

## Pemodelan *Learning Object Recommender* berdasarkan *Prior Knowledge* pada *Student Centered e-Learning Environment*

Harry B. Santoso, Zainal A. Hasibuan, dan Rendra Rahmatullah

Digital Library & Distance Learning Lab

Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia

Kampus Baru UI Depok

[harrybs@cs.ui.ac.id](mailto:harrybs@cs.ui.ac.id), [zhasibua@cs.ui.ac.id](mailto:zhasibua@cs.ui.ac.id), [rera41@ui.edu](mailto:rera41@ui.edu)

### ABSTRAKSI

Dalam proses pembelajaran seringkali diasumsikan bahwa pembelajar memiliki *prior knowledge* yang sama. Padahal dalam realitasnya tidaklah selalu demikian. Disinilah urgensinya fasilitas sistem rekomendasi bahan ajar (*learning object recommender systems*) untuk meningkatkan kualitas interaksi dalam hal ini kegiatan diskusi dalam mengkonstruksi pengetahuan baru dengan mekanisme pengayaan *prior knowledge* pembelajar. Tulisan ini bertujuan untuk memperkenalkan sistem yang akan memberikan rekomendasi bahan ajar berdasarkan informasi tentang *prior knowledge* pembelajar. *Prior knowledge* dapat diidentifikasi menggunakan *pre-test*, *mid-test*, dan *post-test assessment*. Tiga tahapan *assessment* ini sangat berguna sebagai input sistem. Penelitian tahap awal ini sejalan dengan sistem *e-Learning* yang telah diimplementasikan saat ini di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, yaitu *Student Centered E-Learning Environment (SCELE)* yang dikembangkan menggunakan *Learning Management System* berbasis *open source*, yaitu Moodle.

### 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan tinjauan kurikulum Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia (Fasilkom UI), rata-rata sebagian besar matakuliah merupakan matakuliah yang memiliki prasyarat (*prerequisites*) matakuliah tertentu. Matakuliah-matakuliah di semester tertentu membutuhkan prasyarat sejumlah 1 (satu) atau beberapa matakuliah di semester sebelumnya. Berdasarkan tinjauan terhadap kurikulum Fasilkom UI tercatat bahwa pada program S1, dari 72 matakuliah (selain Tugas Akhir, Seminar, dan Topik Khusus), terdapat satu matakuliah yang membutuhkan prasyarat 5 (lima) matakuliah, 7 (tujuh) matakuliah membutuhkan prasyarat masing-masing 3 (tiga) matakuliah, 16 matakuliah membutuhkan prasyarat masing-masing 2 (dua) matakuliah, 30 matakuliah membutuhkan prasyarat masing-masing 1 (satu) matakuliah, dan hanya 18 matakuliah yang tidak membutuhkan prasyarat matakuliah. Pada program S2 Magister Ilmu Komputer, dari 21 matakuliah, semua matakuliah membutuhkan prasyarat matakuliah yang perlu diambil pembelajar, yaitu 8 (delapan) matakuliah membutuhkan prasyarat masing-masing 2 (dua) matakuliah dan 13 matakuliah membutuhkan prasyarat masing-masing 1 (satu) matakuliah. Disamping itu, dalam suatu matakuliah beberapa topik juga juga memiliki prasyarat topik-topik sebelumnya.

Dalam proses belajar, *prior knowledge* akan membantu pembelajar dalam memproses informasi baru. Melihat pentingnya *prior knowledge* dalam proses pembelajaran sebagaimana ditunjukkan

dalam berbagai penelitian [1][2][3][4][5][6], dibutuhkan penanganan khusus untuk melakukan *assessment* terhadap *prior knowledge* pembelajar sebelum memulai perkuliahan selama 1 (satu) semester. Informasi mengenai *prior knowledge* masing-masing pembelajar penting artinya sebagai input terhadap LMS untuk menganalisis level *prior knowledge* pembelajar serta memberikan rekomendasi mengenai topik apa saja yang perlu dipelajari kembali untuk memperkuat dan mengaktifkan kembali *prior knowledge*. Selain pada masa awal perkuliahan, *assessment* terhadap *prior knowledge* dapat dilakukan kembali di tengah-tengah masa perkuliahan menjelang ujian tengah semester (UTS) untuk melihat kemajuan belajar pembelajar. Hasil proses pembelajaran melalui segenap *treatment* ini dapat diketahui pada hasil ujian akhir semester (UAS).

*Prior knowledge* pembelajar bisa sama, hampir sama, atau bahkan secara signifikan tidak sama. Secara eksplisit, perbedaan *prior knowledge* di antara pembelajar dapat diketahui melalui *pre-test* yang dilakukan sebelum pembahasan materi inti. Bila pengajar dalam mengajar menggunakan tempo stabil saja, maka pembelajar yang memiliki *prior knowledge* sedikit atau tidak sejalan, kemungkinan besar ia akan gagal. Disinilah sangat berperan *social constructivism* untuk membantu pembelajar belajar secara kolaboratif dan saling mengisi. Dalam LMS kita membutuhkan fasilitas personalisasi yang secara adaptif mampu memfasilitasi pembelajar untuk melihat kemajuan atau status belajarnya dan menyediakan apa yang dibutuhkan pembelajar sehingga mampu mengikuti aktivitas belajar mengajar.

Bahan ajar merupakan komponen yang sangat penting dalam pembelajaran online selain aktivitas diskusi. Pengetahuan yang perlu diserap pembelajar pada dasarnya bukan bergantung dari segi banyak secara kuantitas, namun seberapa relevan bahan ajar yang perlu diperoleh para pembelajar. Pembelajar dengan *prior knowledge* yang tinggi akan matakuliah yang diikuti, membutuhkan materi belajar yang berbeda dengan pembelajar lain dengan *prior knowledge* yang rendah. Intinya adalah masing-masing pembelajar membutuhkan aspek personalisasi dalam pemilihan bahan ajar.

Dalam penelitian ini dibutuhkan 3 (tiga) jenis data, yaitu:

- Data 1:  
Learning object (LO) matakuliah untuk ujicoba.
- Data 2:
  - Instrumen evaluasi pre-test
  - Instrumen evaluasi mid-test (*preliminary assessment* sebelum UTS)
  - Instrumen evaluasi post-test (*preliminary assessment* sebelum UAS)
- Data 3:  
Hasil UTS dan UAS.

Hasil dari Data 3 akan dijadikan pembandingan dengan Data 2, sebagai bahan analisis dalam melihat pengaruh hasil yang dicapai pada Data 2 terhadap Data 3.

## 2. 2. STUDENT CENTERED E-LEARNING ENVIRONMENT

E-Learning merupakan konsep penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dalam mendukung proses belajar-mengajar. Fasilkom UI telah mengembangkan sistem e-Learning dengan paradigma pembelajaran *student-centered*, *Student Centered e-Learning Environment* (SCELE). Titik fokus sistem pembelajaran ini terletak pada pembelajar. Adapun karakteristik *student-centered* adalah sebagai berikut:

- Adanya pemberian tanggung jawab yang lebih pada pembelajar untuk melakukan perencanaan dalam belajar [24].
- Pembelajar dituntut untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran, dimana pengajar akan berperan sebagai fasilitator (bukan lagi sebagai *'expert'* yang dianggap mengetahui segalanya) dalam memandu terjadinya proses pembelajaran [25].
- Interaksi sosial (diskusi) merupakan hal yang sangat penting dalam memperoleh pengetahuan dalam lingkungan pembelajaran *student-centered* [25].

Pandangan bahwa pengajar adalah seorang ahli yang tahu segalanya sangat berpotensi membuat pembelajar menjadi pasif dan terlalu bergantung

pada pengajar. Berbeda halnya dengan *student-centered* dimana pembelajar dituntut aktif untuk mengelaborasi informasi yang diperoleh serta secara kreatif dan terampil mengasah kemampuan berkolaboratif dalam memecahkan persoalan.

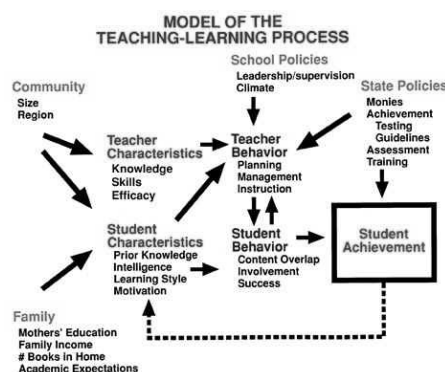


Gambar 1. Antarmuka SCELE

LMS yang berhasil diimplementasikan tim e-Learning Fasilkom UI adalah hasil modifikasi dari sistem open source Moodle [27]. Modul - modul digunakan antara lain terdiri dari manajemen bahan ajar, manajemen pengguna, manajemen media komunikasi, manajemen aktivitas, integrasi dengan perpustakaan digital, *learning object manager*, serta roadmap pembelajaran.

## 3. 3. PERANAN PRIOR KNOWLEDGE DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Proses belajar-mengajar menurut Huit [1] memiliki berbagai komponen yang berpengaruh, seperti komunitas (ukuran dan wilayah); keluarga (tingkat pendidikan ibu, pendapatan keluarga –buku-buku yang ada di rumah, serta ekpektasi akademik); pengajar yang terdiri dari aspek karakteristik pengajar dan aktivitas/tingkah laku pengajar; pembelajar yang terdiri dari aspek karakteristik pembelajar dan aktivitas/tingkah laku pembelajar; kebijakan sekolah; serta kebijakan negara. *Prior knowledge* merupakan salah satu bagian dari karakteristik pembelajar, selain kecerdasan, gaya belajar, dan motivasi yang akan mempengaruhi aktivitas pembelajar dalam proses belajar-mengajar.



Gambar 2. Huit's teaching-learning process

*Prior knowledge* mempengaruhi bagaimana pengajar dan pembelajar berinteraksi dengan bahan ajar, baik secara individu maupun secara kelompok. Hal ini merupakan langkah awal yang sesuai untuk pembelajaran yang seharusnya memang dibangun di atas apa yang telah diketahui, serta merupakan faktor utama dalam *comprehension*—yang pantas bagi pengalaman belajar [2].

Pembelajar belajar dan mengingat dengan sangat baik ketika dikaitkan dengan *prior knowledge* yang relevan. Pengajar yang mengaitkan aktivitas-aktivitas dan instruksi dalam kelas dengan *prior knowledge* akan membangun familiaritas pembelajar dan memungkinkan pembelajar untuk menghubungkan materi kurikulum dengan budaya serta pengalaman masing-masing [3].

Peranan *prior knowledge* dalam pembelajaran dijelaskan oleh Marilla Svinicki sebagai berikut [4]:

- *Prior knowledge* mempengaruhi bagaimana pembelajar mengorganisasikan informasi baru, dimana tujuan dari belajar memasukkan informasi ke dalam organisasi informasi yang sudah ada dalam memori. Pembelajar menggunakan struktur yang ada untuk melakukan asimilasi atas informasi baru.
- Instruktur atau pengajar dapat menggunakan *prior knowledge* ini ketika menyampaikan analogi atau contoh. Analogi merepresentasikan struktur organisasi dari informasi, dimana struktur informasi ini yang ditransfer ke informasi baru.
- *Prior knowledge* mempengaruhi seberapa mudah pembelajar membuat hubungan untuk informasi baru. Salah satu kunci dalam belajar dan mengingat adalah kekayaan hubungan dari informasi yang dimiliki. Semakin banyak hubungan, semakin mudah untuk mengingat.
- Adalah sangat membantu untuk mengetahui *prior knowledge* dari pembelajar dalam setting pembelajaran. Penggunaan pre-test atas konsep-konsep kunci dan terminologi dapat membantu pengajar dan pembelajar dalam mengatasi *gaps* atau miskonsepsi.
- Merupakan ide yang baik untuk mengecek kondisi *prior knowledge* secara regular.

Penelitian dalam *Enriching Background Knowledge* menunjukkan bahwa melakukan aktivasi terhadap pengetahuan akan meningkatkan perhatian (*comprehension*) [5] dalam [6] menemukan bahwa menampilkan latar belakang informasi yang berhubungan dengan topik yang akan dipelajari membantu pembaca belajar dari teks daripada bagaimana bagaimana latar belakang informasi

ditampilkan atau seberapa khusus dan umum hal tersebut.

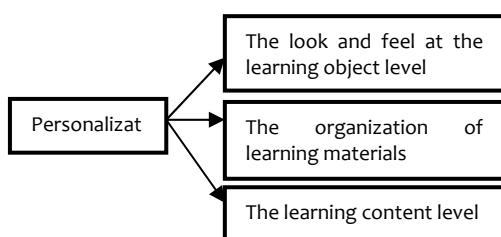
*Prior knowledge* dari masing-masing individu diyakini menjadi prasyarat penting dalam pembentukan pengetahuan individu juga *learning outcome*. Banyak pendekatan secara teori yang menekankan pentingnya *prior knowledge* dari pembelajar saat mendapatkan materi ajar baru [7] [8] dan banyak penelitian empiris menunjukkan pengaruh *prior knowledge* terhadap *learning outcomes* individu [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15]. Penelitian yang dilakukan Pazzani [16] menunjukkan bahwa *concepts* yang konsisten dengan *prior knowledge* memerlukan contoh yang lebih sedikit bagi subyek (pembelajar) untuk mempelajari secara akurat daripada *concepts* yang tidak konsisten dengan *prior knowledge*. Dalam makna lain *prior knowledge* memberikan kemudahan dalam proses akuisisi konsep (*concepts acquisition*). Ketika membahas mengenai akuisisi konsep, McNamara dan O'Reilly [17] mendeskripsikan 5 (lima) panduan untuk akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) yang muncul dari bagaimana pengetahuan direpresentasikan dan diorganisasikan, yaitu proses materi secara semantik, proses dan peroleh kembali informasi secara lebih sering, kondisi belajar dan mendapatkan kembali informasi perlu dilakukan semirip mungkin, menghubungkan informasi baru dengan *prior knowledge*, dan ciptakan prosedur-prosedur kognitif. Mengenai poin keempat, yaitu keterhubungan informasi, materi baru yang dihubungkan dengan *prior knowledge* akan dapat dipertahankan secara lebih baik.

*A driving factor in text and discourse comprehension is prior knowledge* (Bransford & Johnson, 1972). Para pembaca yang berpengalaman secara aktif menggunakan *prior knowledge* mereka selama mencurahkan perhatian (*comprehension*). *Prior knowledge* membantu pembaca untuk mengisi *contextual gaps* dalam teks dan membangun pemahaman menyeluruh atau model situasi yang lebih baik dari teks yang dibaca. Menggunakan *prior knowledge* untuk memahami teks dan percakapan (*discourse*) adalah sangat penting. Lebih lanjut, berfikir mengenai apa yang telah kita ketahui mengenai suatu topik, memberikan koneksi dalam ingatan pada informasi baru – semakin banyak koneksi yang dibentuk, semakin banyak informasi yang dapat diambil dari ingatan kita. Adapun mengenai *knowledge retention*, kondisinya dipengaruhi level *prior knowledge* (“...found that *knowledge retention* was affected by the level of *prior knowledge*.”) [18] dalam [19].

#### 4. 4. PERSONALISASI PEMBELAJARAN

Fasilitas personalisasi di antaranya adalah (1) *querying learning object descriptions to return results tailored towards users' individual goals and preferences*; (2) *the ability to define views over the learning object metadata*; (3) *facilities for defining new composite learning objects*; and (4) *facilities for subscribing to personalised event and change notification services* [20]. Terdapat kebutuhan bahwa LMS dapat men-deliver *personalised material* yang sesuai dengan kebutuhan belajar gaya belajar pembelajar. Melakukan identifikasi atas perbedaan-perbedaan ini kemudian melakukan adaptasi pembelajaran terhadap kondisi tersebut adalah penting untuk mendapatkan kinerja yang optimal dari pembelajar [21].

Ide utama dari personalisasi adalah aktivitas satu-satu (*one-to-one activity*) sebagai lawan atas cara belajar tradisional yang berlangsung secara satu-banyak (*one-to-many activities*). Personalisasi termasuk di dalamnya menggunakan strategi-strategi spesifik dari pembelajar yang dapat membawa pada banyak bentuk dan tawaran alternative pilihan, termasuk alur atau bagaimana mempresentasikan materi (*sequencing or presentation of content*), latihan (*practices*), umpan balik (*feedback*), dan evaluasi (*assessments*). Pada kondisi pembelajaran online, peran teknologi harus mampu menjamin bahwa strategi-strategi ini dapat diaplikasikan dan meningkatkan *self-managed* oleh pembelajar online *over time* (Martinez, 2002) [22]. Personalisasi bisa terdapat pada level yang berbeda dalam proses instruksional. Gambar di bawah ini menunjukkan level yang berbeda dari personalisasi.



Gambar 3. Personalisasi pada level yang berbeda

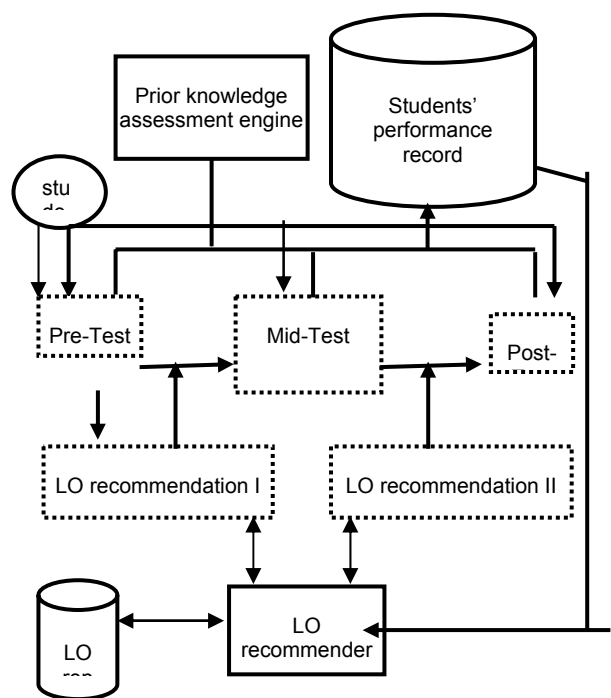
Personalisasi dapat dilakukan pada level LO dimana tampilan (*look and feel*) dari LO dapat dikustomisasi agar sesuai dengan kebutuhan pembelajar. Elemen tampilan LO dapat berupa pemilihan warna, ukuran font dari teks, dan layout keseluruhan dari *content* termasuk animasi dan kualitas gambar.

Personalisasi juga dapat terjadi saat bahan ajar dipilih dan diorganisasikan untuk tipe-tipe pembelajar yang berbeda. Pada level ini, personalisasi menentukan strategi pembelajaran atas *information-push* (I-Push), *information pull* (I-Pull)

dan *blended learning* (Reiser and Dempsey, 2002) [23].

#### 5. 5. MODEL SISTEM PEREKOMENDASIAN BAHAN AJAR

Penelitian mengenai LO dan aspek rekomendasi telah dilakukan oleh W. Ma, et. al. [26]. Penelitian ini berfokus pada disain instruksional dan memberikan justifikasi bagi pendekatan sistem rekomendasi *ontological* untuk mendukung disain instruksional dengan meletakkan LO yang sesuai. Penelitian lain dikembangkan oleh Sun L. et. al. [21] yang menciptakan *personalized learning materials* yang sesuai dengan kebutuhan pembelajar dan gaya belajar pembelajar.



Gambar 4. Model sistem perekomendasi bahan ajar

Berdasarkan kurikulum yang ada di Fasilkom UI dan analisis kami atas SCELE, kami mendisain arsitektur Learning Object Recommender (LOR) yang berfokus pada *prior knowledge* assessment sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Kami menawarkan empat komponen utama, yaitu:

1. **Prior knowledge assessment engine**: komponen ini digunakan untuk menghasilkan instrument assessment, seperti pre-test, mid-test, and final-test. Sebuah assessment mengandung beberapa pertanyaan yang berhubungan dengan matakuliah dan tipe assessment.
2. **Records of students' performance**: digunakan untuk menyimpan semua hasil assessment. Data hasil assessment dari masing-masing pembelajar dapat dianalisis untuk melacak kemajuan belajar

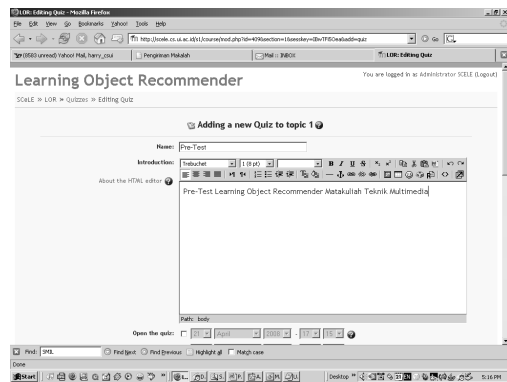
pembelajar. Ukuran kemajuan belajar pembelajar dapat dilakukan dengan membandingkan hasil assessment.

3. **LO repository**: digunakan untuk mengatur LOs setelah proses pembuatan dan mengatur metode revisinya (*versioning mechanism*).
4. **LO recommender**: fungsi ini digunakan untuk memberikan atau merekomendasikan bahan ajar bagi pembelajar berdasarkan hasil assessment masing-masing.

## 6. 6. DISAIN PROTOTYPE SISTEM

Prototipe sistem ini dapat ditunjukkan sesuai dengan alur mekanisme perkomendasi bahan ajar, yaitu: pemberian tes, identifikasi level *prior knowledge* pembelajar, rekomendasi bahan ajar.

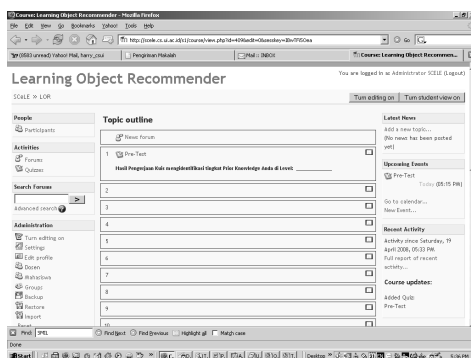
Pemberian tes dapat dilakukan dengan mengaktifkan fitur kuis dalam SCELE.



Gambar 5. Fitur kuis untuk tes

Hasil pengerjaan kuis oleh masing-masing pembelajar mengindikasikan level *prior knowledge* masing-masing.

Hasil Pengerjaan Kuis mengidentifikasi tingkat Prior Knowledge Anda di Level: \_\_\_\_\_



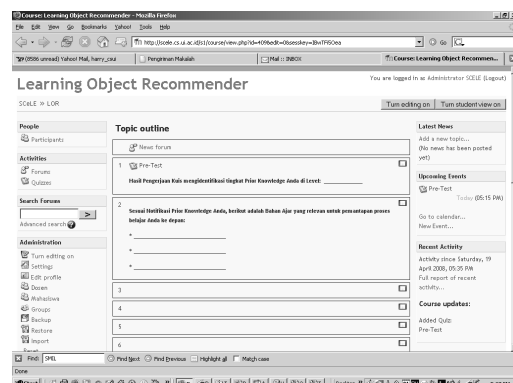
Gambar 6. Notifikasi pengerjaan kuis dan identifikasi level *prior knowledge*

Perekomendasi bahan ajar untuk pembelajar disesuaikan dengan hasil assessment masing-masing.

Sesuai Notifikasi Prior Knowledge Anda, berikut adalah Bahan Ajar yang relevan untuk pemantapan proses belajar Anda ke depan:

\* \_\_\_\_\_

\* \_\_\_\_\_



Gambar 7. Perekomendasi bahan ajar sesuai tingkat *prior knowledge*

## 7. 7. PENGEMBANGAN LEBIH LANJUT

Setelah melakukan pemodelan LOR berdasarkan *prior knowledge*, tahapan selanjutnya yang perlu dilakukan adalah melakukan implementasi disain prototipe sistem. Selain itu perlu kembangkan mekanisme evaluasi terhadap sistem ini. Mekanisme evaluasi yang perlu dikembangkan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Evaluasi secara Kualitatif  
Evaluasi ini dilakukan dengan menggali tingkat kepuasan pembelajar atas pengalaman individunya terhadap kegiatan belajar antara tanpa dan dengan menggunakan sistem perkomendasi bahan ajar.
2. Evaluasi secara Kuantitatif  
Evaluasi ini dilakukan dengan membandingkan tingkat keberhasilan (*learning outcome*) pembelajar yang menggunakan sistem perkomendasi bahan ajar dengan yang tidak.

## 8. 8. REFERENSI

[1] Huitt, W. (2003). *Model of the teaching learning process*, Diakses pada tanggal 26 Januari 2007 dari: <http://chiron.valdosta.edu/whuitt/materials/tchlrmmd.html>

[2] Dikutip dari Kujawa, S., & Huske, L. (1995). *The Strategic Teaching and Reading Project guidebook* (Rev. ed.). Oak Brook, IL: North Central Regional Educational Laboratory dalam Barbara Z. Presseisen, Director of Urban Development at Research for Better Schools in Philadelphia. <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/students/learning/lr1pk.htm>. access 20 desember 2006. North Central Regional Educational Laboratory, 1995.

[3] Beyer, B. K. (1991). *Teaching thinking skills: A handbook for elementary school teachers*. Boston: Allyn and Bacon.

[4] Adapted from *Strategic Teaching and Reading Project Guidebook*. (NCREL, 1995, rev. ed.). Marilla Svinicki, *What They Don't Know Can Hurt Them: The Role of Prior Knowledge in Learning*, Center for Teaching and Learning, University of Minnesota, 2006

[5] Hayes, David A. and Robert J. Tierney. "Developing Readers Knowledge through Analogy." *Reading Research Quarterly* 17(2), 1982, 256-80. EJ 257 814

[6] William L. Christen and Thomas J. Murphy, *Increasing Comprehension by Activating Prior Knowledge*, ERIC Clearinghouse on Reading, English, and Communication Digest #61, 2805 E 10th Street, Bloomington, May 1991. ONLINE, accessed 21 November 2006

[7] Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive [Knowledge acquisition from a constructivist perspective]. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 867 - 888.

[8] Glaser, R. (1989). Expertise and learning: How do we think about instructional processes now that we have discovered knowledge structures? In D. Klahr & K. Kotovsky (Eds.), *Complex information processing: The impact of Herbert A. Simon* (pp. 269-282). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

[9] Dochy, F. J. R. C. (1992). Assessment of *prior knowledge* as a determinant for future learning. The use of *prior knowledge* state tests and knowledge profiles. Utrecht: Uitgeverij Lemma B.V.

[10] Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. *Human Factors*, 40, 1-17.

[11] Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology*, 92, 126-136.

[12] Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2001). Learner experience and efficiency of instructional guidance. *Educational Psychology*, 21, 5-23.

[13] O'Donnell, A. M., & Dansereau, D. F. (2000). Interactive effects of *prior knowledge* and material format on cooperative teaching. *Journal of Experimental Education*, 68, 101-118.

[14] Renkl, A., Stark, R., Gruber, H., & Mandl, H. (1998). Learning from worked-out examples: The effects of example variability and elicited self-explanations. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 90-108.

[15] Weinert, F. E., & Helmke, A. (1998). The neglected role of individual differences in theoretical models of cognitive development. *Learning and Instruction*, 8, 309-323.

[16] Michael J. Pazzani (1991). The Influence of *Prior knowledge* on Concept Acquisition: Experimental and Computational Results. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 17, 3, 416-432.

[17] Danielle S. McNamara and Tenaha O'Reilly. *Learning: Knowledge Representation, Organization, and Acquisition*. Old Dominion University

[18] Price, V., & Zaller, J. (1993). Who gets the news? Alternative measures of news reception and their implications for research. *Public Opinion Quarterly*, 57 (2), 133-164.

[19] Le Heron, J., & Sligo, F. (2005). Acquisition of simple and complex knowledge; a knowledge gap perspective. *Educational Technology & Society*, 8 (2), 190-202.

[20] Kevin Keenoy, Alexandra Poulouvassilis, George Papamarkos, Peter T. Wood; Vassilis Christophides, Aimilia Magkanaraki, Miltos Stratakis; Philippe Rigaux, Nicolas Spyrtos, Adaptive Personalisation in Self e-Learning Networks

[21] Lily Sun, Shirley Williams, Khadidjatou Ousmanou and Jude Lubega, Building Personalised Functions into Dynamic Content Packaging to Support Individual Learners

[22] Martinez, 2002 dalam [21]

[23] Reiser and Dempsey, 2002 dalam [21]

[24] R. Cannon, Guide to support the implementation of the Learning and Teaching Plan Year 2000, ACUE, The University of Adelaide, 2000.

[25] R. Motschnig-Pitrik and A. Holzinger, Student-Centered Teaching Meets New Media: Concept and Case Study, International Forum of Educational Technology & Society 5 (4), 2002.

[26] Ma, W., Learning Object Recommender Systems, in: Proceedings of the IASTED International Conference on Education and Technology, Calgary, Canada, pp. 113-118, 2005

