

**Presentasi Adaptif berdasarkan *Learning Style* dan
Working Memory Capacity pada Sistem Pembelajaran
Adaptif**

Proposal Tugas Akhir

Kelompok Keahlian: SIDE

**Widya Lestari
1103120027**



**Program Studi Sarjana Teknik Informatika
Fakultas Informatika Teknik
Universitas Telkom
Bandung
2015**

Lembar Persetujuan

Presentasi Adaptif berdasarkan *Learning Style* dan *Working Memory Capacity* pada Sistem Pembelajaran Adaptif

Adaptive Presentation based on Learning Style and Working Memory Capacity in Adaptive Learning System

**Widya Lestari
1103120027**

Proposal ini diajukan sebagai usulan pembuatan tugas akhir pada
Program Studi Sarjana Teknik Informatika
Fakultas Informatika Universitas Telkom

Bandung, 19 Maret 2015

Menyetujui,

Calon Pembimbing I

Calon Pembimbing II

**Dade Nurjanah, MT., Ph.D
NIP. 97730158-1**

**Nungki Selviandro, S.Kom., M.Kom
NIP. 14881402-1**

Abstrak

E-learning dan *learning management system* (LMS) telah sukses menjadi salah satu metode ajar yang mengatasi masalah batasan ruang dan waktu dalam proses pembelajaran. Namun kedua hal tersebut belum mampu menangani masalah perbedaan karakteristik peserta didik yang cenderung diberikan perlakuan yang sama oleh pengajar mereka. Setiap individu memiliki karakter mereka masing-masing dan memiliki gaya belajar (*learning style*) yang berbeda-beda pula. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas belajar peserta didik akan meningkat jika *learning style* yang mereka miliki disesuaikan dengan *treatment* pengajar dalam memberikan materi dan lainnya [3][4]. Salah satu hal yang juga berperan penting dalam kualitas belajar seorang peserta didik yaitu *working memory capacity* (WMC). WMC memungkinkan informasi yang diterima dapat disimpan dalam jangka waktu tertentu [2]. Peserta didik yang kesulitan dalam menyelesaikan aktivitas pembelajaran cenderung memiliki level WMC yang rendah [5]. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dihasilkan suatu sistem rekomendasi dan personalisasi konten berbasis *adaptive presentation* yang akan disesuaikan dengan *learning style* dan *working memory capacity* yang dimiliki oleh peserta didik. Dengan mencatat *behavior* peserta didik yang melakukan log ke *learning management system*, maka deteksi *learning style* dapat dilakukan dengan menggunakan Bayesian Network dan deteksi *working memory capacity* dapat dilakukan dengan menggunakan 6 *relevant behavior*. Diharapkan dengan adanya hasil rekomendasi dan personalisasi konten, masalah perbedaan karakter peserta didik dapat diatasi dan kualitas belajar dan mengajar juga dapat ditingkatkan.

Kata kunci: *learning style, working memory, adaptive presentation*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

E-Learning atau pembelajaran secara elektronik merupakan metode pembelajaran yang kini sudah umum digunakan dalam pembelajaran. *E-learning* dapat diartikan sebagai metode edukasi yang menggabungkan *self-motivation*, komunikasi, efisiensi dan teknologi [6]. Dengan adanya pengembangan teknologi secara terus menerus, *e-learning* juga makin berkembang pesat untuk memenuhi kebutuhan peserta didik dan pengajar. Dalam *e-learning* dikenal adanya LMS atau *Learning Management System* yang menyediakan berbagai macam fitur untuk mendukung pengajar dalam membuat dan mengatur *online course* [7].

Namun kehadiran LMS belum cukup untuk mendukung kualitas belajar peserta didik. Hal ini dikarenakan tiap individu memiliki karakteristiknya masing-masing. Jika dihubungkan dengan proses pembelajaran, dapat diketahui bahwa masing-masing siswa memiliki gaya belajar atau *learning style* yang berbeda pula.. Namun hal ini terkadang tidak diimbangi dengan pemberian *treatment* yang sesuai oleh para pengajar, sehingga dapat dikatakan kebutuhan siswa dalam proses pembelajaran kurang terpenuhi. Felder menyatakan bahwa siswa yang memiliki *learning style* tertentu akan kesulitan dalam pembelajaran jika cara mengajar tidak sesuai dengan *learning style* siswa bersangkutan [8][9].

Mengetahui *learning style* seorang individu tentunya dapat sangat membantu dalam memahami dan memudahkan mereka untuk menerima suatu materi pembelajaran, seperti yang dinyatakan oleh ahli edukasi seperti Coffield, Moseley, Hall dan Ecclestone [10][11]. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian mengenai deteksi *learning style*. *Learning style* sendiri memiliki konsep yang berbeda dari para peneliti dan ruang lingkupnya terbilang cukup kompleks.

Selain *learning style*, dikenal juga *cognitive ability* yang mempengaruhi penerimaan materi oleh para siswa. Salah satu *cognitive ability* yang berperan penting adalah *working memory capacity*. *Working memory capacity* memungkinkan seorang individu untuk menyimpan informasi yang ia terima dalam jangka waktu tertentu[2]. Siswa dengan level *working memory capacity* yang rendah cenderung kesulitan dalam menyelesaikan suatu aktivitas pembelajaran, sedangkan siswa dengan level *working memory capacity* yang tinggi akan semakin mudah dalam memproses suatu pembelajaran yang dilakukan. Seperti *learning style*, *working memory* mempengaruhi proses pembelajaran.

Untuk mendeteksi *learning style* digunakan metode *Bayesian Network* dan kalkulasi *working memory capacity* dari hasil *relevant behavior* yang ditentukan sebelumnya dalam sistem [2][12]. Pada penelitian ini, ruang lingkup tidak hanya dibatasi dengan bentuk pendeteksian *learning style* dan *working memory capacity* saja, namun dilanjutkan dengan pemberian rekomendasi dan personalisasi konten.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya telah mendeteksi *learning style* dan *working memory capacity*[2][12]. Pada tugas akhir ini, pendeteksian dilakukan secara bersamaan untuk mendapatkan hasil rekomendasi yang lebih akurat dan sesuai dengan karakteristik siswa bersangkutan dalam menggunakan *learning management system*.

Beberapa permasalahan yang muncul pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan pendeteksian *learning style* dan *working memory capacity* pada seorang individu dalam melakukan aktivitas pembelajaran?
2. Bagaimana cara memberikan rekomendasi dan personalisasi konten pembelajaran sesuai dengan karakteristik siswa?
3. Bagaimana mengevaluasi dan memvalidasi rekomendasi-rekomendasi pembelajaran yang diberikan kepada siswa yang berdasarkan *learning style* dan level *working memory* mereka?

1.3 Tujuan Pembahasan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mendeteksi *learning style* dan level *working memory capacity* pada seorang siswa pada saat menggunakan suatu *learning management system*, menganalisis hubungan antara *learning style*, *working memory* dan rekomendasi pembelajaran yang akan diberikan kepada masing-masing siswa serta mengevaluasi hasil rekomendasi pembelajaran yang dihasilkan dari *learning style* dan *working memory capacity*.
2. Menghasilkan rekomendasi berdasarkan *learning style* dan *working memory capacity* yang sesuai dengan karakteristik siswa.

Selain itu, manfaat yang dapat diperoleh pada tugas akhir ini yaitu:

1. Bagi siswa yang telah mengetahui *learning style* dan level *working memory capacity* mereka, tentunya dapat lebih memahami karakter mereka sendiri, mencari cara untuk meningkatkan kemampuan mereka berdasarkan karakter tersebut dan semakin terbantu dalam meningkatkan prestasi mereka sendiri dalam proses pembelajaran.
2. Sedangkan bagi pengajar, mengetahui karakter siswa tentunya dapat lebih memudahkan dalam memberikan materi ajar yang sesuai. Pengajar dapat terbantu dengan adanya sistem yang memberikan rekomendasi ajar berdasarkan kemampuan masing-masing siswa.
3. Hasil evaluasi peserta didik akan lebih meningkat jika materi pembelajaran yang diberikan sebelumnya telah sesuai dengan *learning style* dan *working memory capacity* yang mereka miliki.

1.4 Hipotesa

Seperti yang telah dijabarkan sebelumnya bahwa tiap individu memiliki karakter yang berbeda-beda. Masing-masing siswa memiliki *learning style* dan *working memory capacity* yang berbeda pula dalam menunjang proses pembelajaran mereka. Mengetahui *learning style* dan *working memory capacity* seorang siswa tentunya akan berdampak besar dalam proses pemahaman suatu materi pembelajaran. Dengan mengetahui *learning style* dan *working memory capacity*, dapat diberikan rekomendasi pembelajaran secara personal dan konten pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajar. Metode *Bayesian Network* digunakan untuk memetakan *learning style* dan *working memory capacity* dideteksi dengan 6 *relevant behavior* yang telah diteliti oleh studi sebelumnya. Sistem juga akan berbasis *dynamic student modelling* yang akan memberikan *update* secara berkala mengenai informasi *student model* yang dihimpun dari log siswa bersangkutan dalam menggunakan *learning management system*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyelesaian masalah pada tugas akhir ini yaitu:

1. Identifikasi masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah dengan meninjau literatur-literatur yang terkait dengan konsep *e-learning*, *learning management system*, *learning style* berdasarkan Felder-Silverman dan *working memory capacity* serta teknik memetakan kedua hal tersebut yang dapat menghasilkan rekomendasi belajar yang sesuai dengan karakter siswa.

2. Pengumpulan Data

Tahap berikutnya dilakukan pengumpulan data, yaitu data mengenai *learning style* dan *working memory capacity* yang dapat dijadikan acuan dalam pembangunan sistem selanjutnya. Data-data ini dapat berupa hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh ahli edukasi sehingga dapat dikembangkan dalam sistem yang akan dibuat.

3. Penentuan teknik

Pada tahap ini dilakukan penentuan teknik dalam mendeteksi *learning style* dan *working memory capacity* serta bagaimana teknik tersebut bekerja. Untuk *learning style*, digunakan *bayesian network* sedangkan pada *working memory capacity* digunakan 6 *relevant behavior* yang telah diteliti sebelumnya dalam literatur terkait. Selain itu, dalam sistem yang dibangun akan menggunakan *dynamic student model* agar data yang telah direkam dapat di-*update* jika ada perubahan *learning style* ataupun level *working memory capacity*.

4. Analisis kebutuhan sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan-kebutuhan sistem yang akan diperlukan dalam implementasi topik terkait beserta analisisnya.

Kebutuhan sistem akan meliputi *hardware* dan *software* yang dapat mendukung keseluruhan penelitian.

5. Pengembangan sistem

Pada tahap ini dilakukan realisasi rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Identifikasi *learning style* menggunakan teknik *bayesian network* sedangkan identifikasi *working memory capacity* menggunakan *relevant behavior* yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah itu, akan dilakukan proses pemetaan yang akan menghasilkan rekomendasi belajar dan personalisasi konten yang sesuai.

6. Implementasi sistem

Jika tahap pengembangan telah selesai, maka implementasi sistem akan langsung dilakukan dengan adanya eksperimen yang diterapkan di sebuah *learning management system* dengan menargetkan mata pembelajaran tertentu.

7. Pengujian sistem

Sistem yang dihasilkan kemudian akan diuji dengan memvalidasi hasil rekomendasi ajar yang diperoleh. Teknik yang digunakan yaitu T-Test dan Kolmogorov.

8. Analisis hasil pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya, maka pada tahap ini akan dilakukan analisis pengujian mengenai keterhubungan antara *learning style* dan *working memory capacity* yang dapat menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang sesuai sehingga meningkatkan kualitas belajar masing-masing siswa.

9. Penyusunan laporan tugas akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan tugas akhir ke dalam bentuk buku skripsi yang dilengkapi dengan dokumentasi referensi, pengujian maupun hasil penelitian yang dilakukan.

1.6 Jadwal Kegiatan

Jadwal pelaksanaan kegiatan tugas akhir dapat dilihat pada tabel berikut:

Kegiatan	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
Identifikasi masalah						
Pengumpulan data						
Penentuan teknik						
Analisis kebutuhan sistem						
Pengembangan sistem						
Implementasi sistem						
Pengujian sistem						
Analisis hasil pengujian						
Penyusunan laporan						

2. Tinjauan Pustaka

2.1 E-Learning

Semakin berkembangnya teknologi, institusi semakin sering menawarkan metode pembelajaran *e-learning* bagi peserta didiknya. *E-learning* atau pembelajaran secara elektronik dapat diartikan sebagai metode edukasi yang menggabungkan *self-motivation*, komunikasi, efisiensi dan teknologi di dalamnya [6]. *E-learning* dapat digunakan untuk menghilangkan batasan jarak dan waktu dalam berkomunikasi.

Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan *e-learning* yaitu adanya penghematan biaya, waktu dan adanya hasil pembelajaran yang dapat terukur dibandingkan dengan pembelajaran secara konvensional. Selain itu, adanya fleksibilitas bagi peserta didik untuk belajar di mana saja dan kapan saja serta kemampuan *e-learning* untuk mengakomodasi berbagai tipe gaya belajar peserta didik yang berbeda-beda. *E-learning* dapat dikustomisasi agar sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik yang bersangkutan.

Namun *e-learning* juga masih memiliki kekurangan. Layaknya sistem pembelajaran tradisional, *e-learning* juga membutuhkan waktu belajar yang sama banyak seperti kelas tradisional umumnya. Selain itu, peserta didik juga bisa merasa terisolasi dari instruktur belajarnya.

Dikarenakan *e-learning* terdiri dari banyak *course* atau materi, maka *e-learning* membutuhkan suatu *environment* yang dapat mengatur dan mengorganisasikan hal-hal tersebut. Dalam tugas akhir ini, aplikasi *e-learning* yang digunakan adalah *learning management system* (LMS).

2.2 Learning Management System

Menurut Alias dan Zainuddin, *Learning Management System* (LMS) dapat diartikan sebagai aplikasi perangkat lunak atau teknologi berbasis Web yang digunakan untuk merencanakan, mengimplementasikan dan mengevaluasi proses pembelajaran tertentu [7][13]. Sedangkan menurut Baumgartner, Häfele, dan Maier-Häfele, *learning management system* merupakan perangkat lunak yang di-*install* di sisi server yang digunakan dalam mendukung pengajaran materi belajar via internet [7][14]. *Learning management system* dapat dikatakan sebagai *environment* kosong yang dapat dikembangkan untuk para pengajar dalam mengatur konten pembelajaran.

Contoh dari *learning management system* adalah Moodle (2007) yang populer digunakan dalam *e-learning*, yang mendukung pengajar dalam membuat, mengadministrasi dan mengatur *online course*. Fitur-fitur yang terdapat LMS dan dapat digunakan dalam *course* seperti materi pembelajaran, quiz, forum, chat, *assignment*, *video conference*, wiki dan lainnya. Fitur-fitur tersebut terbilang sukses dalam mendukung pembelajaran, namun sangat jarang atau bahkan tidak ada *learning*

management system yang menyediakan *adaptivity* yang sebenarnya sangat dibutuhkan dalam personalisasi materi pembelajaran[7].

2.3 Adaptive Hypermedia

Hypermedia merupakan konsep yang diperluas dari istilah *hypertext* dengan adanya penambahan elemen grafik, audio dan video dibanding hanya menampilkan teks saja. *Adaptive hypermedia* merupakan alternatif yang memperbaiki kekurangan pada *hypermedia* tradisional yang bersifat statik. *Hypermedia* yang tradisional menampilkan konten halaman dan sekumpulan link yang sama kepada semua user[1].

Adaptive hypermedia membangun dan merangkum model yang terdiri dari tujuan, pilihan dan pengetahuan masing-masing individu dan menggunakan model tersebut untuk memberikan adaptasi yang dibutuhkan oleh pengguna. Contohnya yaitu siswa yang berada dalam *adaptive educational hypermedia system*, akan diberikan presentasi pembelajaran yang telah diadaptasikan dengan pengetahuan siswa bersangkutan terkait subjek pembelajarannya [15].

Dalam e-learning, dikenal adanya *adaptive e-learning* yang dikembangkan dalam sistem pembelajaran. Tujuan dari *adaptive e-learning* adalah menyediakan informasi yang tepat dan ke pengguna yang tepat juga. *Adaptive e-learning* merupakan sistem yang mampu menelusuri aktivitas pengguna dan mengatur konten yang sesuai sehingga menghasilkan konten terbaik yang benar-benar dibutuhkan. Sistem yang *adaptive* didukung oleh *student model*, yang dibangun dari tujuan, pilihan dan pengetahuan siswa bersangkutan selama proses pembelajaran. *Student model* tersebut akan digunakan dalam proses adaptasi konten berdasarkan kebutuhan masing-masing siswa [16] [17].

Adaptasi dalam bentuk proses mengajar dan proses pembelajaran dapat dibagi menjadi 4 elemen, yaitu [18]:

- a. *Adaptive content aggregation*, yaitu bentuk adaptif dengan berupa sistem yang menyediakan berbagai variasi tipe konten yang bergantung terhadap gaya mengajar pengajar dan gaya belajar peserta didik. Contohnya, konten yang statis dapat berubah menjadi dinamis seperti simulasi atau bentuk permainan lainnya.
- b. *Adaptive presentation*, suatu bentuk adaptif yang membuat konten presentasi di suatu halaman web dapat ditampilkan dengan berbagai macam variasi sesuai kebutuhan pengguna.
- c. *Adaptive navigation*, suatu bentuk adaptif dengan adanya bentuk navigasi ataupun *link* yang disesuaikan dengan perilaku dan kebutuhan pengguna. *Adaptive navigation* dapat berupa *link hiding*, *sorting*, *annotation*, *direct guidance* ataupun *hypertext map adaptation*. *Adaptive navigation* memudahkan proses adaptasi dengan mempertimbangkan view yang personal dalam mengakses konten halaman.
- d. *Adaptive collaboration support*, suatu bentuk *adaptive* yang menggunakan *network-based educational system* yang membentuk suatu grup kolaborasi yang berisikan beberapa peserta didik yang menyediakan komunikasi di antara penggunanya.

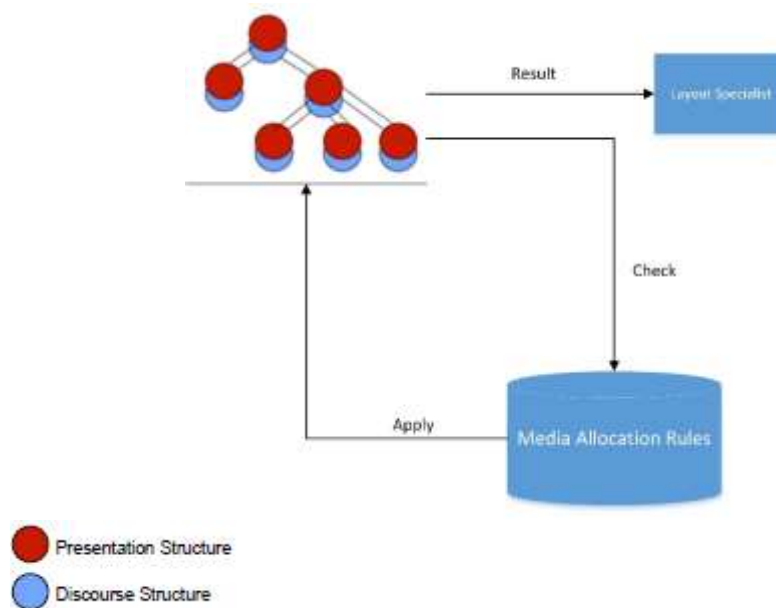
Di dalam tugas akhir ini digunakan *adaptive presentation* yang lebih sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu membentuk personalisasi konten agar sesuai dengan kebutuhan pengguna yang didasari oleh *learning style* dan *working memory capacity* yang dimiliki.

2.4 Adaptive Presentation

Adaptive presentation merupakan salah satu teknik dari *Adaptive Hypermedia*. *Adaptive presentation* merupakan suatu bentuk adaptif yang membuat konten presentasi di suatu halaman web dapat ditampilkan dengan berbagai macam variasi dengan adanya perubahan berdasarkan kebutuhan dengan melakukan pengurangan konten ataupun penambahan di bagian tertentu tanpa mengurangi makna dari konten tersebut. Variasi konten tersebut dapat dirtikan bahwa halaman web yang sama dapat menampilkan berbagai macam bentuk konten presentasi dengan mengikuti latar belakang pengetahuan dalam *student model* dari pengguna yang bersangkutan[1].

Adaptive presentation dibagi menjadi 2, yaitu *text adaptation* dan *multimedia adaptation*. *Text adaptation* berkaitan dengan perubahan konten teks dalam suatu halaman web yang disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik pengguna. Sedangkan pada *multimedia adaptation*, konten yang digunakan tidak terpaku pada teks saja, melainkan juga berupa video, audio, presentasi dan lainnya[1].

Pada tugas akhir ini digunakan *multimedia adaptation* dengan pendekatan *rule-based*. Pendekatan *rule-based* dimaksudkan untuk memberikan jenis-jenis konten yang berbeda berdasarkan *learning style* dan *working memory capacity* yang dimiliki oleh seorang siswa [19].



Gambar 2.1 Pendekatan rule-based pada media adaptation[19]

2.5 Student Model

Komponen utama yang tergolong penting dalam sistem *adaptive e-learning* adalah *student model*, yang biasa juga diartikan sebagai *learning model* atau *user model*. *Student model* mengandung semua informasi terkait siswa bersangkutan, seperti dasar pengetahuan mereka, *behavior*, level pembelajaran dan informasi lainnya [20].

Di dalam *student model*, terdapat dua jenis kelompok informasi, yaitu *domain-specific information* dan *domain-independent information*. *Domain-specific information* mengacu ke pengetahuan yang dimiliki oleh siswa bersangkutan, pemahaman mereka terkait kurikulum, proses pengembangan pengetahuan yang dimiliki, catatan *learning behavior*, evaluasi tugas, dan lainnya [21].

Domain-independent information mengandung informasi terkait kemampuan siswa bersangkutan yang berdasarkan *behavior* mereka dalam belajar. *Domain independent* bisa mengandung tujuan pembelajaran siswa, kemampuan kognitif mereka, motivasi belajar, pengalaman siswa dan lainnya. Pada tugas akhir ini digunakan *domain-independent information* karena terkait dengan kemampuan kognitif yang di dalamnya terdapat *working memory capacity* [21].

Student model juga bisa diklasifikasikan menjadi *static modelling* dan *dynamic modelling*. *Static student modelling* adalah pendekatan yang hanya menginisialisasi *student model* sekali waktu saja, biasanya saat siswa pertama kali melakukan registrasi ke sistem. Sedangkan pendekatan dengan *dynamic student modelling* dapat melakukan *update* mengenai *student model* siswa bersangkutan secara berkala. Dibandingkan dengan *static student modelling*, pendekatan secara *dynamic* lebih baik, karena mempertimbangkan *learning style* yang dapat berubah-ubah tergantung kondisi belajar siswa yang bersangkutan. *Dynamic student modelling* juga merupakan perpanjangan dari *static modelling* dengan adanya *update* informasi *student model* secara *real-time* [21].

Pada tugas akhir ini digunakan *dynamic student modelling* karena informasi mengenai *student model* harus di-*update* secara berkala agar menghasilkan personaliasi konten dan rekomendasi yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan siswa bersangkutan pada saat menggunakan suatu *learning management system*.

memberikan mereka kesempatan untuk berpikir mengenai informasi pembelajaran yang diberikan.

Indikator *active* atau *reflective* pada seorang siswa dapat diamati dengan menggunakan forum diskusi. Karakter *active* akan lebih sering memposting suatu hal terkait materi, melakukan diskusi dan menjelaskan sesuatu. Karakter *reflective* cenderung jarang memposting suatu hal dan memilih untuk membaca forum diskusi saja.

Dalam hal evaluasi atau *assessment*, karakter *active* cenderung melakukan *self-assessment* dan menghabiskan banyak waktu mengerjakan soal-soal latihan. Sedangkan karakter *reflective* akan menghabiskan banyak waktu dalam materi pembelajaran yang berbentuk bacaan karena mereka cenderung senang berpikir dan merefleksikan apa yang mereka peroleh.

2.6.2 *Sensing/Intuitive*

Sensing menyukai fakta, data dan eksperimen, hal-hal detail sedangkan karakter *intuitive* cenderung mengacu ke prinsip dan teori serta kurang menyukai sesuatu yang detail. Dikarenakan karakter *sensing* belajar dari fakta dan data, mereka cenderung mengacu terhadap contoh-contoh terkait materi pembelajaran sehingga durasi mereka dalam mempelajari suatu contoh biasanya cukup lama dibandingkan dengan karakter *intuitive* yang lebih mendalami objek dari konten pembelajaran dan menganggap contoh-contoh materi hanyalah sebagai tambahan bagi mereka. Karakter *intuitive* menghabiskan waktu lebih banyak dalam mempelajari objek konten dibandingkan dengan contoh-contoh materi ajar.

Selain itu, karakter *sensing* menyelesaikan masalah dengan mengikuti prosedur standar yang umumnya digunakan. Hal itu diindikasikan dengan ketertarikan mereka dalam memahami contoh-contoh materi yang diajarkan serta kecenderungan melakukan latihan *assessment* secara mandiri. Sedangkan karakter *intuitive* lebih menyukai kreativitas dan tantangan sehingga mereka menyelesaikan masalah dengan memunculkan solusi-solusi baru yang berbeda.

2.6.3 *Verbal/Visual*

Karakter visual dapat belajar dengan baik melalui apa yang mereka lihat, seperti gambar, diagram, timeline ataupun film sedangkan karakter verbal lebih fokus dengan teks ataupun audio. Lebih jauh lagi, karakter verbal cenderung melakukan komunikasi dan diskusi dengan yang lain sehingga jumlah potingan dan kunjungan pada forum diskusi yang tinggi dapat mengindikasikan karakter verbal. Karakter verbal juga membaca materi ajar lebih sering dibanding karakter visual.

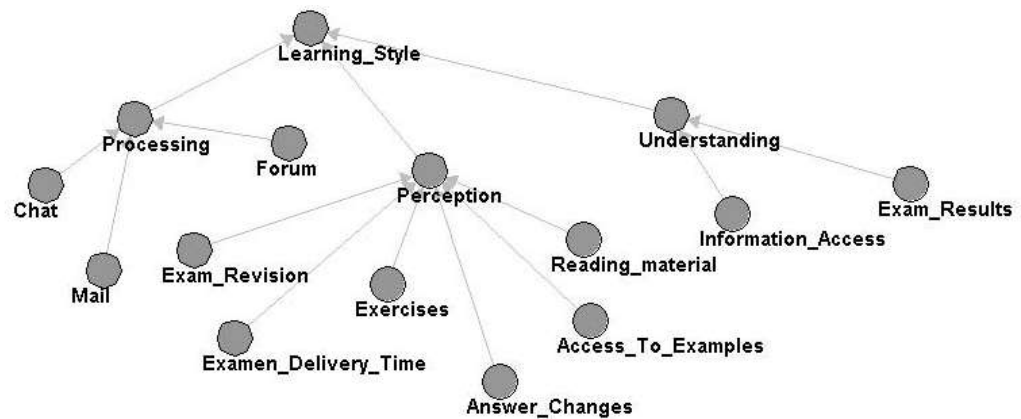
2.6.4 Sequence/Global

Sequential mengikuti proses pembelajaran secara linear untuk menyelesaikan masalah tertentu sedangkan karakter global terkadang tidak mengikuti materi secara linear namun bisa menyelesaikan evaluasi pembelajaran dengan baik. Karakter *sequence* menyukai sesuatu yang detail sedangkan karakter global cenderung melihat hal-hal secara garis besar.

Dikarenakan karakter global cenderung melihat suatu hal secara garis besar, maka mereka menghabiskan waktu lebih banyak dalam membaca outline suatu materi pembelajaran. Di saat karakter *sequence* menyelesaikan materi ajar langkah demi langkah, karakter global terkadang mengambil langkah besar dan melompati materi lain dan langsung berpindah ke materi yang lebih kompleks. Jumlah materi yang dilompati tersebut dapat menjadi pola-pola tertentu.

2.7 Bayesian Network

Bayesian network merupakan metode probabilitas yang berupa representasi grafik yang menunjukkan ketidakpastian suatu *knowledge*. *Bayesian network* berbentuk *directed acyclic graph* yang tiap *node*-nya dilabeli oleh variabel random[12]. Pada tugas akhir ini, variabel random tersebut merepresentasikan dimensi dari *learning style* yang didefinisikan oleh Felder-Silverman dan faktor yang membedakan aspek tersebut.



Gambar 2.3 Model Bayesian Network[12]

Jika diberikan domain $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ dan urutan variable (V_1, \dots, V_n) , maka dapat dituliskan joint probability distribution V menggunakan aturan probabilitas sebagai berikut:

$$p(v_1, \dots, v_n / \epsilon) = \prod_{i=1}^n p(v_i / v_1, \dots, v_{i-1}, \epsilon)$$

Untuk setiap V_i akan menghasilkan subset $\Pi_i \subseteq \{V_1, \dots, V_n\}$ dan menghasilkan conditional independent sebagai berikut:

$$p(v_i / v_1, \dots, v_{i-1}, \epsilon) = p(v_i / \Pi_i, \epsilon)$$

Infer learning style menggunakan *Bayesian Network* dapat menggunakan formula berikut:

$$p(V_i = \text{true}, \epsilon = e) = \sum_{V_i = \text{true}, \epsilon = e} p(V_1, \dots, V_k)$$

2.8 Working Memory Capacity

Selain *learning style*, mendeteksi karakter siswa juga dapat dikombinasikan dengan *working memory capacity* mereka. *Working memory capacity* (WMC) merupakan salah satu dari 5 *cognitive ability* yang terdiri dari *inductive reasoning ability*, *information processing speed*, *associative learning skills* dan *meta-cognition*. *Working memory capacity* (WMC) memungkinkan seorang individu untuk menyimpan informasi dalam jangka waktu tertentu [2].

Working memory capacity mempengaruhi kualitas belajar seorang siswa. Level *working memory capacity* yang rendah membuat siswa cenderung kesulitan dalam menyerap materi pembelajaran. Selain itu, individu dengan tingkat pemahaman baca yang rendah biasanya diringi dengan *working memory* yang rendah pula dan kesulitan mengatur informasi yang relevan [2].

Dalam proses pembelajaran, terdapat beberapa pola *behavior* yang dapat menjadi indikasi pengukuran level *working memory capacity*. Pola yang digunakan pada tugas akhir ini merupakan *domain-independent* dan *learning system independent* agar sistem dapat diterapkan di berbagai *learning management system*. Deteksi *working memory capacity* mengacu kepada *behavior* navigasi mereka dalam proses pembelajaran yang terpetakan menjadi 6 bentuk pola, yaitu [2]:

2.8.1 Linear Navigation Pattern

Linear navigation pattern dapat diartikan seorang siswa mempelajari materi secara berurutan dan mengikuti aturan pembelajaran yang telah ditetapkan. Huai telah melakukan eksperimen untuk mengetahui hubungan antara *working memory capacity*, memori jangka panjang dan *serial/holistic learning style*. Dapat diambil kesimpulan bahwa siswa yang mengikuti materi secara linear mengindikasikan *working memory capacity* yang tinggi sedangkan siswa yang tidak mengikuti materi secara linear cenderung memiliki *working memory capacity* yang rendah.

2.8.2 *Constant Reverse Navigation*

Constant reverse navigation dapat diartikan seorang siswa sering kembali ke materi yang sebelumnya telah dipelajari (*revisit*). *Behavior* ini dapat muncul karena kapasitas *working memory* yang terbatas.

2.8.3 *Performing Simultaneous Tasks Pattern*

Performing simultabeous task ditunjukkan dengan seorang siswa dapat mengerjakan dua hal secara bersamaan dan memiliki *attention control* yang baik. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa siswa dengan *working memory* yang tinggi dapat menjalankan hal-hal secara simultan dengan lebih akurat dibandingkan dengan mereka yang *working memory*-nya lebih rendah.

2.8.4 *Recalling Learned Material Pattern*

Pola ini ditandai dengan kemampuan siswa untuk dapat mengingat materi ajar untuk menyelesaikan sebuah evaluasi yang diberikan. Siswa yang dapat menyelesaikan evaluasi tanpa harus mengunjungi kembali materi bersangkutan dapat diindikasikan memiliki *working memory* yang tinggi.

2.8.5 *Revisiting Passed LO Pattern*

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa individu dengan *working memory* yang rendah cenderung tidak dapat mengingat informasi dari memori jangka panjang yang dimiliki. Pola ini ditunjukkan dengan seorang siswa mampu mempelajari suatu materi dan menyelesaikan evaluasi di sesi yang sama namun di sesi berikutnya kembali mengecek materi tersebut. Hal itu mengindikasikan *working memory capacity* yang rendah.

2.8.6 *Learning Style Pattern*

Learning style pattern didasari korelasi antara *learning style* dan *working memory capacity*. Studi sebelumnya telah menyimpulkan bahwa terdapat hubungan antara *wokring memory* dan 4 dimensi *learning style* oleh Felder-Silverman. Siswa dengan karakteristik *reflective* dan *intuitive* cenderung memiliki *working memory* yang tinggi dan siswa dengan karakter *active* dan *sensing* memiliki *working memory* yang rendah. Karakter verbal memiliki *working memory* yang tinggi namun karakter visual memiliki *working memory* yang rendah [8].

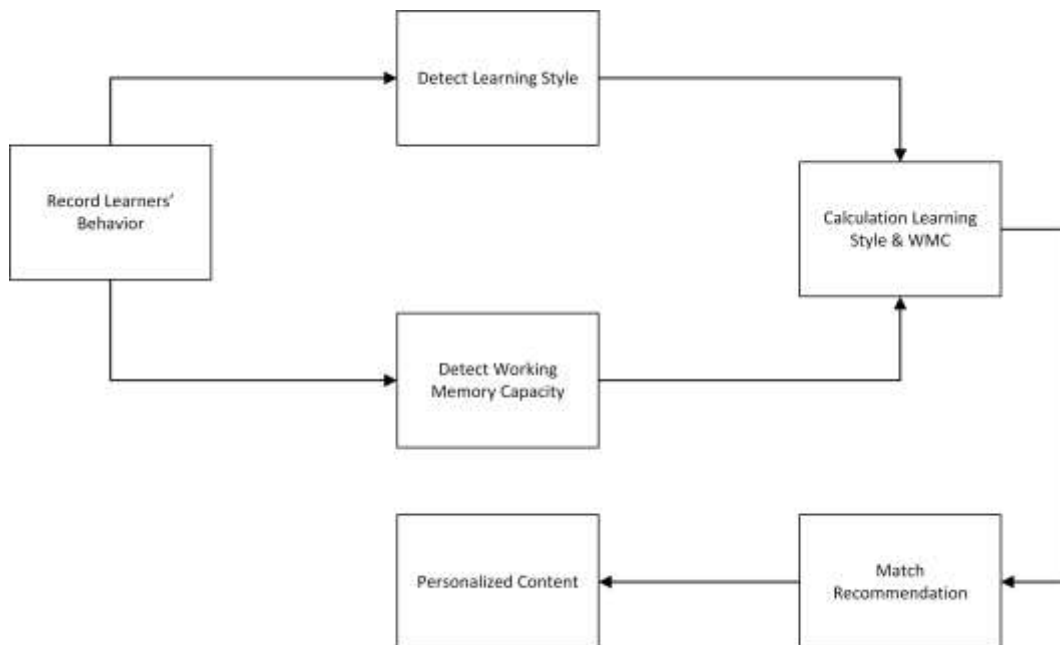
3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Deskripsi Sistem

Sistem yang dibuat pada tugas akhir ini adalah sistem yang memberikan rekomendasi dan personalisasi konten berdasarkan hasil deteksi *learning style* dan *working memory capacity* saat peserta didik sedang menggunakan *learning management system*. Sistem tersebut terbagi menjadi beberapa blok proses yang dijelaskan pada subbab berikutnya.

3.2 Pemodelan Sistem

Berikut urutan blok-blok proses umum untuk sistem rekomendasi dan personalisasi konten berdasarkan hasil deteksi *learning style* dan *working memory capacity*:



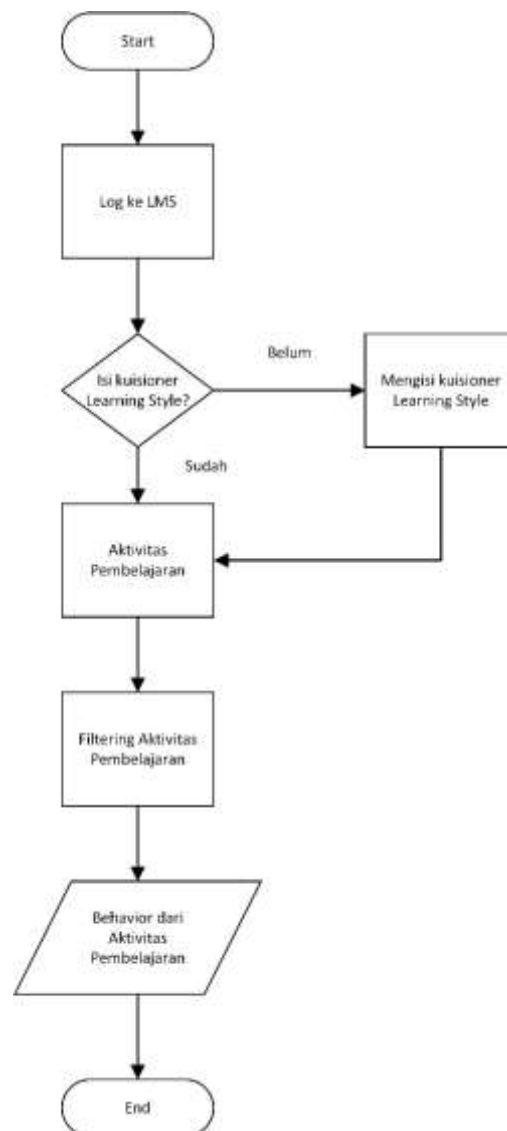
Gambar 3.1 Blok-blok proses sistem rekomendasi berdasarkan *learning style* dan WMC

3.2.1 Record Learners' Behavior

Proses pencatatan *behavior* peserta didik dilakukan selama peserta didik melakukan log ke *learning management system*. Dikarenakan sistem yang digunakan berbasis *dynamic student modelling*, maka *behavior* akan terus di-update secara *real-time*. Namun untuk awal penggunaan *learning management system*, dilakukan pengisian kuisioner terlebih dahulu oleh peserta didik untuk menginisialisasi *behavior* mereka. Kuisioner yang digunakan berdasarkan kuisioner yang telah ditetapkan oleh Felder-Silverman yang berisikan 44 pertanyaan yang mengindikasikan *learning style* siswa bersangkutan [9].

Pada proses ini dilakukan *preprocessing data* yang meliputi identifikasi sesi pembelajaran dan *filtering* aktivitas pembelajaran.

Identifikasi sesi pembelajaran dimaksudkan untuk menetapkan maksimal durasi waktu pembelajaran berdasarkan jenis aktivitas pembelajaran agar dapat dihasilkan estimasi lama waktu seorang siswa dalam menyelesaikan aktivitas tertentu. Sedangkan pada proses *filtering* aktivitas pembelajaran, sistem difokuskan ke aktivitas pembelajaran dengan tidak memasukkan aktivitas di luar pembelajaran tersebut, seperti kesalahan navigasi, kesalahan *link*, dan jenis-jenis aktivitas lain yang memakan waktu yang sangat pendek.

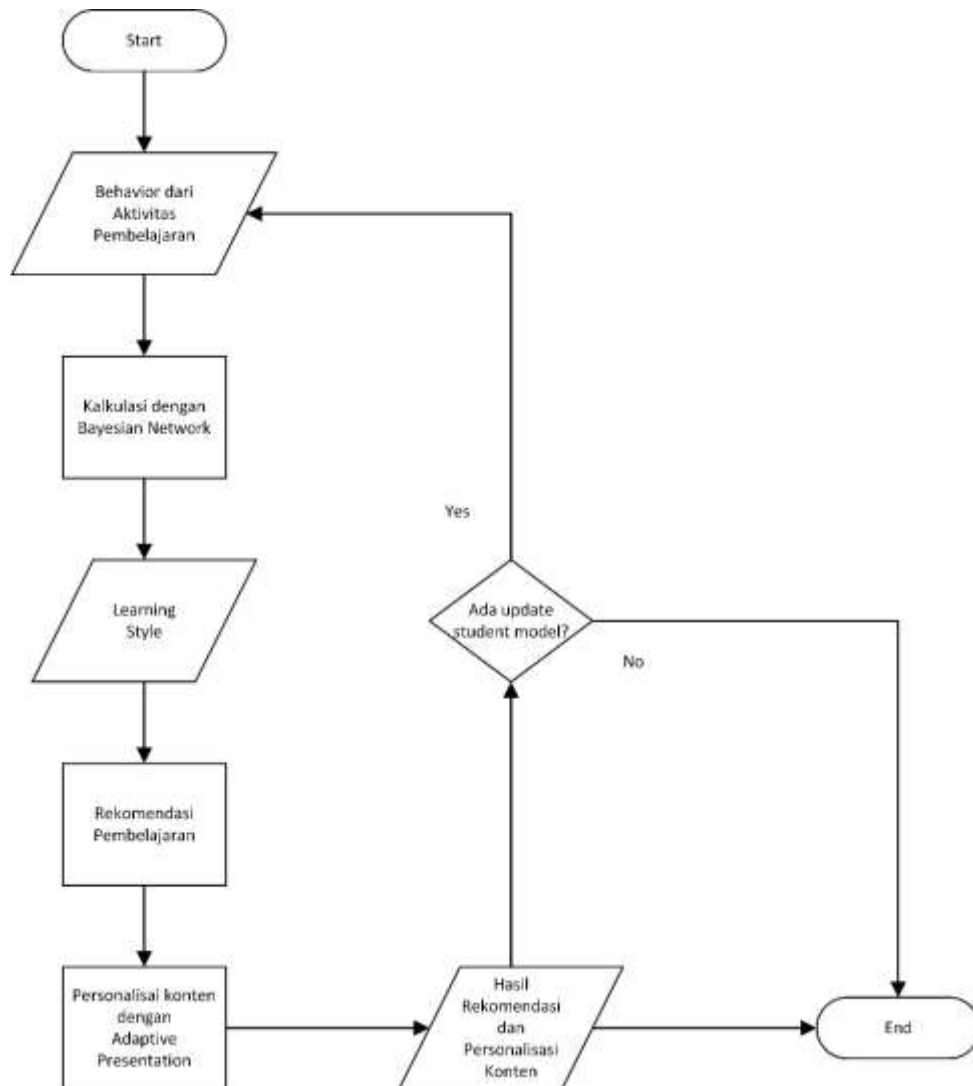


Gambar 3.2 Flow Pencatatan Behavior Siswa dalam menggunakan LMS

3.2.2 Detect Learning Style

Pada proses deteksi *learning style*, digunakan metode *Bayesian Network* untuk mengindikasikan siswa tersebut berada di kategori *learning style* yang berupa *active/reflective*, *sensing/intuitive*,

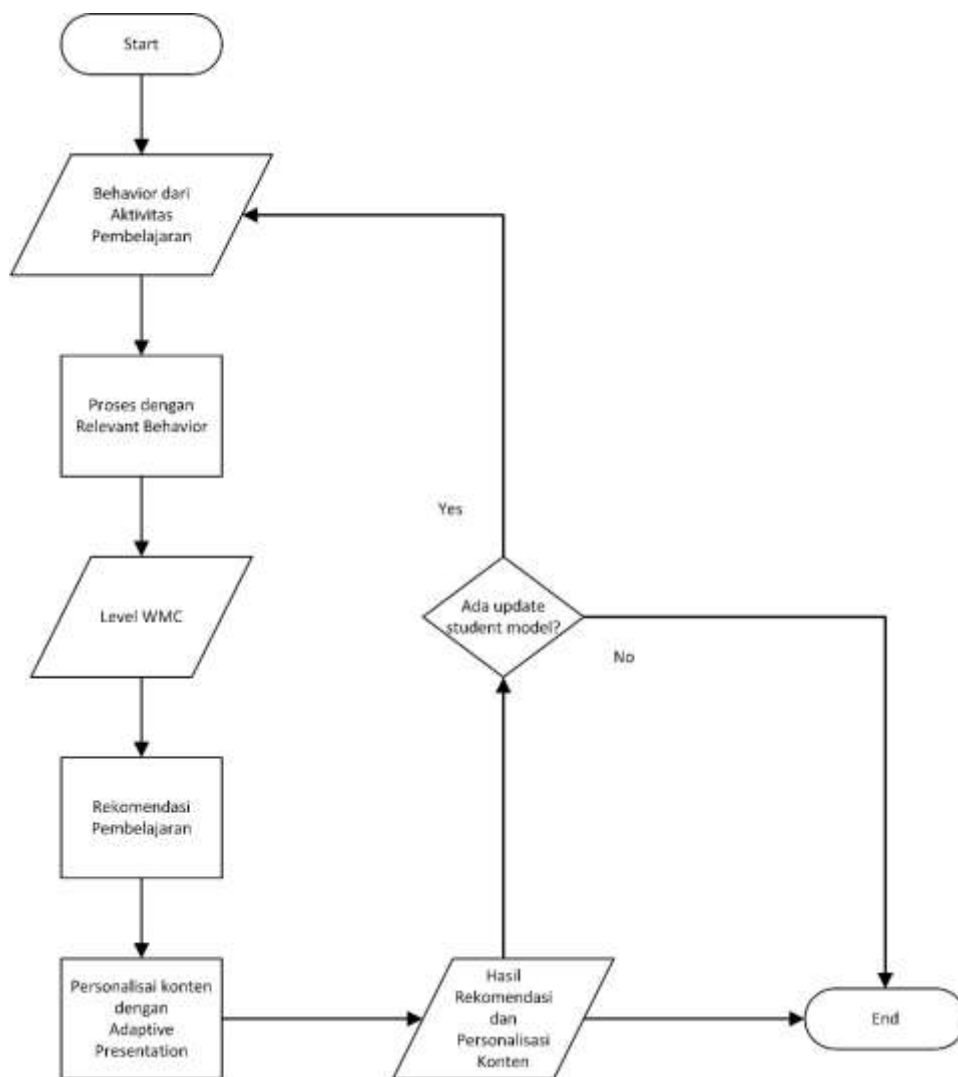
verbal/visual ataupun *sequence/global*. Seperti yang telah dideskripsikan sebelumnya bahwa sistem yang digunakan berbasis *dynamic student modelling* yang dapat memperbaharui data *student model* secara *real time* selama siswa bersangkutan menggunakan *learning management system*. Jika terdapat perubahan indikasi *learning style*, maka data *learning style* yang lama akan diganti dengan yang baru.



Gambar 3.3 Flow deteksi learning style dan kalkulasi beserta hasilnya

3.2.3 Detect Working Memory Capacity

Pada proses ini, *working memory capacity* dideteksi dengan menggunakan 6 *relevant behavior* yang telah dijelaskan sebelumnya. Dikarenakan proses pendeteksian membutuhkan behavior siswa dalam menjalankan lebih dari satu materi pembelajaran, maka deteksi *working memory capacity* dilakukan sejak pertemuan ke-3 karena pertemuan ke-1 dan ke-2 belum memenuhi syarat untuk mendapatkan catatan behavior siswa tersebut.



Gambar 3.4 Flow deteksi WMC dan kalkulasi beserta hasilnya

3.2.4 Calculation Learning Style & WMC

Telah dideskripsikan sebelumnya bahwa proses pendeteksian *learning style* menggunakan *Bayesian Network* dan deteksi *working memory capacity* menggunakan 6 *relevant behavior*. Setelah proses deteksi dilakukan, dapat dihasilkan kalkulasi *learning style* dan *working memory capacity* yang dimiliki oleh siswa. Contoh hasil kalkulasi yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.1 Contoh Kalkulasi Learning Style

Learning Style							
Dimensi 1		Dimensi 2		Dimensi 3		Dimensi 4	
Active	Reflective	Sensing	Intuitive	Visual	Verbal	Sequent	Global
0.6	0.4	0.3	0.7	0.5	0.5	0.8	0.2

Misalkan jika kalkulasi tersebut dimiliki oleh siswa A dan hasil deteksi *working memory capacity*-nya tergolong dalam kategori *high*, maka dapat diberikan rekomendasi dan personalisasi konten yang sesuai dengan kebutuhan siswa A tersebut agar dapat menjaga keefektifan informasi yang ia serap.

3.2.5 Match Recommendation

Pada proses ini ditampilkan rekomendasi yang disesuaikan dengan *learning style* dan *working memory capacity* yang dimiliki oleh siswa tersebut. Rekomendasi yang diberikan bisa muncul saat siswa tersebut memulai aktivitas pembelajaran, di sela-sela pembelajaran maupun setelah menyelesaikan aktivitas pembelajaran tersebut [24] [25].

Bentuk rekomendasi yang diberikan setelah siswa tersebut selesai menyelesaikan aktivitas belajarnya disesuaikan dengan pencatatan tinggi atau rendahnya *working memory capacity* yang ia miliki. Rekomendasi bagi siswa yang *working memory*-nya rendah tentu lebih intensif dibandingkan siswa dengan *working memory* yang tinggi. Selain faktor *working memory*, pemberian rekomendasi juga dipengaruhi oleh *learning style* siswa tersebut. Sehingga siswa bersangkutan dapat benar-benar memahami karakter dirinya sendiri.

3.2.6 Personalized Content

Personalized content menggunakan teknik *media adaptation* yang telah dideskripsikan sebelumnya. Berdasarkan *learning style* dan *working memory capacity* siswa yang bersangkutan, maka konten yang akan diberikan bisa berupa video, audio, teks, presentasi, ataupun gabungan dari 4 jenis konten tersebut[1].

3.3 Implementasi Sistem

3.3.1 Fungsionalitas Sistem

Sistem yang dibangun akan memiliki fungsionalitas sebagai berikut:

1. Mampu mencatat *behavior* siswa dalam menggunakan *learning management system*.
2. Mampu melakukan deteksi *learning style* dan *working memory capacity*.
3. Mampu melakukan *update student model* yang dimiliki oleh siswa secara *real time*.
4. Mampu melakukan kalkulasi *learning style* dan *working memory capacity*.
5. Mampu menghasilkan rekomendasi pembelajaran dan personalisasi konten secara adaptif yang disesuaikan dengan *learning style* serta *working memory capacity* yang dimiliki.

3.3.2 Spesifikasi Perangkat Keras

Berikut spesifikasi perangkat keras yang akan digunakan untuk membangun sistem:

1. Processor Intel Core i3,
2. RAM 4GB

3.3.3 Spesifikasi Perangkat Lunak

Berikut spesifikasi perangkat lunak yang akan digunakan untuk membangun sistem:

1. Sistem operasi Windows 8.1
2. Apache web server

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Brusilovksi, "Adaptive Hypermedia," vol. 11, pp. 87-110, 2001.
- [2] T.-W. Chang, M. M. El-Bishouty, S. Graf dan Kinshuk, "An Approach for Detecting Students' Working Memory Capacity from their Behavior in Learning Systems," *IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Techniques*, pp. 82-86, 2013.
- [3] N. Bajraktarevic, W. Hall dan P. dan Fullick, "Incorporating Learning Styles in Hypermedia Environment: Empirical," *Proceedings of the Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, pp. 41-52, 2003.
- [4] S. Graf dan Kinshuk, "Providing Adaptive Courses in Learning Management Systems with Respect to Learning," *Proceedings of the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education (E-Learn)*, pp. 2576-2583, 2007.
- [5] S. E. Gathercole dan T. P. Alloway, *Working Memory and Learning: A Practical Guide for Teachers*, London: Sage Press, 2008.
- [6] V. K. Jain, *Information Technology Issues & Challenges*, New Delhi: Anurag Jain for Excel Books, 2009.
- [7] S. Graf, "Adaptivity in Learning Management Systems focussing on Learning Styles," *PhD thesis*, 2007.
- [8] R. M. Felder dan L. K. Silverman, "Learning and Teaching Styles in Engineering," *Engineering Education*, p. 674–681, 1988.
- [9] R. M. Felder dan B. A. Soloman, "Index of Learning Styles Questionnaire," 30 November 1997. [Online]. Available: <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html..>
- [10] F. Coffield, D. Moseley, E. Hall dan K. and Ecclestone, "Learning Styles and Pedagogy in Post-16 Learning: A Systematic and Critical Review," 2004.
- [11] F. Coffield, D. Moseley, E. Hall dan K. and Ecclestone, "Should We Be Using Learning Styles? What Research Has to Say to Practice," 2004.
- [12] P. García, A. Amandi, S. Schiaffino dan M. and Campo, "Using Bayesian Networks to Detect Students' Learning Styles in a Web-Based Education System," *Proceedings of the Argentine Symposium on Artificial Intelligence*, pp. 115 - 126, 2005.

- [13] N. A. Alias dan A. M. Zainuddin, "Innovation for Better Teaching and Learning: Adopting the Learning Management System," *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*, pp. 27-40, 2005.
- [14] P. Baumgartner, H. Häfele dan K. Maier-Häfele, "E-Learning Praxishandbuch - Auswahl Von Lernplattformen," 2002.
- [15] P. De Bra dan C. L., "AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture.," *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, pp. 115-139, 1998.
- [16] P. Brusilovski, "Adaptive hypermedia: from intelligent tutoring systems to web-based education," *Kunstliche Intelligenz*, pp. 19-25, 1999.
- [17] P. Brusilovski dan C. Peylo, "Adaptive and intelligent web-based educational systems," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, pp. 156-169, 2003.
- [18] F. Modritscher, C. Gutl, B. Garcia dan H. Maurer, "Enhancement of SCORM to support adaptive e-learning within the scope of the research project AdeLE," [Online].
- [19] P. Brusilovski, "INFSCI 2480 Adaptive Presentation," [Online].
- [20] A. Paramythi. dan S. Loidl-Reisinger, "Adaptive learning environments and eLearning standards," 2004.
- [21] V. Esichaikul, S. Lamnoi dan C. Bechter, "Student Modelling in Adaptive E-Learning Systems," *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, vol. 3, pp. 342-355.
- [22] S. Graf, Kinshuk, Q. Zhang, P. Maguire dan V. Shtern, "An Architecture for Dynamic Student Modelling of Learning Styles In Learning System and Its Application for Adaptivity," *IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, pp. 103-110, 2010.
- [23] S. Graf, Kinshuk dan T.-C. Liu, "Identifying Learning Styles in Learning Management Systems by Using Indications from Students' Behavior".
- [24] T.-W. Chang, M. M. El-Bishouty, S. Graf dan Kinshuk, "Recommendation Mechanism Based on Students' Working Memory Capacity in Learning Systems," *IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 333-335, 2013.
- [25] T.-W. Chang, J. Kurcz, M. M. El-Bishouty, S. Graf dan Kinshuk, "Adaptive Recommendations to Students Based on Working Memory Capacity," *IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 57-61, 2014.