

Simulasi Pembelajaran Interaktif pada Praktikum *Embedded System* Berbasis Web

Nenny Anggraini
Teknik Informatika, Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
nenny_anggraini@uinjkt.ac.id

Diterima: 9 Maret 2017. Disetujui: 10 April 2017. Dipublikasikan: Mei 2017

Abstrak - Simulasi adalah suatu proses peniruan dari sesuatu yang nyata beserta keadaan sekelilingnya (*state of affairs*). Aksi melakukan simulasi ini secara umum menggambarkan sifat-sifat karakteristik kunci dari kelakuan sistem fisik atau sistem yang abstrak tertentu. Metode yang dipakai adalah Monte Carlo sebagai alur perancangan simulasi. Simulasi ini mendukung proses pembelajaran mata kuliah *embedded system* yang ada di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi. Simulasi pembelajaran ini menggunakan multimedia interaktif sebagai alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna melalui web, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Dalam mata kuliah *embedded system*, dengan simulasi seperti ini pengguna dapat melakukan praktikum seperti di laboratorium menggunakan mikroprosesor secara digital. Tujuannya adalah agar pembelajaran tidak terbatas pada waktu, tempat dan ketersediaan alat di laboratorium. Simulasi laboratorium ini berbasis web sehingga dapat dijadikan sebagai cetak biru *electronic laboratory*

Kata Kunci: web, simulasi, Monte Carlo, *embedded system*; multimedia interaktif.

I. PENDAHULUAN

Simulasi adalah suatu proses peniruan dari sesuatu yang nyata beserta keadaan sekelilingnya (*state of affairs*). Aksi melakukan simulasi ini secara umum menggambarkan sifat-sifat karakteristik kunci dari kelakuan sistem fisik atau sistem yang abstrak tertentu. Sudah lama metode simulasi dipakai sebagai alat penting dalam perancangan, misalnya simulasi perancangan pesawat terbang, sistem komunikasi telepon, pertempuran militer, atau operasi pemeliharaan dalam menentukan ukuran optimal tim operator. Dengan berkembangnya komputer dan bahasa pemrograman menjadikan teknik-teknik simulasi banyak diterapkan secara luas dan diterima sebagai alat dalam sistem analisis dan operasi penelitian [1].

Pembelajaran diartikan sebagai proses penciptaan lingkungan yang memungkinkan terjadinya proses belajar. Dalam pembelajaran yang

utama adalah bagaimana siswa belajar. Belajar dalam pengertian aktifitas mental siswa dalam berinteraksi dengan lingkungan yang menghasilkan perubahan perilaku yang bersifat relative konstan.

Multimedia interaktif adalah suatu media interaktif yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Contoh multimedia interaktif adalah multimedia pembelajaran interaktif, aplikasi game dll. Apabila kedua konsep tersebut digabungkan maka multimedia pembelajaran dapat diartikan sebagai aplikasi multimedia yang digunakan dalam proses pembelajaran. Dengan kata lain, untuk menyalurkan pesan, pengetahuan, keterampilan dan sikap), serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan yang belajar, sehingga proses belajar terjadi, bertujuan dan terkendali.

Mata kuliah *embedded system* merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa program studi Teknik Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi, yang mengambil konsentrasi *embedded system*. Mata kuliah ini berupa teori dan praktek. Proses pembelajaran praktikum dilakukan di laboratorium digital dan mikroprosesor dengan panduan buku petunjuk praktikum yang telah dibuat oleh dosen pengajar mata kuliah *embedded system*. (dalam hal ini peneliti sendiri yang membuat buku petunjuk praktikum tersebut). Praktikan (dalam hal ini mahasiswa) melakukan praktikum sesuai dengan ketentuan yang ada dalam buku petunjuk praktikum. Dalam pelaksanaan praktikum, praktikan diharuskan membuat suatu alat yang nantinya dihubungkan dengan komputer untuk selanjutnya diprogram agar alat tersebut berfungsi sesuai dengan yang diinginkan [2].

Berdasarkan pengalaman peneliti dalam mengampu praktikum *embedded system*, praktikan mengalami kendala dalam merangkai sebuah alat. Hal tersebut dikarenakan belum ada panduan yang bersifat interaktif, yaitu berupa tutorial perakitan alat dan cara mengkoneksikan alat tersebut dengan komputer. Disamping itu praktikan juga belum dapat mensimulasikan alat yang mereka rancang

sebelum mereka melakukan perakitan yang sebenarnya. Tidak adanya tutorial dan simulasi ini bisa berakibat fatal terhadap peralatan dan komponen praktikum, yaitu bisa menyebabkan kerusakan komponen dan alat-alat praktikum yang digunakan dikarenakan salah merangkai alat.

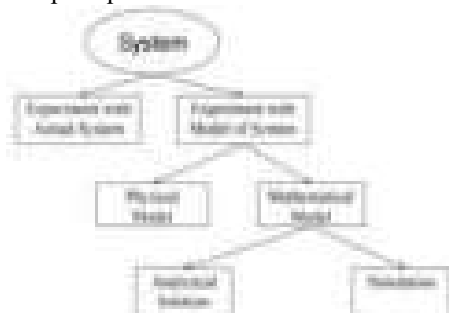
Masalah lain yang timbul pada praktikum *embedded system* ini adalah terbatasnya waktu pengerjaan rangkaian karena waktu praktikum hanya satu setengah jam sehingga seringkali praktikan belum selesai mengerjakan rangkaian tetapi waktunya sudah habis. Praktikan sangat berharap dapat melanjutkan pembuatan rangkaian tetapi dengan memakai tutorial. Berdasarkan uraian diatas, peneliti mempunyai ide untuk membuat sebuah simulasi pembelajaran interaktif praktikum *embedded system* yang berbasis web, sehingga bisa menjawab semua kendala yang ada pada praktikum *embedded system*.

II. LANDASAN TEORI

A. Simulasi

Dasar dari simulasi adalah untuk membangun alat eksperimen atau simulator yang akan menirukan semua sistem yang menitikberatkan pada aspek penting yang cepat dan biaya yang efektif [3]. Simulasi adalah proses perancangan model dari suatu sistem nyata dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model ini untuk tujuan memahami tingkah laku sistem [4].

Simulasi sebuah sistem adalah pengoperasian dari sebuah model suatu sistem. Sebuah Model dapat dikonfigurasi dan dilakukan percobaan. Simulasi digunakan sebelum sebuah sistem dibangun untuk mengurangi kemungkinan kegagalan, menghilangkan kemacetan tak terduga, mencegah *under* atau *over* pemanfaatan sumber daya, dan untuk mengoptimalkan kinerja sistem. Simulasi dapat didefinisikan sebagai program yang dibangun dengan model matematika berdasarkan pada sistem aslinya yang mempunyai kemampuan untuk memprediksi perilaku dari sebuah sistem di bawah sekumpulan kondisi pengoperasian yang ditetapkan dan dan asumsi penyederhanaan [5]. Menurut Law & Kelton struktur *top down* simulasi adalah seperti pada Gambar 6.



Gambar 1. Struktur Top Down Simulasi

Rasionalisasi mendasar penggunaan simulasi adalah pengetahuan manusia tentang masa yang akan datang. Situasi yang dapat disimulasikan dengan komputer diantaranya sebagai berikut [7].

- 1) Apabila perolehan data dari proses tertentu dalam dunia nyata biayanya terlalu mahal atau bisa jadi sangat sulit, maka simulasi dapat diterapkan. Misalnya kinerja mesin roket, pengaruh pemotongan pajak terhadap sistem perekonomian, pengaruh *advertising* terhadap penjualan total produk, dan lainnya.
- 2) Sistem yang diamati begitu kompleks sehingga tidak dapat diformulasi ke dalam bentuk persamaan matematis yang solusinya analitis, seperti sistem perekonomian atau sistem pendidikan. Dalam hal ini, simulasi menjadi alat paling efektif dalam menyelesaikan masalah-masalah seperti itu.
- 3) Apabila biaya terlalu mahal atau tidak mungkin untuk memvalidasi percobaan tentang model matematis dalam menjelaskan sistem, maka dalam kasus ini kita dapat mengatakan bahwa data simulasi dapat digunakan sebagai alternatif pengujian hipotesis.

B. Metode Monte Carlo

Ide pertama dicetuskan Enrico Fermi di tahun 1930an. Pada saat itu para fisikawan di Laboratorium Sains Los Alamos sedang memeriksa perlindungan radiasi dan jarak yang akan neutron tempuh melalui beberapa macam material. Namun data yang didapatkan tidak dapat membantu untuk memecahkan masalah yang ingin mereka selesaikan karena ternyata masalah tersebut tidak bisa diselesaikan dengan penghitungan analitis.

Hal yang berbeda dari simulasi Monte Carlo adalah membalikkan bentuk simulasi yang umum. Metode ini akan mencari kemungkinan terlebih dahulu sebelum memahami permasalahan yang ada. Sementara umumnya menggunakan simulasi untuk menguji masalah yang sebelumnya telah dipahami. Walaupun pendekatan terbalik ini sudah ada sejak lama, namun baru setelah metode Monte Carlo populer pendekatan terbalik diakui [8].

Penggunaan metode paling awal diketahui digunakan oleh Enrico Fermi di tahun 1930. Pada waktu itu beliau menggunakan metode acak untuk menghitung sifat dari neutron yang baru ditemukan. Baru setelah komputer pertama diperkenalkan sekitar tahun 1945 metode Monte Carlo mulai dipelajari lebih lanjut. Metode ini telah digunakan di bidang fisika, kimia fisika, dan lain-lain. Rand Corporation dan U.S. Air Force merupakan sponsor utama dalam pengembangan metode Monte Carlo pada waktu itu dan metode ini semakin berkembang di berbagai bidang.

Penggunaan metode Monte Carlo membutuhkan sejumlah besar angka acak. Seiring dengan berkembangnya metode ini, berkembang pula *pseudorandom* number generator yang ternyata lebih efektif digunakan daripada tabel angka acak yang telah sebelumnya sering digunakan untuk pengambilan sampel statistic [9]. Simulasi Monte Carlo adalah jenis simulasi yang mengandalkan Perulangan *random sampling* dan analisis statistik untuk menghitung hasil. Metode simulasi sangat erat kaitanya dengan percobaan acak [7].



Gambar 2. Model Input Output Monte Carlo

Model ini biasanya tergantung pada jumlah parameter input, yang ketika diproses melalui rumus matematika dalam model. Suatu model memerlukan parameter input dan beberapa persamaan yang digunakan untuk menghasilkan *output* (atau variabel respon). Dengan menggunakan parameter *input* berupa bilangan *random*, maka dapat mengubah suatu model deterministik menjadi model stokastik. Model deterministik merupakan suatu model pendekatan yang diketahui dengan pasti, sedangkan model stokastik tidak pasti.

Simulasi Monte Carlo adalah metode untuk menganalisa perambatan ketidakpastian. Tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi *random* atau *error* mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode *sampling* karena input dibangkitkan secara *random* dari suatu distribusi probabilitas untuk proses *sampling* dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki [7].

Hubungan *input-output* proses transformasi bertujuan untuk mengetahui kerja sistem. Karakteristik metode simulasi Monte Carlo [7] adalah spesifik, realistis, operasional, relevan dengan nilai-nilai pengambil keputusan, menimbulkan resiko pembaruan, terukur keberhasilan yang dicapai, terbatas dengan waktu ada masa berlaku, handal sehingga dapat menjadi dasar dalam penerapan di lapangan.

C. Pembelajaran Interaktif

Pembelajaran interaktif dikelompokkan menjadi: 1) media berbasis telekomunikasi misal *teleconference*, kuliah jarak jauh, dan 2) media berbasis mikroprosesor, misal *computer-assisted instruction*, permainan komputer, sistem tutor

intelejen, interaktif, hypermedia, dan *compact (video) disc* [10].

Pembelajaran interaktif adalah suatu sistem penyampaian pengajaran yang menyajikan materi video rekaman dengan pengendalian komputer kepada penonton (siswa) yang tidak hanya mendengar dan melihat video dan suara (visual) tetapi juga memberikan respon yang aktif, dan respon itu yang menentukan kecepatan dan sekuensi penyajian. Multimedia interaktif adalah suatu multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna. Pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Contoh multimedia interaktif adalah multimedia pembelajaran interaktif, aplikasi game, dll. Sedangkan pembelajaran diartikan sebagai proses penciptaan lingkungan yang memungkinkan terjadinya proses belajar. Jadi dalam pembelajaran yang utama adalah bagaimana siswa belajar [10].

Belajar dalam pengertian aktifitas mental siswa dalam berinteraksi dengan lingkungan yang menghasilkan perubahan perilaku yang bersifat relatif konstan. Dengan demikian aspek yang menjadi penting dalam aktifitas belajar adalah lingkungan. Bagaimana lingkungan ini diciptakan dengan menata unsur-unsurnya sehingga dapat mengubah perilaku siswa.

D. Pembelajaran Interaktif

Praktikum merupakan bentuk pengajaran yang kuat untuk membelajarkan keterampilan, pemahaman, dan sikap. Secara rinci praktikum dapat dimanfaatkan untuk [3]:

- 1) Melatih keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan mahasiswa
- 2) Memberi kesempatan pada mahasiswa untuk menerapkan dan mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya secara nyata dalam praktek
- 3) Membuktikan sesuatu secara ilmiah atau melakukan *scientific inquiry*
- 4) Menghargai ilmu dan keterampilan dimiliki.

Praktikum adalah subsistem dari perkuliahan yang merupakan kegiatan terstruktur dan terjadwal yang memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman yang nyata dalam rangka meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang teori atau agar mahasiswa menguasai keterampilan tertentu yang berkaitan dengan suatu pengetahuan atau suatu mata kuliah. Dalam merancang sistem pembelajaran, atau menyusun kurikulum, dosen dapat memasukkan kegiatan praktikum/latihan/responsi dalam perencanaannya jika ada dukungan kuat bahwa materi mata kuliah hanya dapat dipahami kalau disertai praktikum/responsi/latihan.

E. Embedded System

Embedded system adalah sebuah aplikasi yang terdiri setidaknya dari sebuah pemrograman computer yang dapat diprogram kembali seperti sebuah *Microcontroller*, sebuah *Microprocessor* atau *digital signal processor chip*) yang akan digunakan pengguna sebagai tugas utamanya secara komputerisasi [11]. *Embedded system* atau sistem tertanam adalah alat elektronik yang membentuk sebuah komputer (*microcontroller*) dengan implementasi yang sudah ditentukan. Sebuah komputer digunakan sebagai alat utama dengan tujuan untuk menyederhanakan pola sistem dan menyediakan kegunaan khusus. Macam-macam penggunaan komputer [12]:

- 1) Komputer desktop (*general purpose*)
- 2) *Information system* (spesifik untuk mengolah informasi)
- 3) *Embedded system* (spesifik sebagai komponen produk lain)

Embedded system merupakan sebuah sistem (rangkain elektronik) digital yang merupakan bagian dari sebuah sistem yang lebih besar, yang biasanya bukan berupa sistem elektronik. Kata *embedded* menunjukkan bagian yang tidak dapat berdiri sendiri yang merupakan *application-specific system* dirancang khusus untuk aplikasi tertentu. *Embedded system* dapat memberikan respon yang sifatnya *real time* [12].

F. Web

Web merupakan file teks murni (*plain text*) yang berisi sintaks-sintaks HTML yang dapat diterjemahkan dengan *internet browser*. Sintaks HTML mampu memuat konten text, gambar, audio, video dan animasi [13]. *Web based* berjalan menggunakan basis teknologi web (internet) atau browser. *Web based* tidak banyak memerlukan program yang akan diinstal di sisi client. Keunggulannya adalah [13]:

- 1) Dapat menjalankan aplikasi berbasis web dimanapun kapanpun tanpa harus melakukan penginstalan.
- 2) Dapat dijalankan di sistem operasi manapun.
- 3) Dapat diakses lewat banyak media seperti: *computer*, *handheld* dan *handphone* yang sudah sesuai dengan standard WAP.
- 4) Tidak perlu spesifikasi computer yang tinggi untuk menggunakan aplikasi berbasis web ini, sebab di beberapa kasus sebagian besar proses dilakukan di *web server* penyedia aplikasi berbasis web.

Kekurangan:

- 1) Dibutuhkan koneksi intranet dan internet yang handal dan stabil. Hal ini bertujuan agar pada saat aplikasi dijalankan akan berjalan dengan baik dan lancar

- 2) Dibutuhkan sistem keamanan yang baik dikarenakan aplikasi dijalankan secara terpusat, sehingga apabila server di pusat *down* maka sistem aplikasi tidak bisa berjalan.

Internet adalah suatu jaringan komputer global yang terbentuk dari jaringan-jaringan lokal dan regional yang memungkinkan komunikasi data antar komputer yang terhubung ke jaringan tersebut. Internet merupakan hubungan antar berbagai jenis komputer dan jaringan di dunia yang berbeda sistem operasi maupun aplikasinya, dimana hubungan tersebut memanfaatkan kemajuan media komunikasi (telepon dan satelit) yang menggunakan protokol standar dalam berkomunikasi yaitu protokol TCP/IP. Web server merupakan suatu server internet yang menggunakan protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) untuk layanan *World Wide Web* (WWW) untuk melayani semua proses transferan data [13].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Monte Carlo merupakan dasar untuk semua algoritma dari metode simulasi yang didasari pada pemikiran penyelesaian suatu masalah untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan cara memberi nilai sebanyak-banyaknya untuk mendapatkan ketelitian yang lebih tinggi. Simulasi adalah sebuah metode analitik yang bertujuan untuk membuat suatu imitasi dari sebuah sistem yang mempunyai sifat acak. Jika suatu sistem mengandung elemen yang mengikutsertakan faktor kemungkinan, model yang digunakan adalah model Monte Carlo. Dasar dari simulasi Monte Carlo adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel random (acak). Metode ini terbagi menjadi 10 tahap.

Tahapan-tahapan yang diperlukan dalam metode simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1) Perumusan Masalah

Di tahap ini observasi masalah yang ada di lapangan. Penelitian kali ini terpusat pada kegiatan praktikum pembelajaran *embedded system*, untuk selanjutnya menyimpulkan permasalahan dan kontribusi atau solusi.

2) Pengumpulan Data

Setelah menyimpulkan rumusan masalah yang akan diselesaikan tahap selanjutnya adalah pengumpulan data (*requirement gathering*), mengumpulkan atribut-atribut sistem aplikasi yang dibutuhkan dalam pengembangan sistem simulasi pembelajaran interaktif praktikum *embedded system* yang akan digunakan.

- 3) Validasi Model
Perancangan model dibutuhkan untuk mempermudah penelitian menjadi sebuah acuan model dalam sistem yang nantinya model tersebut akan terus dikembangkan, selanjutnya adalah memvalidasi model aplikasi simulasi yang akan digunakan.
- 4) Mengembangkan Program Komputer dan Pengujian
Perancang model harus memutuskan bahasa pemrograman mana yang akan digunakan selanjutnya mengembangkan *software* simulasi berdasarkan model yang telah divalidasi, pada tahapan penulisan kode untuk pemrograman sistem tersebut.
- 5) Mengoperasikan Pilot Proyek
Pilot proyek dari *software* simulasi dioperasikan (*run*) untuk menguji model yang telah dibangun dalam komputer, bertujuan memvalidasi *software* yang dikembangkan.
- 6) Validasi *Software*
Pilot proyek yang dioperasikan dapat digunakan untuk menguji kepekaan luaran model. Jika sistem menyerupai sistem yang ada, data luaran dari pengoperasian pilot proyek dapat dibandingkan dengan sistem itu. Bila keselarasannya kurang cocok, model yang divalidasi dapat dimodifikasi agar mewakili sistem sebenarnya.
- 7) Merancang Eksperimen
Ditahapan ini dibutuhkan rancangan eksperimen yang mendeskripsikan kondisi awal operasi simulasi, panjang periode, lama operasi, dan jumlah replikasi untuk membuat alternatif.
- 8) Operasi Produksi
Operasi produksi dilakukan untuk memproduksi kinerja data tentang rancangan sistem apakah sudah sesuai dengan operasi pada sistem yang terjadi di lapangan.
- 9) Analisis data Luaran
Tujuannya mengkonstruksi selang konfidensial dalam mengukur kinerja rancangan sistem, atau memutuskan apakah sistem yang disimulasikan itu relatif terbaik dari beberapa pengukuran kinerja tertentu.
- 10) Dokumentasi dan Implementasi Hasil
Model simulasi sering digunakan lebih dari satu aplikasi, hal ini penting untuk mendokumentasikan model dan program komputernya serta tahapan ini akan menjadi acuan untuk pengembangan sistem selanjutnya.

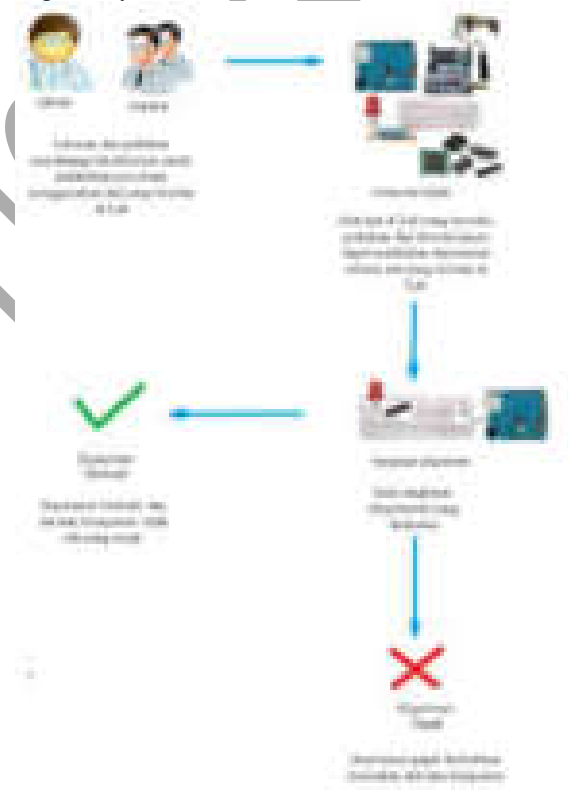
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan pengumpulan dilakukan observasi dan studi literatur yang mendukung penelitian mengenai media pembelajaran interaktif

berbasis web agar dapat mempermudah kegiatan praktikum *embedded system* dan memperkecil kerusakan alat dan komponen praktikum. Setelah mengetahui cara kerja komponen dan karakteristiknya. Pengumpulan data dengan *studi literature* terlampir dalam daftar pustaka, yang mendukung perancangan media pembelajaran interaktif yang digunakan untuk mata kuliah *embedded system* yang terdiri dari teori dan praktek. Selanjutnya akan dihasilkan usulan perancangan media pembelajaran interaktif berbasis web.

A. Sistem yang Berjalan

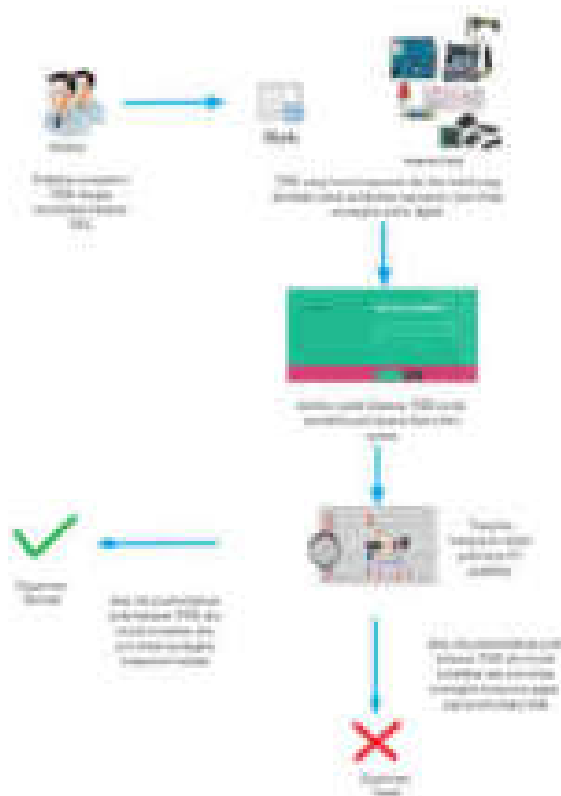
Gambar 3 adalah *rich picture* yang menjelaskan sistem yang sedang berjalan saat ini, yang kegiatan praktikum masih menggunakan alat dan komponen nyata dengan resiko kerusakan alat. Dalam kegiatan praktikum saat ini masih menggunakan metode manual dalam implementasi kegiatannya.



Gambar 3. Analisis yang Berjalan

B. Sistem yang Diusulkan

Rich picture menjelaskan sistem yang diusulkan ini, dengan tujuan menjadi media interaktif pembelajaran *Embedded system* dan memperkecil resiko kerusakan alat-alat di Laboratorium. Gambar 4 berisi sistem yang diusulkan.



Gambar 4. Sistem yang Diusulkan

C. Validasi Model

Validasi model dijelaskan dengan *Problems, Opportunities, Objectives and Constraints Matrix*. Hasil analisis permasalahan dan peluang disebutkan secara lengkap pada matriks masalah, kesempatan, tujuan dan batasan (*Problems, Opportunities, Objectives, and Constraints Matrix*). Matriks ini dijabarkan dalam dua tabel yaitu analisis sebab dan akibat (*Cause and Effect Analysis*) di Tabel 1 serta Tabel 2 berisi tujuan-tujuan perbaikan sistem (*System Improvement Objectives*). *Cause and Effect Analysis* merupakan sebuah teknik tempat masalah-masalah dipelajari untuk menentukan penyebab-penyebab dan akibat-akibatnya, sampai penyebab dan akibat tersebut tidak kembali menghasilkan gejala-gejala masalah yang lainnya. *System Improvement Objectives* memiliki tujuan yaitu untuk menentukan kriteria dimana semua perbaikan pada sistem akan diukur dan untuk mengidentifikasi semua batasan yang membatasi fleksibilitas semua perbaikan tersebut. Berikut adalah tabel *Cause dan Effect Analysis* dan *System Improvement Objectives* pada sistem berjalan.

TABEL 1. CAUSE AND EFFECT

Problem (Masalah)	Cause and Effects (Sebab dan Akibat)
Penggunaan komponen/alat digital secara manual memperbesar resiko kerusakan komponen	<i>Cause</i> : karena tidak ada laboran yang mendampingi kegiatan praktikum <i>Effect</i> : karena terbatasnya pengetahuan praktikan maka

jika tidak didampingi oleh Laboran	penggunaan alat akan dilakukan sesuai dengan pengetahuannya tidak sesuai standar data sheet pada masing-masing alat/komponen
Laboran terbatas dibandingkan dengan lokal untuk melakukan praktikum	<i>Cause</i> : keterbatasan tenaga laboran <i>Effect</i> : sering terjadi kerusakan komponen/alat dan tidak ada pelaporan ke pihak pusat laboratorium terpadu
Penggunaan laboratorium terbatas hanya saat ada mata kuliah embedded system atau jika ada laboran yang berjaga	<i>Cause</i> : praktikum hanya dapat dilakukan di Laboratorium <i>Effect</i> : kurang maksimal pembelajaran dan keterbatasan penggunaan laboratorium
Keterbatasan alat yang tersedia di Laboratorium	<i>Cause</i> : kelengkapan komponen kurang <i>Effect</i> : praktikum hanya terbatas pada alat atau komponenyang disediakan di Laboratorium

TABEL 2. OPPORTUNITIES (KESEMPATAN)

Opportunities (Kesempatan)	Cause and Effects (Sebab dan Akibat)
Sistem pembelajaran interaktif untuk praktikum embedded system berbasis web	<i>Cause</i> : Sistem pembelajaran interaktif untuk praktikum embedded system berbasis WEB dapat dilakuakn secara <i>real time</i> dan dimana saja <i>Effect</i> : meminimalisir kerusakan alat di laboratorium dan memberikan kesempatan pada praktikan untuk dapat belajar mandiri dan <i>real-time</i>

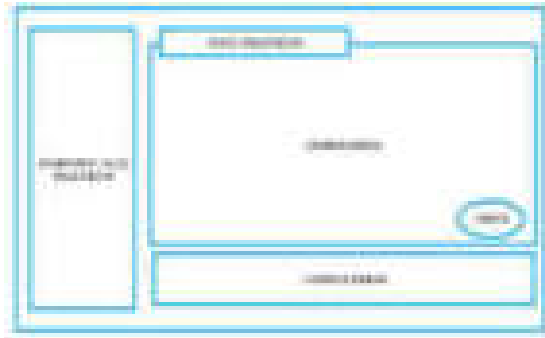
TABEL 3. SYSTEM IMPROVEMENT OBJECTIVES (TUJUAN-TUJUAN PERBAIKAN SISTEM)

System Objective (Tujuan Sistem)	System Constraint (Batasan Sistem)
Membangun WEB pembelajaran interaktif untuk dapat digunakan kapan saja dan dimana saja	Keterbatasan laboran, dan waktu penggunaan Laboratorium
Menyediakan alat dan komponen secara virtual untuk digunakan oleh praktikan	Keterbatasan sarana dan prasarana seperti alat dan komponen praktikum
Mengetahui apakah rangkaian yang dibuat praktikan sudah benar atau ada kesalahan	Mengolah data hasil rangkaian praktikan apakah sudah sesuai atau terjadi kesalahan pada rangkaian yang dibuat

Kebutuhan sistem yang dijelaskan pada Tabel 3 sebagian besar merupakan hasil observasi peneliti sehingga diharapkan pembelajaran *embedded system* dapat lebih maksimal dan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh praktikan.

D. Rancangan Interface

Perancangan antarmuka ini diharapkan dapat memudahkan pengguna halaman web dalam pengoperasiannya. Gambar 5 adalah halaman lembar kerja. Analisis luaran menggunakan pengujian mandiri seperti pada Tabel 4.



Gambar 5. Rancangan Halaman Lembar Kerja

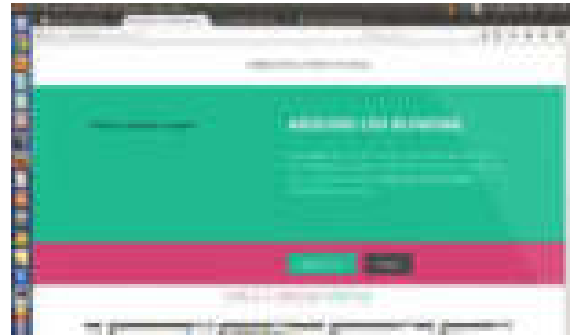
TABEL 4. PENGUJIAN MANDIRI

No	Modul	Prasyarat	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji coba
1	Mengirim data dari halaman web ke server	Membutuhkan koneksi internet	Data server ter-update	OK
2	Mengecek kesalahan pada rancangan	Membutuhkan internet dan pengaksesan ke database	Menunjukkan hasil perancangan yang dilakukan benar atau terdapat kesalahan	OK
3	Console error menunjukan bagian kesalahan	Mebutuhkan koneksi internet dan plugin yang digunakan dapat berjalan dengan baik	Pada layar console error menunjukan kesalahan yang dilakukan oleh praktikan	OK
4	Halaman lembar kerja pada semua komponen virtual yang tersedia dapat digunakan dengan baik	Semua komponen dapat memberikan hasil yang diharapkan	Semua button pada komponen virtual dapat digunakan dan memberikan perubahan yang sesuai dengan komponen yang digunakan	OK
5	Halaman pertanyaan dan jawaban dapat digunakan	Mengharuskan pengguna menggunakan email untuk dapat menggunakan fungsi tanya jawab	Penanya dan penjawab dapat saling berinteraksi dan hasil percakapan dapat dilihat di layar PC	OK

E. Pengoperasian Pilot project dan Validasi Software

Peneliti mulai merancang halaman web yang dimaksud dan memvalidasi fungsi-fungsi yang diimplementasikan pada halaman web tersebut pada Gambar 6 sampai 9. Tahapan ini

merupakan langkah dari pengoperasian pilot project dan memvalidasi software.



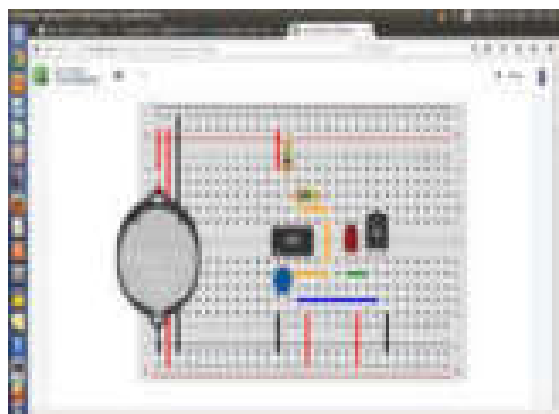
Gambar 6. Halaman Depan



Gambar 7. Halaman Contoh Design Sirkuit dan Video Tutorial



Gambar 8. Halaman Pertanyaan dan Jawaban



Gambar 9. Halaman Hasil Lembar Kerja

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian penelitian didapat kesimpulan bahwa simulasi pembelajaran interaktif multimedia dapat dijadikan sebuah solusi untuk mengembangkan pembelajaran berbasis web. Keunggulannya adalah dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun terutama untuk simulasi laboratorium yang dapat dijadikan sebagai cetak biru *electronic laboratory*.

REFERENSI

- [1] Law, Averill M. dan Kelton W. David, *Simulation, Modeling and Analysis*, 2nd Edition, McGraw-Hill International Edition, New York.
- [2] Anggraini, MT . 2013. Buku Panduan Praktikum Embedded System, Sainstek, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- [3] Floyd Jerome Gould. 1993. *Introductory Science* : “The basic idea of simulation.
- [4] Sandi Setiawan. 1991. *Teknik Pemrograman*, Andi : Yogyakarta
- [5] Dick, Walker & Carey. Lou, Carey., James O. *The systematic design of Instruction (5th Ed)*. New York. Longman
- [6] Law & Kelton, 2000, dalam buku *Simulation Modeling and Analysis* 3 rd ,McGraw-Hill.
- [7] Rubinstein, Reuven Y., 1991, *Simulation and The Monte Carlo Method*, John Wiley & Sons, NewYork.
- [6] Gagne, R. M. & Briggs L.J. *Principle of Instructional Design*. New york: Holt,Rinehart & Winston.
- [7] Hendra Jaya, Jurnal Pendidikan Vokasi, Vol 2, Nomor 1, Februari 2012, Program studi Pend. Teknik Elektronika,FT Universitas Negeri Makassar,”Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Kegiatan Praktikum dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter di SMK”.
- [8] Yayan Sunarya, *Pemodelan Matematis dan Simulasi Monte Carlo: Proses Atom dalam Pengkasaran Permukaan kristal Muka (100)*, Tesis S-2, ITB, 1997.
- [9] S. J. Mason, R. R. Hill, L. Mönch, O. Rose, T. Jefferson, J. W. Fowler eds introduction to monte carlo simulation. Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference diakses pada 27 September 2015 di <http://www.informs-sim.org/wsc08papers/012.pdf>.
- [10] Depdiknas. Pendekatan Kontekstual, (Kontekstual Teaching Learning/CTL). Jakarta: Depdiknas
- [11] Bräunl, Thomas. *Embedded Robotics - Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems, Second Edition*. Springer, Jerman, Juni 2006.
- [12] Byte Craft Limited. 2012. *First Steps with Embedded Systems*. Byte Craft Limited, Kanada.
- [13] Betha Sidik, Ir. 2005. *Pemrograman web dengan HTML*. Informatika Bandung.