah dan mencocokkannya dengan sub topik yang terkait dengan soal tersebut. Lalu sub topik tersebut akan diperiksa keterkaitannya dengan sub topik sebelumnya yang menjadi *prerequisite*-nya. Setelah itu nilai dari sub topik yang berkaitan akan dikurangi untuk menunjukkan siswa bahwa sub topik tersebut masih harus dipelajari lagi. Kemudian untuk tidak membuang waktu siswa dengan mempelajari semua subtopik yang berada dalam topik tersebut, soal kuis yang diajukan pada siswa hanya soal kuis yang berkaitan dengan subtopik yang dikurangi nilainya. Hal ini menjadi perwujudan dari adaptasi *direct guidance* bagi siswa. Adapun langkah-langkah dari algoritma adaptasi adalah sebagai berikut.

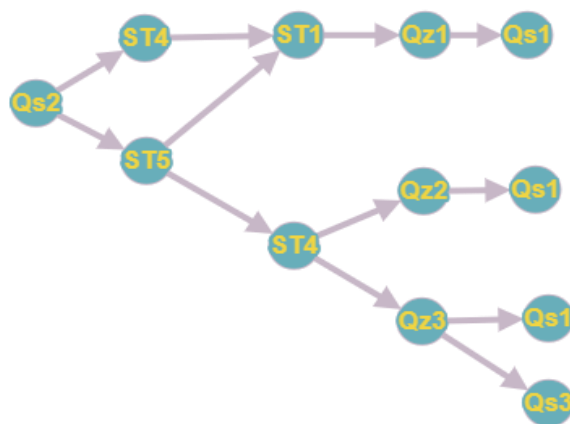
1. Cek nilai kuis pengguna apakah kurang dari 60% (nilai dibawah C).
2. Jika benar, maka cek soal mana saja yang salah.
3. Periksa keterkaitan tiap soal yang salah kepada sebuah subtopik dengan mengacu pada domain modelnya.
4. Setelah mendapatkan subtopik-nya periksa *prerequisite* dari subtopik tersebut pada domain model.
5. Dengan menggunakan domain model, ambil data kuis beserta pertanyaan yang berkaitan dengan *prerequisite* subtopik tersebut.
6. Hitung bobot nilai pada setiap pertanyaan yang berkaitan dengan *prerequisite* lalu kurangkan nilai kuis pada topik *prerequisite* agar anotasi berubah menjadi rendah.
7. Arahkan pengguna pada tautan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan *prerequisite* sehingga pengguna dapat langsung mempelajari kesalahannya.

Sebagai contoh, akan diambil sebuah kasus dimana pengguna mengerjakan kuis 2 dan mendapatkan nilai kurang dari 60. Berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Cek soal mana saja yang salah.

Langkah ini dieksekusi dengan melihat database dan mengambil soal yang salah. Dalam kasus ini contohnya adalah soal nomor 2.

2. Keterkaitan tiap soal yang salah kepada sebuah subtopik.
Pada soal nomor 2 setelah diperiksa pada domain model, mempunyai relasi pada subtopik 4 dan subtopik 5.
3. Periksa *prerequisite* dari subtopik tersebut
Untuk subtopik 4, *prerequisite*-nya adalah subtopik 1 dan untuk subtopik 5, *prerequisite*-nya adalah subtopik 1 dan subtopik 4.
4. Ambil data kuis beserta pertanyaan yang berkaitan dengan prerequisite subtopik tersebut
Untuk subtopik 1, terdapat pada quiz 1 dengan pertanyaan nomor satu. Sedangkan untuk subtopik 4, terdapat pada quiz 2 pada soal nomor satu dan dua dan pada quiz 3 soal satu dan tiga.
5. Lalu akan dihitung nilai topik yang baru berdasarkan bobot soal yang telah diambil sebelumnya dan pengguna akan diarahkan pada soal-soal tersebut pada saat mengambil kuis yang bersangkutan.



Gambar 5. Graf pencarian soal *prerequisite*

8. Evaluasi

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui efektifitas adaptasi terhadap kasus-kasus tertentu, pengaruh sistem terhadap peningkatan pengetahuan pada siswa, dan seberapa efisien sistem dalam menggambarkan pengetahuan dan kebutuhan siswa dalam mengerjakan kuis. Adapun hal-hal yang akan diuji adalah algoritma adaptif yang diterapkan dalam sistem, student model yang diterapkan pada sistem, dan sistem adaptasi navigasi pada sistem. Untuk menguji sistem prosedur yang akan dilakukan adalah pengujian fungsional pada sistem untuk melihat bagaimana sistem adaptasi bekerja pada kasus-kasus tertentu yang dilakukan oleh penyusun dan pengujian oleh pengguna untuk mendapatkan hasil uji terhadap peningkatan pengetahuan, dan efisiensi sistem bagi pengguna.

Pada pengujian terhadap algoritma adaptasi, responden akan menggunakan sistem dengan beberapa kasus yaitu :

- Kasus I. Responden mendapatkan nilai lebih dari 60 untuk setiap topik saat pretest
- Kasus II. Responden mendapatkan nilai kurang dari 60 untuk setiap topik saat pretest
- Kasus III. Responden menjawab semua pertanyaan kuis dengan benar
- Kasus IV. Responden tidak menjawab semua pertanyaan kuis dengan benar
- Kasus V. Responden mendapatkan nilai lebih dari 60 untuk sebuah topik
- Kasus VI. Responden mendapatkan nilai kurang dari 60 untuk sebuah topik

Pada pengujian oleh pengguna, pengguna akan diberikan waktu untuk menggunakan sistem dalam jangka waktu tertentu dengan diakhiri oleh tes akhir. Selama pengguna menggunakan sistem, akan direkam nilai-nilai yang akan digunakan nantinya untuk perhitungan peningkatan pengetahuan dan evaluasi sistem. Lalu setelah pengguna selesai menguji sistem, pengguna akan diminta untuk mengisi survey yang akan digunakan untuk menghitung seberapa efisien sistem dalam sudut pandang pengguna.

Jumlah responden yang ikut serta dalam pengujian ini berjumlah 10 orang. Adapun karakteristik responden yang mengikuti pengujian sistem adalah sebagai berikut:

1. Terdiri atas laki-laki dan perempuan dengan rincian sebagai berikut:
 1. Laki-laki : 5 orang
 2. Perempuan : 5 orang
2. Berusia antara 17 tahun hingga 30 tahun dengan rincian sebagai berikut :
 1. 17 tahun – 20 tahun : 3 orang
 2. 21 tahun – 25 tahun : 4 orang
 3. 26 tahun – 30 tahun : 3 orang
3. Mempunyai pengalaman dalam mengakses sebuah halaman web
4. Tidak merupakan ahli dalam bahasa Inggris seperti guru bahasa Inggris
5. Pernah mempelajari bahasa Inggris

8.1 Hasil Pengujian

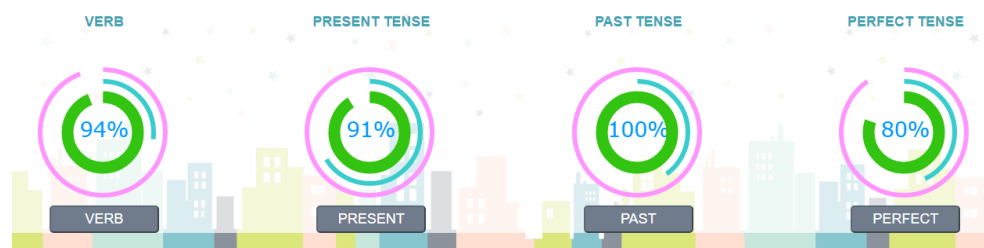
8.1.1. Pengujian terhadap algoritma adaptasi

Pada pengujian ini, terdapat 6 kasus yang akan diuji. Pada masing-masing kasus yang perlu diperhatikan adalah perubahan soal pada setiap kuis dan nilai pada setiap topik.

8.1.1.1. Hasil uji I

Pada kasus ini responden mengerjakan pretest dan mendapat nilai lebih dari 60 untuk semua topik yang berkaitan dengan kasus I.

Tampilan navigasi anotasi :



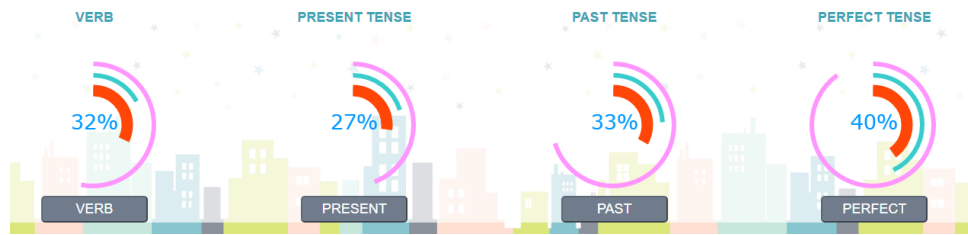
Topic	Quiz	Nomor pertanyaan yang diberi ke pengguna
Topic I	Quiz 1	1,2,3
Topic II	Quiz 2	1,2,3
	Quiz 3	1,2,3
Topic III	Quiz 4	1,2,3
	Quiz 5	1,2,3
Topic IV	Quiz 6	1,2,3
	Quiz 7	1,2,3
	Quiz 8	1,2,3

Tabel 3. Hasil uji I

8.1.1.2. Hasil uji kasus II

Pada kasus ini responden mengerjakan pretest dan mendapat nilai kurang dari 60 untuk semua topik. Uji ini berkaitan dengan kasus II yang terdapat di bagian evaluasi.

Tampilan navigasi anotasi :



Topic	Quiz	Nomor pertanyaan yang diberi ke pengguna
Topic I	Quiz 1	1,2,3
Topic II	Quiz 2	1,2,3
	Quiz 3	1,2,3
Topic III	Quiz 4	1,2,3
	Quiz 5	1,2,3
Topic IV	Quiz 6	1,2,3
	Quiz 7	1,2,3
	Quiz 8	1,2,3

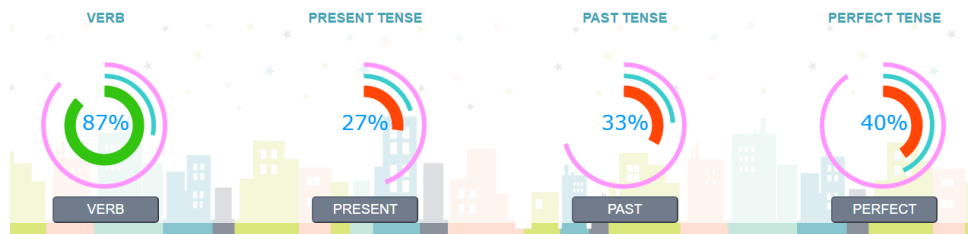
Tabel 4. Hasil uji kasus II

8.1.1.3. Hasil uji kasus III

Pada kasus ini responden melanjutkan dari hasil pretest pada hasil uji kasus II. Uji kasus ini berkaitan dengan kasus IV dan kasus V. Kemudian responden mengerjakan kuis 1 kembali pada topik verb dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

- Hasil Quiz : 87
- Qs 1 : False
- Qs 2 : False
- Qs 3 : False

Tampilan navigasi anotasi :



Topic	Quiz	Nomor pertanyaan yang diberi ke pengguna
Topic I	Quiz 1	1,2,3
Topic II	Quiz 2	1,2,3
	Quiz 3	1,2,3
Topic III	Quiz 4	1,2,3
	Quiz 5	1,2,3
Topic IV	Quiz 6	1,2,3
	Quiz 7	1,2,3
	Quiz 8	1,2,3

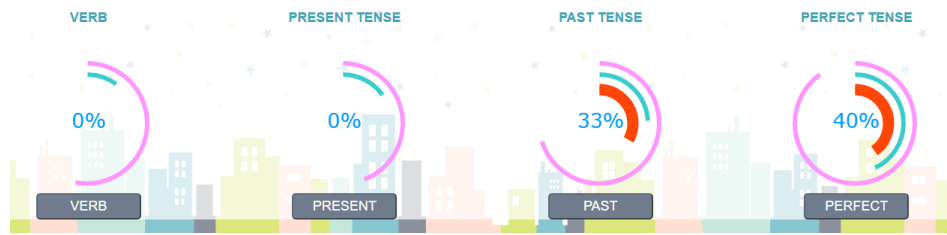
Tabel 5. Hasil uji kasus III

Kemudian responden mengerjakan kuis 2 pada topik present dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

- Hasil Quiz : 50
- Qs 1 : False
- Qs 2 : False

- Qs 3 : False

Tampilan navigasi anotasi :



Topic	Quiz	Nomor pertanyaan yang diberi ke pengguna
Topic I	Quiz 1	1,2,3
Topic II	Quiz 2	1,2,3
	Quiz 3	1,2,3
Topic III	Quiz 4	1,2,3
	Quiz 5	1,2,3
Topic IV	Quiz 6	1,2,3
	Quiz 7	1,2,3
	Quiz 8	1,2,3

Tabel 6. Hasil uji kasus IV

8.1.1.4. Hasil uji kasus IV

Pada kasus ini responden melanjutkan dari hasil pretest pada hasil uji kasus III. Kemudian responden mengerjakan kuis 1 kembali pada topik verb dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

- Hasil Quiz : 100
- Qs 1 : True
- Qs 2 : True
- Qs 3 : True

Tampilan navigasi anotasi :



Topic	Quiz	Nomor pertanyaan yang diberi ke pengguna
Topic I	Quiz 1	1,2,3
Topic II	Quiz 2	1,2,3
	Quiz 3	1,2,3
Topic III	Quiz 4	1,2,3
	Quiz 5	1,2,3
Topic IV	Quiz 6	1,2,3
	Quiz 7	1,2,3
	Quiz 8	1,2,3

Tabel 6. Hasil uji kasus IV

Kemudian penguji responden mengerjakan kuis 2 pada topik present dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

- Hasil Quiz : 54
- Qs 1 : False
- Qs 2 : False
- Qs 3 : False

Tampilan navigasi anotasi :



[insert annotation]

Topic	Quiz	Nomor pertanyaan yang diberi ke pengguna
Topic I	Quiz 1	1
Topic II	Quiz 2	1,2,3
	Quiz 3	1,2,3
Topic III	Quiz 4	1,2,3
	Quiz 5	1,2,3
Topic IV	Quiz 6	1,2,3
	Quiz 7	1,2,3
	Quiz 8	1,2,3

Tabel 7. Hasil uji kasus V

8.2.2. Pengujian sistem oleh pengguna

Untuk melihat seberapa besar peran sistem dalam membantu pengguna, dihitung besar kenaikan pengetahuan pengguna selama menggunakan sistem. Hal ini didapatkan dengan mengadakan ujian sebelum dan sesudah penggunaan sistem. Untuk menghitung kenaikan pengetahuan pengguna digunakan rumus sebagai berikut :

$$Knowledge\ gain = posttest\ score - pretest\ score$$

Setelah dihitung berdasarkan data yang diperoleh hasil dari peningkatan pengetahuan dari masing-masing kelompok adalah sebagai berikut.

Mean	Median	Standar Deviasi
6	6	4.099

8.3.3. Survey pengguna

Hasil dari survey pengguna adalah sebagai berikut

No	Pertanyaan	Hasil (0-4)
1	Anda menyukai tampilan muka dari Learning Crane	3.3
2	Menurut Anda anotasi yang berupa progress nilai yang ditampilkan	4

	pada halaman utama sangat informatif	
3	Anda merasa terbantu dengan adanya progress nilai yang ditampilkan pada halaman utama	4
4	Anda selalu mengerjakan kuis yang terdapat dalam topik yang nilainya masih rendah terlebih dahulu	2.9
5	Progress nilai yang ditampilkan pada halaman utama sudah sesuai dengan tingkat pengetahuan Anda yang sebenarnya terhadap topik tertentu	2.5
6	Anda terbantu dengan sistem adaptasi yang mengarahkan langsung kepada soal-soal yang salah saat mengerjakan sebuah kuis	3
7	Sistem adaptasi memberikan soal-soal yang Anda rasa belum menguasainya pada saat mengerjakan sebuah kuis dengan tepat	3.5
8	Soal-soal yang diberikan dalam Learning Crane membantu Anda dalam memahami topik-topik tertentu lebih baik	3
9	Variasi soal yang diberikan sudah memadai bagi Anda	3.6
10	Tingkat kesulitan soal-soal yang diberikan sudah tepat bagi Anda	3.5
11	Jumlah soal yang diberikan pada setiap kuis sudah sesuai menurut Anda	3
12	Anda lebih terbantu dengan sistem adaptasi dan navigasi pada Learning Crane dibandingkan dengan mengerjakan soal-soal latihan secara konvensional (seperti mengerjakan pekerjaan rumah yang diberikan oleh guru)	4

9. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan melalui pengujian terhadap sistem dan pengguna didapatkan evaluasi sebagai berikut.

9.1. Evaluasi sistem berdasarkan hasil uji kasus

Uji kasus yang dijalankan berguna untuk melihat apakah sistem adaptasi yang diterapkan berjalan dengan baik atau tidak. Dan berdasarkan hasil yang didapatkan, sistem telah menjalankan adaptasi sesuai yang diharapkan.

Pada pengujian pertama, anotasi yang ditunjukkan adalah warna hijau yang berarti nilai telah mencapai lebih dari 60. Dalam tahap ini pengguna bebas memilih topik yang ingin dikerjakan untuk selanjutnya karena sistem menilai pengguna telah menguasai semua topik yang ada.

Pada pengujian kedua, seluruh nilai yang didapatkan bernilai rendah sehingga anotasi menunjukkan warna merah yang berarti pengguna harus mempelajari topik-topik tersebut.

Pada pengujian ketiga, pengguna mengikuti saran sistem untuk mengambil topik yang berwarna merah terlebih dahulu dan memutuskan untuk mengerjakan quiz pertama. Pengguna mendapatkan hasil lebih dari 60 pada quiz tersebut sehingga adaptasi anotasi berubah menjadi warna hijau yang berarti topik tersebut telah dikuasai oleh pengguna.

Kemudian setelah itu pengguna mengerjakan topik selanjutnya dengan memilih kuis 2. Ternyata pengguna mendapatkan nilai yang rendah sehingga sistem akan langsung merubah anotasi dan mengajukan tautan soal yang disarankan bagi pengguna pada kuis 1 dan 2.

Pada pengujian ke empat, responden kembali mengerjakan kuis 1 yang direkomendasikan oleh sistem untuk dikerjakan setelah melakukan pengujian ke tiga. Hasilnya adalah pengguna mendapatkan nilai lebih dari 60 yang menyebabkan sistem untuk merubah anotasi ke warna hijau yang berarti pengguna telah menguasai topik tersebut.

Setelah itu, pengguna mengerjakan kuis kedua dan ternyata pengguna mendapatkan nilai kurang dari 60. Hal ini menyebabkan sistem merubah anotasi menjadi warna kuning dan sistem merekomendasikan soal 1 pada quiz 1 sebagai bentuk adaptasi langsung.

9.2. Evaluasi sistem berdasarkan hasil pengujian dari pengguna

Hasil pengujian pada pengguna meliputi dua hal yaitu kenaikan pengetahuan pengguna setelah mencoba sistem Learning Crane dan kuesioner yang diberikan pada pengguna. Hal pertama yang dapat dilihat dari hasil pengujian adalah peningkatan nilai pengetahuan pengguna yang dihitung dari selisih antara tes awal dan tes akhir. Hasil menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pengetahuan dengan rata-rata sebesar 6.1, dengan median 5.5 dan standar deviasi 4.795. Hal ini membuktikan bahwa sistem Learning Crane membantu pengguna dalam berlatih mengenai sebuah pelajaran tertentu.

Pada akhir pengujian, responden diberi kuesioner mengenai sistem Learning Crane. Kuesioner ini terdiri dari 12 pernyataan dengan 5 pilihan yaitu:

1. Sangat tidak setuju yang bernilai 0
2. Tidak setuju yang bernilai 1
3. Netral setuju yang bernilai 2
4. Setuju yang bernilai 3
5. Sangat setuju yang bernilai 4

Dengan demikian, jika hasil dari rata-rata pada sebuah pernyataan semakin mendekati nilai 4, berarti responden lebih setuju dari pernyataan tersebut.

Pada pernyataan pertama, responden memberikan nilai terhadap tampilan dari Learning Crane. Hasil yang didapatkan adalah 3.3 yang berarti responden berada dititik netral mengenai hal tersebut. Adaptasi yang diterapkan pada learning crane baik berupa anotasi dan tautan anotasi juga dianggap membantu pengguna. Hal ini dibuktikan dengan nilai 3 dan 4 pada kuesioner pernyataan ke 2,3, dan 6 yang berkaitan dengan sistem adaptasi. Untuk kesadaran pengguna memilih soal yang mempunyai nilai yang rendah terlebih dahulu juga cukup tinggi dengan nilai 2.9 yang dibuktikan pada hasil pernyataan kuesioner nomor 4. Berkaitan dengan soal yang terdapat pada sistem, mulai dari variasi, jumlah, tingkat kesulitan, dan topik juga memiliki nilai yang cukup tinggi dengan rata-rata 3 yang dibuktikan dengan nilai yang didapatkan pada pernyataan 8,9,10, dan 11 pada kuesioner.

Permasalahan utama yang terdapat pada sistem sebelumnya yang menerapkan adaptasi yang sama dengan learning crane adalah kesesuaian nilai pengetahuan yang ditampilkan sistem dengan pengetahuan siswa sebenarnya. Pada hasil kuesioner yang didapatkan adalah nilai 2.5 pada pernyataan ke 5 yang berkaitan dengan hal tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa nilai yang ditampilkan masih belum terlalu sesuai dengan tingkat pengetahuan pengguna yang sebenarnya.

Untuk membuktikan bahwa sistem learning crane lebih baik daripada metode konvensional menurut pengguna, pada kuesioner diberi pernyataan bahwa sistem learning crane lebih membantu dari pada metode konvensional dan mendapat nilai 4 yang berarti semua pengguna sangat setuju pada pernyataan tersebut. Hal ini juga dapat dilihat dari knowledge gain yang berasal dari uji coba sistem

pada user. Walaupun rata-rata kenaikan pengetahuan tidak terlalu tinggi, sistem berhasil meningkatkan pengetahuan pengguna.

Pada kuesioner pengguna diberi pertanyaan apakah pengguna lebih memilih menggunakan latihan konvensional untuk kedepannya atau learning crane. Pengguna memilih untuk menggunakan learning crane dan latihan konvensional yang dapat diambil kesimpulan bahwa latihan konvensional masih belum terlepas dari sistem pendidikan saat ini.

10. Kesimpulan dan Saran

10.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada bagian 4, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Learning Crane melakukan adaptasi anotasi dan langsung dengan hasil kuis yang dilakukan pengguna sebagai acuannya.
2. Dari pengujian yang dilakukan, terdapat kenaikan pengetahuan pengguna dengan rata-rata sebesar 6 dalam skala 100 yang membuktikan bahwa Learning Crane mampu menjadi sistem untuk membantu siswa dalam berlatih mengenai pelajaran tertentu.
3. Berdasarkan hasil kuesioner, dapat disimpulkan bahwa adaptasi yang diterapkan pada sistem Learning Crane membantu pengguna dalam berlatih dan lebih baik dari metode konvensional. Walaupun begitu, sebagian besar pengguna masih akan menggunakan metode konvensional yang dibarengi dengan sistem Learning Crane.

10.2. Saran

Terlepas dari keberhasilan Learning Crane dalam membantu pengguna, masih terdapat hal yang harus diperbaiki pada sistem Learning Crane ini. Hal tersebut meliputi:

1. Perhitungan pengetahuan siswa.

Berdasarkan hasil kuesioner, pengguna masih belum merasakan bahwa nilai yang ditampilkan oleh sistem sesuai dengan tingkat pengetahuan mereka yang sesungguhnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh rumus yang dipakai dalam sistem ini yang masih belum sempurna. Disarankan untuk kedepannya, perhitungan pengetahuan dapat melibatkan banyak factor yang ada seperti waktu peserta belajar mengenai topik tersebut, seberapa dalam materi yang disuguhkan pada setiap pertanyaan yang terdapat dalam sistem dan factor lainnya.

2. Framework yang digunakan

Berdasarkan teknologi yang diterapkan pada sistem, Learning Crane mempunyai beberapa kekurangan pada penerapannya. Kekurangan yang pertama adalah sulitnya menemukan *framework* untuk mendukung pengembangan sistem menggunakan sparql dengan rdf store. Pada learning crane, framework yang digunakan adalah apache jena yang hanya mendukung bahasa pemrograman java. *Framework* yang menggunakan bahasa pemrograman lainnya seperti php masih sulit ditemukan. Dan beberapa dari *open source framework* yang tersedia sudah tidak dilanjutkan pengembangannya. Untuk itu kedepannya dapat dipertimbangkan untuk membuat sebuah framework yang dapat digunakan dalam berbagai bahasa pemrograman.

Daftar Pustaka

- [1] McMillan, James H., 2008, Student Self-Assessment: The Key to Stronger Student Motivation and Higher Achievement.
- [2] Brusilovsky P. (2000) Adaptive Hypermedia: From Intelligent Tutoring Systems to Web-Based Education. In: Gauthier G., Frasson C., VanLehn K. (eds) Intelligent Tutoring Systems. ITS 2000. Lecture Notes in Computer Science, vol 1839. Springer, Berlin, Heidelberg
- [3] Paine, N. 1989, 'Preface', in N. Paine, (ed), Open learning in transition: an agenda for action, London, Kogan Page.
- [4] Lovett, M., Meyer, O. and Thille, C., 2008. JIME - The Open Learning Initiative: Measuring the Effectiveness of the OLI Statistics Course in Accelerating Student Learning. *Journal of Interactive Media in Education*, 2008(1), p.Art. 13. DOI: <http://doi.org/10.5334/2008-14>
- [3] Brusilovsky, P. and Sosnovsky, S. (2005) Individualized Exercises for Self-Assessment of Programming Knowledge: An Evaluation of QuizPACK. *ACM Journal on Educational Resources in Computing* 5 (3), Article No. 6
- [4] Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., and Shcherbinina, O. (2004) QuizGuide: Increasing the Educational Value of Individualized Self-Assessment Quizzes with Adaptive Navigation Support. In: J. Nall and R. Robson (eds.) *Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2004*, Washington, DC, USA, November 1-5, 2004, AACE, pp. 1806-1813.
- [5] Brusilovsky, P., Hsiao, I.-H., and Folajimi, Y. (2011) QuizMap: Open Social Student Modeling and Adaptive Navigation Support with TreeMaps. In: C. Delgado Kloos, D. Gillet, R. M. Crespo Garcíá, F. Wild and M. Wolpers (eds.) *Proceedings of 6th European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTEL 2011)*, Palermo, Italy, September 20-23, 2011, Springer-Verlag, pp. 71-82.
- [6] Sosnovsky, S. and Brusilovsky, P. (2015) Evaluation of Topic-based Adaptation and Student Modeling in QuizGuide. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 25 (4), 371-424.
- [7] Hsiao, I.-H., Sosnovsky, S., and Brusilovsky, P. (2010) Guiding students to the right questions: adaptive navigation support in an E-Learning system for Java programming. *Journal of Computer Assisted Learning* 26 (4), 270-283.
- [8] Boyle, C., & Encarnacion, A. O. (1994). MetaDoc: an adaptive hypertext reading system. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4 (1), 1-19
- [9] Brusilovsky, Peter. (1994). Adaptive Hypermedia: An Attempt to Analyze and Generalize.. 288-3
- [10] Brusilovsky, P. (2003) Developing adaptive educational hypermedia systems: From design models to authoring tools. In: T. Murray, S. Blessing and S. Ainsworth (eds.): *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 377-409.
- [11] Brusilovsky, P. (2007) Adaptive navigation support. In: P. Brusilovsky, A. Kobsa and W. Neidl (eds.): *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4321, Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, pp. 263-290an