

Pengembangan *Hypermedia Learning Environment* (HLE) untuk Meningkatkan *Self-Regulated Learning* Berdasarkan Kemampuan *Self-Monitoring*

Intan Sulistyaningrum Sakkinah¹, Rudy Hartanto², Adhitya Erna Permasari³

Intisari—Penggunaan media pembelajaran saat ini telah berkembang pesat. Dewasa ini banyak penelitian yang menggunakan komputer sebagai media pembelajaran yang adaptif bagi mahasiswa; salah satu contohnya adalah *hypermedia learning environment* (HLE). Media HLE dikembangkan untuk membantu mahasiswa dalam belajar, misalnya pada situasi pandemi COVID-19 saat ini, yang mengharuskan semua aktivitas pembelajaran dilakukan secara daring (*online*). Salah satu bidang yang terkena dampak pandemi ini adalah bidang pendidikan, yaitu semua kegiatan pembelajaran dialihkan menjadi daring. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis web HLE dapat membantu mahasiswa untuk tetap belajar dari rumah. HLE saat ini sedang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam proses *self-regulated learning* (SRL). Ada komponen penting di dalam SRL, yakni *self-monitoring*. Namun, dalam perkembangannya, HLE yang dikembangkan tidak berbasis *self-monitoring*. Dalam penelitian ini, HLE adaptif dikembangkan berdasarkan kemampuan *self-monitoring* mahasiswa. Dalam pengembangannya, sistem HLE menggunakan metode pengembangan *agile*, yaitu Scrum. Pengumpulan data awal untuk klasifikasi mahasiswa dilakukan menggunakan *self-regulatory inventory* (SRI). SRI merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan *self-monitoring* mahasiswa. Data kemudian diolah hingga dapat mengklasifikasikan siswa menjadi tiga kelas, yaitu *high*, *medium*, dan *low*. Hasil klasifikasi kemampuan siswa kemudian digunakan untuk mengembangkan bantuan pembelajaran pada HLE. Pengembangan bantuan yang disediakan adalah dalam bentuk teks dan video yang disesuaikan dengan tingkat *self-monitoring* mahasiswa. Dari hasil pengembangan, didapatkan bahwa semua fungsi HLE dapat berjalan dengan baik. Sistem diuji coba kepada dua belas mahasiswa untuk mengetahui tingkat *usability* dengan menggunakan *system usability scale* (SUS). Hasil menunjukkan kategori *good*, dengan skor 72,92. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan implementasi pada mahasiswa dan mengukur keefektifan sistem yang telah dikembangkan.

Kata Kunci—*Self-Monitoring*, *Hypermedia Learning Environment*, *Self-Regulated Learning*.

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia pendidikan saat ini, banyak mahasiswa yang hanya belajar di dalam kelas dan kurang memahami metode

¹ Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip, Krajan Timur, Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121 (email: ¹intan.sakkinah@polije.ac.id)

^{2,3} Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Komplek Fakultas Teknik UGM, Jl. Grafika No.2, Yogyakarta, Senolowo, Sinduadi 55281 (email: ²rudy@ugm.ac.id, ³adhitya@ugm.ac.id)

[Diterima: 18 Februari 2022, Direvisi: 10 Maret 2022]

pembelajaran yang efisien. Seiring berkembangnya teknologi, pembelajaran telah berkembang menjadi pembelajaran virtual. Pembelajaran virtual memanfaatkan teknologi komputer untuk membantu mahasiswa dalam proses pembelajaran. Konsep kemampuan beradaptasi (*adaptability*) dalam pembelajaran virtual, atau *intelligent tutoring system* (ITS), dapat menyesuaikan diri dengan penggunaannya. Sistem pembelajaran virtual dapat dikatakan adaptif jika memenuhi tiga elemen kritis, yaitu (a) teknologi dirancang dan dikembangkan oleh orang-orang yang memiliki pemahaman teoretis dan empiris mahasiswa, pembelajaran, dan materi yang ditargetkan; (b) sistem memberikan nilai yang tinggi dan tingkat interaktivitas, dan (c) sistem mampu menilai peserta didik [1].

Dalam melaksanakan kegiatan belajar yang efektif, setiap individu harus mampu memahami metakognisinya sendiri. Metakognisi adalah kemampuan untuk memahami cara seseorang belajar dan mengembangkan strategi belajar untuk menghadapi gaya mengajar yang berbeda dan memahami strategi yang benar melalui berbagai materi pembelajaran [2], [3]. Namun, tidak semua mahasiswa dapat memahami metakognisi dengan baik, sehingga diperlukan suatu alat untuk mengukur atau mengidentifikasi metakognisi mahasiswa. Dari hasil pengukuran dengan alat tersebut, diharapkan mahasiswa mampu mengelola proses pembelajaran dengan baik. Berfokus pada kemampuan mengatur dan mengontrol kegiatan belajar, yang perlu diketahui atau diukur adalah aspek regulasi metakognisi. Dengan demikian, dapat diketahui cara setiap individu melakukan *self-regulated learning* (SRL). SRL merupakan upaya pribadi untuk mengorganisasikan diri dalam pembelajaran yang melibatkan kognisi, afeksi, dan perilaku pribadi dalam mencapai tujuan pembelajaran [2], [4]–[6]. Sebuah komponen penting dari SRL adalah *self-monitoring* [7], [8].

Self-monitoring adalah kemampuan individu untuk mengontrol perilaku dalam situasi sosial [9]. *Self-monitoring* dalam SRL diartikan sebagai kemampuan mahasiswa dalam mengontrol proses pembelajaran [7], [10]. *Self-monitoring* menjadi bagian penting dari proses pembelajaran dengan SRL. *Self-monitoring* dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam banyak hal, seperti membuat mahasiswa menjadi lebih fokus ketika pembelajaran dapat membantu mahasiswa untuk menentukan kinerja pembelajaran tersebut efektif atau tidak. Mahasiswa dapat memilih strategi yang sesuai dengan untuk dapat menggunakan waktu secara efisien dalam belajar dan meningkatkan motivasi dalam diri mahasiswa [7], [11], [12].

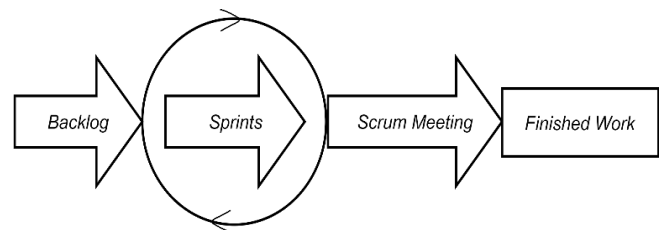
Hypermedia learning environment (HLE) merupakan media pembelajaran yang saat ini sedang dikembangkan. Situasi pandemi COVID-19 saat ini telah memengaruhi semua

aktivitas, termasuk dalam dunia pendidikan. Akibat pandemi ini, semua aktivitas pembelajaran dilakukan secara daring, sehingga pembelajaran dengan HLE berbasis web dapat membantu mahasiswa untuk tetap belajar dari rumah. Berdasarkan penjelasan latar belakang tersebut, penelitian ini mengusulkan solusi dalam mengembangkan HLE berdasarkan kemampuan kemampuan *self-monitoring* mahasiswa yang sudah dikategorikan.

II. HYPERMEDIA LEARNING ENVIRONMENT (HLE) DAN SELF-MONITORING

Beberapa studi *self-monitoring* telah dilakukan. Sebuah studi mengukur efek *self-monitoring* pada kinerja mahasiswa dan penggunaan strategi pembelajaran, sikap, kemampuan dalam membenaran diri, dan representasi pengetahuan [13]. Penelitian ini menunjukkan bahwa *self-monitoring* meningkatkan pembelajaran mahasiswa dan memberikan prototipe protokol *self-monitoring* yang berpotensi untuk meningkatkan kinerja mahasiswa pada mata kuliah yang diambil. Referensi [14] menerapkan *self-monitoring* untuk meningkatkan perilaku tugas (*task behavior*) dengan responden mahasiswa sekolah menengah. Responden penelitian ini adalah dua mahasiswa berusia 14 dan 15 tahun dengan diagnosis ketidakmampuan belajar (mahasiswa 1) dan gangguan *attention deficit hyperactivity* (ADHD). Penelitian ini dilakukan dengan melatih *self-monitoring* mahasiswa menggunakan aplikasi *self-monitoring* bernama I-Connect yang disampaikan melalui tablet *handheld*. Hasil intervensi menunjukkan peningkatan yang positif dan stabil pada variabel dependen utama perilaku tugas untuk kedua mahasiswa dan peningkatan yang kurang nyata pada variabel generalisasi perilaku mengganggu. Hasil sebuah penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *self-monitoring* dapat meningkatkan pemantauan mahasiswa dan pengembangan kinerja mahasiswa [15].

Penelitian lain telah mengembangkan *hypermedia learning environment* yang digunakan sebagai media pembelajaran mahasiswa, seperti eDalgo yang mengembangkan pembelajaran dengan sistem SRL dengan HLE. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pengguna dari berbagai universitas untuk menggunakannya. eDalgo adalah sistem pembelajaran pemrograman dasar dengan menyediakan fitur-fitur seperti teori pembelajaran, latihan, dan permainan interaktif. Berdasarkan hasil pengembangan sistem, masih terdapat kekurangan, seperti sistem yang dibangun tidak adaptif mengikuti tingkat kognisi pengguna [16]. Sistem lain yang telah dikembangkan adalah *self-regulated learning system with rule-based learning diagnostic scheme* (SRLS-RLDS) [17] dan Adaptif HLE [18], [19]. Kedua sistem yang dikembangkan telah mengusung konsep adaptif menggunakan *scaffolding*. Dalam SRLS-RLDS [17], digunakan algoritme inferensi berbasis aturan untuk menentukan *scaffolding* pada setiap proses belajar mahasiswa dengan SRL. Penilaian kemampuan awal mahasiswa didasarkan pada evaluasi yang diperoleh guru sehingga diperoleh *rule set* yang telah ditentukan, sedangkan sistem adaptif HLE [18], [19] membuat *scaffolding* adaptif berdasarkan kategorisasi kemampuan metakognisi mahasiswa dan aktivasi pengetahuan sebelumnya (PKA). Keterampilan



Gbr. 1 Tahapan pengembangan sistem model Scrum.

metakognisi diperoleh dari pengisian angket *metacognitive awareness inventory* (MAI) dan nilai PKA pada awal mahasiswa menggunakan sistem. Kemudian, mahasiswa tersebut dikategorikan menggunakan algoritme *fuzzy* model Tahani.

Berdasarkan beberapa sistem HLE yang telah dikembangkan, diketahui belum ada pengembangan HLE yang adaptif yang berfokus pada kemampuan *self-monitoring* mahasiswa yang memberikan perlakuan berbeda untuk setiap mahasiswa berdasarkan tingkat *self-monitoring*-nya. HLE yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan tingkat *self-monitoring* mahasiswa, yang selanjutnya mahasiswa akan masuk ke dalam proses pembelajaran dengan konsep SRL dan mendapatkan *scaffolding* pada langkah-langkah pembelajaran sesuai dengan tingkat *self-monitoring* tersebut. Untuk memenuhi tujuan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem HLE berbasis web dengan menerapkan langkah-langkah SRL di dalamnya.

III. METODOLOGI

Pada bagian ini dijelaskan metode yang digunakan serta proses jalannya penelitian.

A. Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini dibangun sebuah HLE yang berbasis web dengan mengimplementasi alur SRL dalam pengembangannya. Dalam pengembangannya, HLE dikembangkan dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai basis data. Model pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *agile software development methods*, dengan menggunakan model Scrum. Tahapan pengembangan dengan model Scrum ditunjukkan pada Gbr. 1.

B. Pengumpulan dan Pemrosesan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan memberikan angket *self-regulatory inventory* (SRI) kepada mahasiswa S1 Teknik Informatika dan Teknik Elektro yang sedang mengambil mata kuliah Pemrograman Dasar. Suatu instrumen penelitian berupa survei dikatakan berkualitas tinggi apabila memiliki nilai validitas dan reliabilitas yang tinggi berkenaan dengan keakuratan metode yang digunakan untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan kuesioner yang terdiri atas 26 pertanyaan dengan menggunakan skala Likert empat poin (1-4). Pengolahan data dilakukan dengan perangkat lunak SPSS dan WEKA. SPSS digunakan untuk menguji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian, sedangkan WEKA digunakan untuk kategorisasi mahasiswa berdasarkan data yang diperoleh melalui SRI.

TABEL I
SCAFFOLDING RULES

Materi	Self-Monitoring Low	Self-Monitoring Medium	Self-Monitoring High
Materi I (<i>Struct and Union</i>)	L1	M1	H1
Materi II (<i>Pointer and Linked List</i>)	L2	M2	H2

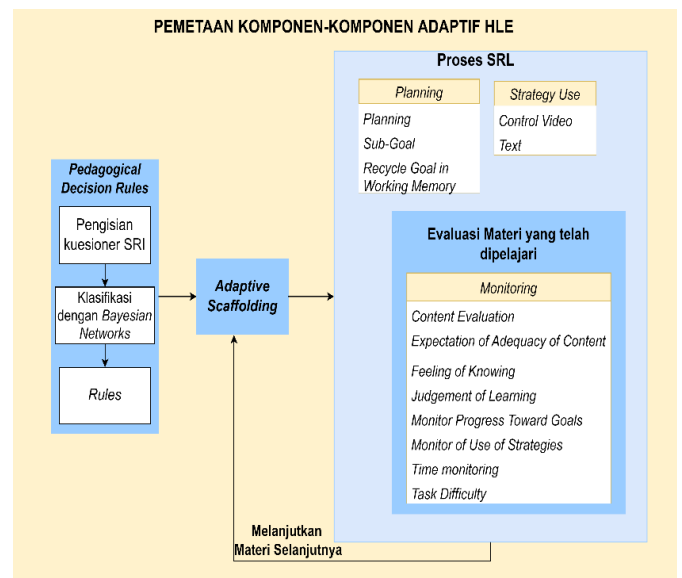
C. Klasifikasi Siswa dengan SRI dan Rules Scaffolding

Pada tahapan klasifikasi siswa, data diperoleh dari pengisian kuesioner SRI. Data kemudian diolah hingga siswa dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu *high*, *medium*, dan *low*. Hasil klasifikasi kemampuan siswa kemudian digunakan untuk mengembangkan bantuan pembelajaran pada HLE. Klasifikasi kemampuan *self-monitoring* mahasiswa dengan perangkat lunak WEKA dilakukan menggunakan algoritme *Bayesian network*. *Bayesian network* merupakan metode klasifikasi perbaikan dari metode *naïve Bayes* sehingga memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi; karena algoritme atribut *Bayesian network* yang digunakan saling terkait. Hasil klasifikasi menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu sebesar 94% [20]. Hasil klasifikasi kemudian dijadikan sebagai *knowledge-based* untuk pengembangan *rules scaffolding* yang bertujuan untuk menciptakan kemampuan beradaptasi pada sistem HLE. Tabel I menyajikan aturan yang dikembangkan dan telah divalidasi oleh ahli pendidikan.

Bantuan atau *scaffolding* yang diberikan kepada siswa secara kuantitatif yaitu bantuan yang diberikan berdasarkan tingkat *self-monitoring skill* siswa (*low*, *medium*, *high*). Bantuan yang diberikan merupakan penjelasan materi tambahan berupa teks yang akan disampaikan oleh *virtual agent* pada HLE yang dikembangkan. Pemberian bantuan berupa penjelasan tambahan disesuaikan dengan tingkat *self-monitoring* siswa, yakni apabila tingkat *self-monitoring* siswa tinggi, penjelasan yang diberikan makin sedikit. Hal ini terjadi karena siswa dinilai telah memiliki kemampuan yang baik dalam belajar. Apabila siswa memiliki tingkat *self-monitoring* yang rendah, penjelasan tambahan yang diberikan lebih banyak. Bantuan (*scaffolding*) pada HLE berdasarkan kemampuan *self-monitoring* belum pernah diteliti sebelumnya, sehingga penelitian ini berasumsi bahwa siswa dengan kemampuan *self-monitoring* tinggi memiliki pemahaman materi yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memiliki *self-monitoring* rendah. Asumsi ini terbentuk berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan [15], yang meneliti efek penggunaan strategi *self-monitoring* dalam pembelajaran pada mata pelajaran ilmu sosial. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa *self-monitoring* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja siswa. Siswa dengan kemampuan *self-monitoring* yang tinggi mampu mengetahui kelemahannya, sehingga akan berusaha untuk mengatasi kelemahan tersebut.

D. Pemetaan HLE

Berdasarkan Gbr. 2, alur dan komponen utama yang ada pada sistem adaptif HLE yang dikembangkan adalah sebagai berikut.



Gbr. 2 Pemetaan komponen HLE.

1) *Pedagogical Decision Rules*: Komponen *pedagogical decision rules* terdiri atas pengukuran kemampuan *self-monitoring* mahasiswa menggunakan SRI. SRI yang diberikan terdiri atas 26 pertanyaan yang mencakup tiga komponen utama, yaitu pemecahan masalah, perencanaan, dan pengecekan diri. Hasil angket yang diberikan kepada mahasiswa kemudian diolah menggunakan *Bayesian network classifier*.

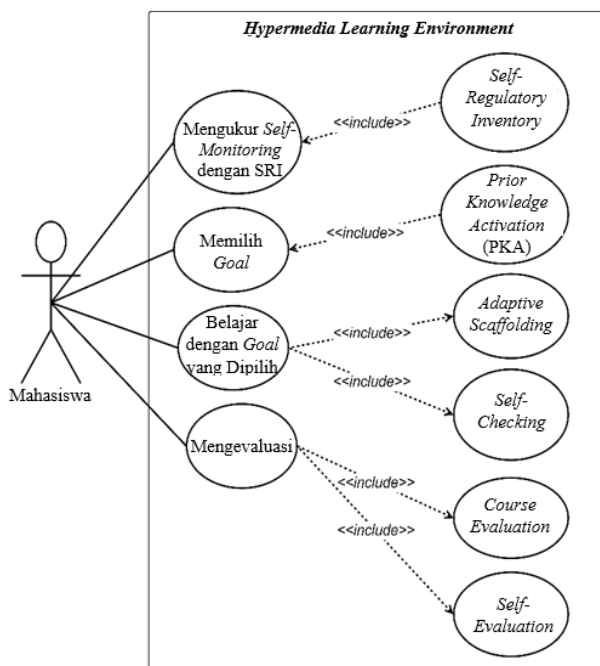
2) *Instruksi Metakognitif*: Instruksi metakognitif yang diberikan mahasiswa disusun menurut kategori *self-monitoring* mahasiswa, yang diolah dengan menggunakan metode *rule-based*. Aturan-aturan ini akan menentukan proses belajar mandiri dan intervensi yang akan diberikan kepada mahasiswa berdasarkan tingkat *self-monitoring*.

3) *Proses Self-Regulated Learning (SRL)*: HLE yang dikembangkan merupakan HLE adaptif yang mengadopsi proses SRL. Proses SRL meliputi perencanaan, penggunaan strategi, dan pemantauan. Ketiga komponen dalam proses tersebut merupakan komponen utama dalam proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran, mahasiswa membuat rencana kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan, dilanjutkan dengan pemilihan strategi pembelajaran yang digunakan, dan tahap terakhir adalah *monitoring*, yaitu tahap evaluasi dari pembelajaran yang telah terjadi. Fase-fase SRL diimplementasikan ke dalam HLE kemudian ditambahkan intervensi kepada mahasiswa berupa instruksi-instruksi berdasarkan tingkat kemampuan *self-monitoring* masing-masing mahasiswa.

E. Use Case Diagram

Berdasarkan Gbr. 3, terdapat empat proses utama yang harus dilakukan oleh mahasiswa sebagai pengguna sistem HLE.

1) *Mengukur Keterampilan Self-Monitoring*: Setiap mahasiswa yang pertama kali menggunakan HLE akan diwajibkan untuk mengisi kuesioner SRI, kemudian data yang diperoleh sistem akan diolah untuk mendapatkan kategorisasi *self-monitoring* mahasiswa menjadi rendah, sedang, dan tinggi.



Gbr. 3 Use case diagram HLE.

2) *Pilih Tujuan*: Sebelum mahasiswa mulai belajar, mahasiswa dapat memilih tujuan. Tujuannya dalam hal ini adalah mahasiswa dapat menentukan sendiri materi yang akan dipelajari terlebih dahulu.

3) *Belajar Berdasarkan Tujuan yang Telah Dipilih*: Dilanjutkan dengan pembelajaran mahasiswa dengan materi yang telah dipilih, agen virtual akan membantu mahasiswa ketika mahasiswa kesulitan memahami materi, seperti memberikan bantuan dan materi tambahan berupa video.

4) *Evaluasi*: Setelah mahasiswa selesai membaca dan memahami materi, tahap selanjutnya adalah evaluasi. Evaluasi dalam hal ini terbagi menjadi dua, yaitu *self-checking* dan evaluasi materi secara keseluruhan (*posttest*). Evaluasi dengan *self-checking* membantu mahasiswa mengetahui mahasiswa telah memahami konsep dasar materi yang telah dipelajarinya atau belum. Jika jawaban mahasiswa ternyata mahasiswa yang tidak mengerti, sistem akan memberikan rekomendasi untuk mengulang materi tersebut atau melanjutkan ke tahap *posttest*. Dari hasil *posttest*, sistem akan menampilkan nilai *pretest* dan *posttest* yang telah dibuat mahasiswa. Dari kedua nilai tersebut, sistem akan memberikan rekomendasi berdasarkan nilai yang diperoleh. Kemudian, mahasiswa akan mengevaluasi pembelajaran yang telah dilakukan dengan menjawab sejumlah pertanyaan evaluasi diri.

F. Evaluasi Kegunaan

Sistem HLE yang telah dikembangkan kemudian diuji coba kepada mahasiswa untuk mendapatkan evaluasi kegunaan. Evaluasi kegunaan pada penelitian ini menggunakan *system usability scale* (SUS). Pengujian dilakukan kepada dua belas mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Pemrograman Dasar. SUS terdiri atas sepuluh pertanyaan dengan menggunakan skala Likert 1-5. Uji kegunaan sistem (*usability*

TABEL II
KATEGORI SKOR RATA-RATA SUS

Worst	Awful	Poor	OK	Good	Excellent	Best
<20,3	>20,3	>35,7	>50,9	>71,4	>85,5	>90,9

testing) berfungsi untuk mengukur tingkat pemahaman pengguna dalam mempelajari dan menggunakan sistem yang dikembangkan. Hasil dari *usability evaluation* dapat digunakan untuk memprediksi kesuksesan produk (aplikasi/sistem) setelah dirilis di pasar [21]. Pada instrumen SUS, skala pengukuran sistem ada pada dua hal, yaitu *usable* (item 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, dan 9) dan *learnable* (item 4 dan 10). Skor akhir SUS didapatkan dari perhitungan rata-rata skor SUS setiap responden.

Setiap pertanyaan memiliki nilai kontribusi 0 hingga 4. Untuk pertanyaan positif dengan angka ganjil (1, 3, 5, 7, dan 9), nilai kontribusi adalah posisi skala dikurangi 1; sedangkan untuk pertanyaan negatif dengan angka genap (2, 4, 6, 8, dan 10), nilai kontribusi adalah 5 dikurangi posisi skala. Kemudian, total nilai kontribusi dari setiap pertanyaan dikalikan dengan 2,5 untuk mendapatkan nilai akhir SUS. Rumus perhitungan skor SUS tiap responden dapat dihitung sebagai berikut.

Skor SUS =

$$\begin{aligned} &(((Q1-1)+(5-Q2)+(Q3-1)+(5-Q4)+(Q5-1)+(5-Q6)+ \\ &(Q7-1)+(5-Q8)+(Q9-1)+(5-Q10))*2,5) \end{aligned} \quad (1)$$

Berdasarkan [22], nilai rata-rata SUS di bawah 20,3 merupakan kategori *worst*, nilai rata-rata di atas 20,3 merupakan kategori *awful*, nilai rata-rata di atas 35,7 merupakan kategori *poor*, nilai di atas 50,9 merupakan kategori *ok*, nilai di atas 71,4 merupakan kategori *good*, nilai di atas 85,5 merupakan kategori *excellent*, dan nilai di atas 90,9 merupakan kategori *best*. Pengelompokan kategori nilai rata-rata SUS ditunjukkan pada Tabel II.

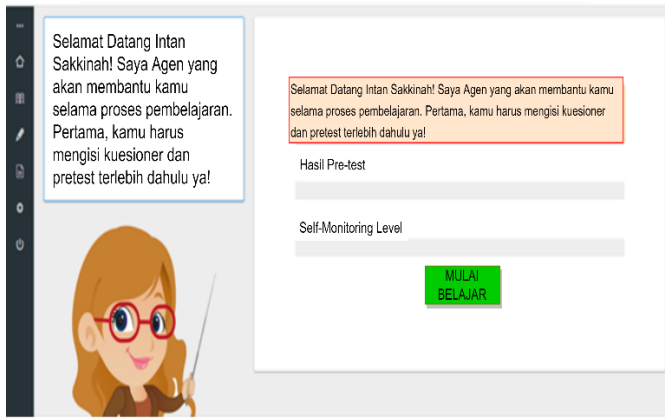
IV. HASIL

A. Dashboard

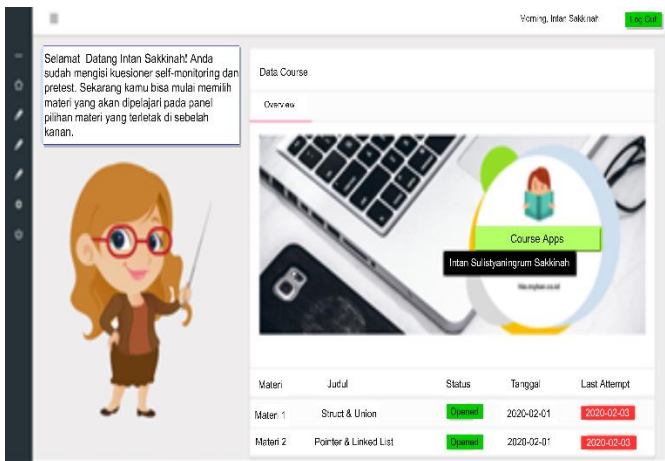
Dashboard adalah halaman utama dari sistem HLE yang dikembangkan. Pada halaman ini, pengguna dapat melihat tingkat *self-monitoring* dan hasil *pretest* yang telah dilakukan. Jika pengguna baru pertama kali menggunakan HLE, pada tombol *start learning* pengguna akan diminta untuk mengisi kuesioner dan mengerjakan soal *pretest*. Soal *pretest* menyajikan masalah pada materi sebelumnya, yaitu materi *array*. Setelah menyelesaikan survei dan *pretest*, pengguna dapat mulai belajar. Hasil keterampilan *self-monitoring* ditampilkan di bilah. Warna hijau menunjukkan tingkat yang tinggi, warna kuning menunjukkan bahwa siswa mendapatkan tingkat sedang, dan warna merah menandakan tingkat yang rendah. Tampilan *dashboard* pada HLE diperlihatkan di Gbr. 4.

B. Pilihan Materi

Gbr. 5 menunjukkan tampilan halaman pemilihan materi pembelajaran sesuai keinginan mahasiswa. Agen virtual membantu siswa selama proses pembelajaran. Pada halaman



Gbr. 4 Tampilan dashboard.



Gbr. 5 Tampilan pilihan materi.

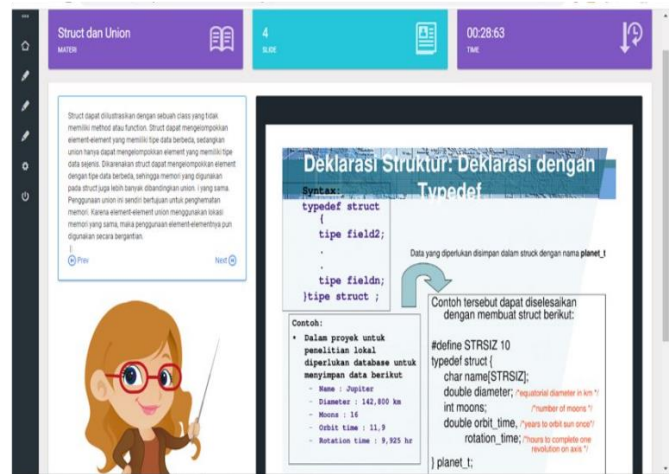
pemilihan materi, siswa dapat memilih salah satu materi dan riwayat waktu siswa mencoba materi tersebut. Status materi dengan warna hijau berarti materi telah dibuka dan siswa dapat memilih materi yang akan dipelajari.

C. Tampilan Materi

Gbr. 6 menunjukkan tampilan halaman *learning* dengan materi yang telah dipilih siswa. Dalam proses pembelajaran ini, agen virtual memberikan bantuan berupa penjelasan materi yang disesuaikan dengan kategori *self-monitoring* siswa. Selain menjelaskan materi, agen virtual juga memberikan tambahan video penjelasan jika siswa masih kurang paham. Tiga kotak di atas materi menunjukkan materi yang dipilih, nomor halaman, dan waktu. Waktu menunjukkan lama siswa akan menyelesaikan satu materi.

D. Kuis pada Setiap Submateri

Halaman *mini quiz* merupakan pertanyaan dasar tentang setiap submateri dalam pembelajaran. Misalnya, pada materi *struct* dan *union* terdapat dua submateri, yaitu *struct* dan *union*. Setelah siswa selesai membaca materi *struct*, akan muncul *mini quiz* yang diberikan oleh agen virtual. Hal ini bertujuan untuk mengukur pemahaman siswa terhadap submateri yang telah dipelajari, dengan harapan siswa akan lebih memahami materi yang dipelajari. Jika siswa mendapatkan nilai rendah (hanya satu jawaban benar dari tiga), agen virtual akan menyarankan



Gbr. 6 Tampilan halaman materi.

siswa untuk membaca kembali submateri. Lalu, jika siswa mendapatkan nilai yang cukup (minimal dua jawaban benar dari tiga), agen virtual akan memungkinkan siswa untuk terus belajar sampai tahap *posttest*.

E. Posttest

Halaman *posttest* merupakan tahapan setelah siswa mempelajari materi. *Posttest* bertujuan untuk mengukur pemahaman siswa setelah mempelajari suatu materi. *Posttest* berisi lima soal yang mengukur pemahaman siswa terhadap materi. Hasilnya ditampilkan pada menu rapor.

F. Self-Evaluation

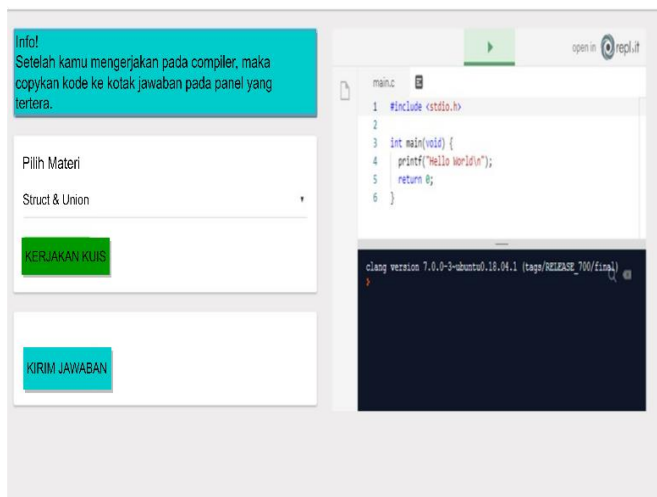
Pada halaman *self-evaluation*, siswa diinstruksikan untuk mengisi enam pertanyaan yang bertujuan untuk mengevaluasi diri setelah mempelajari suatu materi. Hasil evaluasi diri akan digunakan untuk menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang diberikan kepada siswa. Soal ini akan muncul setelah siswa menyelesaikan tahap *posttest*.

G. Practical Skill

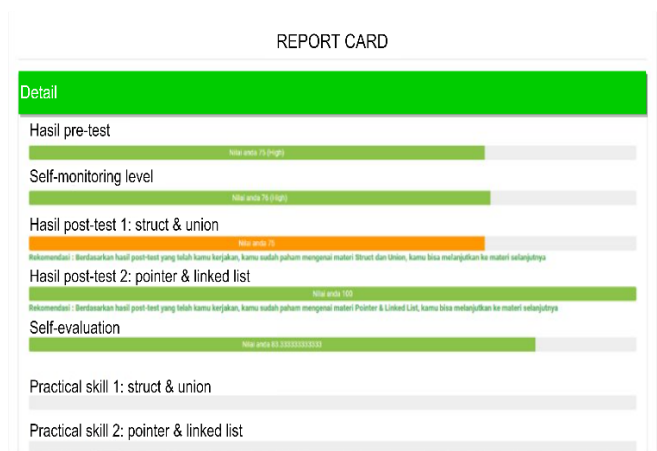
Pada menu *practical skills*, siswa diberi tugas yang mengharuskan siswa mengimplementasikan materi yang telah dipelajari ke dalam suatu program. Pada menu ini, terdapat *compiler* dan *notepad* yang memungkinkan siswa mengunggah kode program yang telah dibuat. Pada tampilan menu keterampilan praktis terdapat menu materi untuk menampilkan soal-soal yang diberikan sesuai dengan materi yang dipilih. Tampilan menu keterampilan praktis ditunjukkan pada Gbr. 7.

H. Report Card

Report card yang ditunjukkan pada Gbr. 8 merupakan hasil ringkasan penilaian yang telah diselesaikan oleh siswa beserta rekomendasi yang diberikan oleh sistem kepada siswa terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Warna bilah menunjukkan tingkat skor. Warna hijau menunjukkan bahwa siswa mendapat nilai tinggi dan warna kuning menunjukkan nilai sedang. Untuk nilai keterampilan praktis, guru akan memasukkan nilai secara manual melalui akun admin. Ketika skor telah ditambahkan, skor akan muncul di rapor.



Gbr. 7 Practical skill.



Gbr. 8 Report card.

I. Hasil Uji Kegunaan dengan SUS

Uji kegunaan sistem HLE dilakukan menggunakan SUS. Pengujian dilakukan secara daring dengan menggunakan kuesioner SUS. Responden untuk pengujian kegunaan adalah mahasiswa S1 Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada dengan tahun masuk akademik 2019.

Pengujian dilakukan secara daring dengan membagikan tautan kuesioner kepada responden. Sebelum mengisi kuesioner, responden terlebih dahulu diminta mencoba menggunakan HLE dan fitur-fitur di dalamnya. Pada pengujian ini, diperoleh dua belas responden dengan hasil kuesioner ditunjukkan pada Tabel III.

Berdasarkan Tabel III, hasil jawaban masing-masing responden dihitung dengan skor SUS menggunakan (1). Skor SUS masing-masing responden kemudian dijumlahkan, lalu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan rata-rata skor SUS. Aplikasi HLE mendapatkan nilai rata-rata skor SUS sebesar 72,92. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, aplikasi HLE masuk ke dalam kategori *good*. Hal tersebut diperoleh berdasarkan pengelompokan kategori nilai skor SUS pada Tabel II [22]. Suatu produk dianggap memiliki kegunaan yang baik jika skor

TABEL III
HASIL EVALUASI KEGUNAAN DENGAN SUS

Kode Mahasiswa	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Skor SUS
M1	3	1	4	1	5	2	5	1	3	2	82,5
M2	4	1	5	1	4	1	5	1	4	1	92,5
M3	4	2	5	5	5	5	2	5	3	5	42,5
M4	4	2	5	2	4	2	4	2	4	2	77,5
M5	3	2	5	2	4	1	5	2	4	2	80,0
M6	4	1	5	1	5	2	4	1	5	5	82,5
M7	3	2	4	2	4	3	4	2	3	4	62,5
M8	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	75,0
M9	3	2	4	1	4	1	4	2	3	2	75,0
M10	4	2	4	5	4	3	4	3	4	2	62,5
M11	3	2	4	1	4	2	5	2	4	4	72,5
M12	2	2	4	1	4	2	4	3	4	2	70,0
Rata-Rata Skor											72,92

SUS keseluruhan sama atau di atas 68. Dengan demikian, HLE yang dikembangkan layak dan dapat diterima.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini melakukan pengembangan adaptif HLE berdasarkan langkah-langkah SRL. Dari sistem yang dikembangkan, *scaffolding* metakognisi diperoleh dari kategorisasi keterampilan *self-monitoring* siswa saat pertama kali menggunakan sistem. Berdasarkan hasil pengembangan sistem HLE, semua fungsi dalam sistem dapat berjalan dengan baik. Hasil pengembangan sistem menunjukkan bahwa hasil klasifikasi kemampuan *self-monitoring* mahasiswa dapat menentukan bantuan yang akan diberikan oleh sistem kepada mahasiswa saat proses pembelajaran dengan HLE.

Uji kegunaan menggunakan kuesioner SUS pada dua belas responden menunjukkan rata-rata skor SUS sebesar 72,92. Nilai tersebut menunjukkan bahwa aplikasi HLE masuk pada kategori *good* yang berarti aplikasi layak dan dapat diterima.

Penelitian ini hanya difokuskan pada pengembangan adaptif HLE berbasis *self-monitoring* skills siswa, sehingga untuk mengetahui efektivitas sistem, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penyusunan makalah ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Intan Sulistyningrum Sakkinah; hasil, metode, kesimpulan. Rudy Hartanto; *hypermedia learning environment* dan *self-monitoring*; Adhistya Erna Peramanasari; pendahuluan.

REFERENSI

[1] V. Alevan, "A is for Adaptivity, but What is Adaptivity? Re-Defining the Field of AIED Intuitively," *Proc. Workshop 17th Int. Conf. Artif. Intell. Educ. AIED 2015*, 2015, hal. 11–20.
 [2] G. Schraw dan D. Moshman, "Metacognitive Theories," *Educ. Psychol. Rev.*, Vol. 7, No. 4, hal. 351–371, 1995.

- [3] L. Bacon dan L. Mackinnon, "A Flexible Framework for Metacognitive Modeling and Development," *Proc. Int. Conf. e-Learn. (ICEL)*, 2014, hal. 7–14.
- [4] E.G. Poitras dan S.P. Lajoie, "A Domain-Specific Account of Self-Regulated Learning: The Cognitive and Metacognitive Activities Involved in Learning Through Historical Inquiry," *Metacogn. Learn.*, Vol. 8, No. 12, hal. 213–234, 2013.
- [5] S. Sanchez-Alonso dan Y. Vovides, "Integration of Metacognitive Skills in the Design of Learning Objects," *Comput. Human Behav.*, Vol. 23, No. 6, hal. 2585–2595, 2007.
- [6] J. Kalenda, "Self-Regulated Learning in Students of Helping Professions," *Procedia Soc. Behav. Sci.*, Vol. 217, hal. 282–292, 2016.
- [7] B.J. Zimmerman dan A.S. Paulsen, "Self-Monitoring During Collegiate Studying: An Invaluable Tool for Academic Self - Regulation," *New Direction Teach. Learn.*, Vol. 1995, No. 63, hal. 13–27, 1995.
- [8] M. Martinez-Pons dan B.J. Zimmerman, "Construct Validation of a Strategy Model of Student Self-Regulated Learning," *J. Educ. Psychol.*, Vol. 80, No. 3, hal. 284–290, 1988.
- [9] M. Snyder, "Self-Monitoring of Expressive Behavior," *J. Pers., Soc. Psychol.*, Vol. 30, No. 4, hal. 526–537, 1974.
- [10] P.R. Pintrich, C.A. Wolters, dan G.P. Baxter, "Assessing Metacognition and Self-Regulated Learning," dalam *Issues in the Measurement of Metacognition*, G. Schraw dan J.C. Impara, Eds., Nebraska, AS: Buros Institute of Mental Measurements, 2000, hal. 43–97.
- [11] E.S. Shapiro dan C.L. Cole, "Self-Monitoring in Assessing Children's Problems," Vol. 11, No. 4, hal. 448–457, 1999.
- [12] D.H. Schunk, "Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning," *Educ. Psychol.*, Vol. 25, No. 1, hal. 71–86, 1990.
- [13] W.Y. Lan, "The Effects of Self-Monitoring on Students' Course Performance, Use of Learning Strategies, Attitude, Self-Judgment Ability," *J. Exp. Educ.*, Vol. 64, No. 2, hal. 101–115, 1996.
- [14] H.P. Wills dan B.A. Mason, "Implementation of a Self-Monitoring Application to Improve On-Task Behavior: A High School Pilot Study," *J. Behav. Educ.*, Vol. 23, No. 4, hal. 421–434, 2014.
- [15] S. Arslantas dan A. Kurnaz, "The Effect of Using Self-Monitoring Strategies in Social Studies Course on Self-Monitoring, Self-Regulation and Academic Achievement," *Int. J. Res. Educ. Sci.*, Vol. 3, No. 2, hal. 452–463, 2017.
- [16] A. Benmimoun dan P. Trigano, "Self Regulated Learning Provided by Hypermedia and the Use of Technology Enhanced Learning Environments," *Int. Conf. Web Intell., Intell. Agent Technol.*, 2009, hal. 211–214.
- [17] J.M. Su, "A Self-Regulated Learning System to Support Adaptive Scaffolding in Hypermedia-Based Learning Environments," *Proc. - 2014 7th Int. Conf. Ubi-Media Comput. Work. U-MEDIA 2014*, 2014, hal. 326–331.
- [18] A. Nurlayli, "Adaptive HLE untuk Mendukung Self-Regulated Learning (Studi Kasus: Matakuliah Algoritme dan Struktur Data)," Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 2018.
- [19] A. Nurlayli, T. B. Adji, A. E. Permanasari, dan I. Hidayah, "Tahani Model of Fuzzy Database for an Adaptive Metacognitive Scaffolding in Hypermedia Learning Environment (Case: Algorithm and Structure Data Course)," *2017 Int. Conf. Sustain. Inf. Eng., Technol. (SIET)*, 2017, hal. 358–363.
- [20] I.S. Sakkinah, R. Hartanto, dan A.E. Permanasari, "Students' Self-Monitoring Skill Classification in Learning Activities," *Int. Conf. Online, Blended Learn. 2019 (ICOBL 2019)*, hal. 66–69, 2019.
- [21] J. Brooke, "SUS - A Quick and Dirty Usability Scale," dalam *Usability Evaluation in Industry*, P.W. Jordan, B. Thomas, I.L. McClelland, B. Weerdmeester, Eds., London, Inggris: CRC Press, 1996, ch. 21, hal. 189–194.
- [22] A. Bangor, dkk., "Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale," *J. Usability Scales*, Vol. 4, No. 3, hal. 114–123, 2009.

Lampiran
Kuesioner Self-Regulatory Inventory

Problem Solving					
No.	Pertanyaan	Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Saya memikirkan beberapa cara untuk menyelesaikan soal yang diberikan dan memilih satu yang terbaik				
2.	Saya meninjau kembali soal yang diberikan untuk memastikan jawaban saya benar				
3.	Saya membaca soal yang diberikan yang diberikan berulang kali				
4.	Saya menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda tergantung dari soal yang diberikan yang diberikan				
5.	Saya merasa dapat mengerjakan soal yang diberikan yang sulit dengan baik				
6.	Saya meninjau kembali dan memeriksa hasil pekerjaan saya				
7.	Saya merasa bahwa saya mampu mempelajari hal baru dengan cepat				
8.	Saya mengidentifikasi semua bagian penting dari soal yang diberikan				
9.	Saya mencoba untuk memahami soal yang diberikan terlebih dahulu sehingga tahu apa yang harus dilakukan				
10.	Saya memilih langkah-langkah yang saya butuhkan untuk mengerjakan soal yang diberikan				
11.	Saya mencoba untuk memecah soal yang diberikan untuk memperoleh informasi yang diperlukan				
12.	Saya mencoba lebih dari satu cara untuk mempelajari sesuatu				
Self-Monitoring					
A. Planning					
No.	Pertanyaan	Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Saat diberikan soal Pemrograman Dasar, saya menentukan tahapan untuk memecahkan masalah sebelum memulai mengerjakan				
2.	Saya mencoba memahami soal yang diberikan yang ditanyakan sebelum menjawab				
3.	Saya dengan hati-hati merencanakan tindakan saya untuk menyelesaikan soal yang diberikan				

4.	Saya merencanakan tindakan saya untuk menyelesaikan soal yang diberikan				
5.	Saya memikirkan langkah-langkah rencana yang harus saya ikuti				
6.	Saya mengetahui apa yang harus saya lakukan sebelum mulai mengerjakan soal yang diberikan				
7.	Saya mengetahui tujuan dari materi dan apa yang diperlukan untuk mencapainya				
8.	Dari rencana yang telah saya buat, saya mengembangkan sebuah rencana untuk solusi dari soal yang diberikan				
9.	Saya mengetahui bagian dari soal yang harus saya tuntaskan terlebih dahulu				
B. Self-Checking					
No.	Pertanyaan	Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Saya memeriksa pekerjaan saya saat saya sedang mengerjakannya				
2.	Saya mengoreksi seberapa baik saya dalam menyelesaikan soal yang diberikan				
3.	Saat mengerjakan soal, saya dapat mengerjakan sesuai langkah-langkah rencana yang telah dibuat				
4.	Saya tahu berapa banyak tugas yang harus diselesaikan				
5.	Saya mengoreksi kembali hasil dari pekerjaan yang telah dilakukan untuk memastikan jawaban sudah benar dan sesuai dengan perintah soal				