

# Pemodelan Laboratorium Virtual Sains

Inggriani Liem, Junita Napitupulu, Artur Christina Pangaribuan, Togu NovriansyahTurnip

Politeknik Informatika Del

Desa Sitoluama, Laguboti 22381, Sumut, Indonesia

E-mail: inge@del.ac.id, {if07016,if07099,if07102}@students.del.ac.id

## Abstrak

Makalah ini disarikan dari hasil pengerjaan sebuah Tugas Akhir Diploma Tiga [1] yang bertema pemodelan komponen (sub sistem) laboratorium (lab) virtual sains, dan memaparkan dari segi substansial maupun segi pedagogis. Komponen lab virtual telah diimplementasi sebagai modul program yang "generik" pada dua buah platform yaitu PHP dengan basisdata MySQL dan Microsoft/VB 6.0 dengan basisdata MS Access, serta dibuktikan keterpakaianya untuk membangun prototype lab kimia. Pemodelan komponen diturunkan dari hasil analisis terhadap laboratorium sains yang nyata dengan memetakan elemen-elemen yang perlu diperhatikan dalam perancangan komponen laboratorium virtual (lab virtual). Hasil dari Tugas Akhir adalah pemodelan komponen lab yang generik, yang dapat dan telah dibuktikan terpakai untuk mengembangkan sebuah prototype lab virtual kimia. Tugas Akhir ini merupakan Tugas Akhir Program Diploma III yang bertema pengembangan perangkat lunak, dan dikerjakan sebagai syarat kelulusan dari program studi Teknik Informasi Politeknik Informatika Del.

**Kata kunci :** laboratorium virtual, komponen

## 1 Pendahuluan

Banyak kendala yang dialami oleh siswa yang melakukan praktikum, baik praktikum kimia, fisika, ataupun biologi terutama di Indonesia dan khususnya di kota kecil seperti di sekitar kampus Politeknik Informatika Del. Praktikum membutuhkan penggunaan peralatan ataupun zat-zat. Terkadang, bahan praktikum yang dipakai harus disediakan oleh siswa sendiri. Hal ini karena kurangnya sarana maupun prasarana milik sekolah untuk menunjang kegiatan praktikum tersebut.

Siswa yang melakukan percobaan kimia sering terkendala karena mahalnya peralatan praktikum dan zat-zat yang diperlukan dalam percobaan serta karena sulitnya mendapatkan peralatan praktikum dan zat-zat yang diperlukan dalam percobaan. Kendala ini sangat sering dialami oleh siswa apalagi siswa yang ada di sekolah-sekolah yang berada pada daerah pedesaan.

Aplikasi laboratorium virtual dapat mengurangi terjadinya kecelakaan saat melakukan praktikum, mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan oleh sisa-sisa hasil percobaan, dan mempermudah pelaksanaan

praktikum karena tidak lagi diperlukan peralatan dan bahan yang mahal. Aplikasi laboratorium virtual juga akan mengurangi bahan yang terbuang selama melakukan praktikum.

## 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk memodelkan komponen pembangun laboratorium virtual yang bersifat generik agar dapat dipakai untuk semua laboratorium sains. Pemodelan dan pembangunan komponen ini dapat menjadi tahapan awal dalam pembangunan aplikasi laboratorium virtual sains yang riil, minimal akan dibuktikan dengan mewujudkan sebuah prototipe laboratorium virtual kimia.

Rumusan permasalahan tersebut melahirkan pertanyaan penelitian (*research question*) Tugas Akhir sebagai berikut: bagaimana memodelkan komponen-komponen sebuah laboratorium virtual secara generik sehingga dapat dipakai untuk membangun aplikasi laboratorium virtual baik untuk mendukung pengajaran maupun untuk sistem informasi laboratorium ?

## 3 Metodologi

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai metodologi penelitian dan metodologi pengembangan perangkat lunak. Penelitian dilakukan sesuai dengan metodologi merekayasa. Dalam upaya menjawab pertanyaan penelitian, dilakukan beberapa tahapan, yaitu : (a) melakukan analisis untuk memodelkan laboratorium nyata menjadi sebuah laboratorium virtual (b) menganalisis untuk menentukan komponen virtual (c) merancang komponen lab dalam berbagai bentuk pemodelan perangkat lunak (d) implementasi komponen dalam lebih dari satu platform pengembangan (e) membangun sebuah prototype lab virtual spesifik untuk membuktikan keterpakaian komponen. Karena dalam Tugas Akhir ini dilakukan pengembangan modul perangkat lunak yang harus dapat digunakan (pada Tugas Akhir ini digunakan sebatas pada sebuah prototype) dan kelak dapat digunakan ulang (seorang guru dengan kemampuan memrogram yang secukupnya akan dapat menciptakan lab virtual dengan relatif lebih mudah) serta di tahap awal penelitian dimaksudkan untuk fokus pada pemodelan data yaitu memodelkan objek-objek dalam sebuah lab virtual, maka kami memandang bahwa pendekatan berorientasi objek akan merupakan

pendekatan yang tepat. Oleh sebab itu, dalam pengembangan modul perangkat lunak kami menggunakan metodologi berorientasi objek.

### 3 Studi Literatur dan Survei

Laboratorium virtual adalah suatu simulasi atau percobaan yang dilakukan di komputer untuk menyajikan fenomena alam yang memiliki peranan penting di dalam proses pembelajaran sains. Proses pembelajaran yang menggunakan media komputer akan membantu mencapai suatu pemahaman yang lebih dalam lagi pada pokok bahasan atau materi percobaan yang sedang disajikan [2]. Sejarah perkembangan laboratorium virtual dikemukakan dalam wikipedia yaitu dimulai pada tahun 1997 dari versi paling sederhana dan pada tahun 2002 sudah digunakan secara luas [3]. Manfaat dari laboratorium virtual yaitu [2]: (a) Memudahkan siswa untuk melakukan praktikum karena segala bahan dan alat telah disediakan secara virtual. (b) Tidak ada lagi kesulitan untuk mencari bahan yang tidak mudah didapatkan. (c) Membantu para guru sains dalam mengembangkan simulasi komputer yang dapat menjadi media pembelajaran sesuai dengan pokok bahasan yang disampaikan.

Beberapa bahan ajar, bahan praktikum yang dapat diakses secara bebas di Internet telah dipelajari dan akan diuraikan sebagai berikut. Di bidang Fisika, EWB [4] dipakai untuk praktikum rangkaian listrik dan VPRS yang dipakai untuk simulasi virtual reality pada praktikum Fisika [5]. Sistem informasi aplikasi virtual laboratorium Gunadarma dibangun untuk pelajaran Fisika dalam laboratorium sistem informasi Universitas Gunadarma, sehingga mahasiswa dapat melakukan praktikum dengan lebih baik dan lebih mudah, kemudian nantinya akan dapat mengurangi dan jika mungkin dapat menghilangkan tingkat kesalahan, serta mengurangi penggunaan kertas. Semuanya itu bertujuan untuk mengembangkan potensi praktikum menjadi pembelajaran mandiri, meningkatkan fleksibilitas dalam belajar, waktu, dan tempat [6]. Di bidang biologi, Microcondria Lab dipakai untuk praktikum Biologi [7] dan Translation Lab untuk praktikum membuat urutan RNA sederhana [7]. Untuk mendukung pembelajaran di Indonesia, situs [8] menyediakan cukup banyak bahan ajar di antaranya simulasi yang dapat dipakai untuk praktikum. Namun kami identifikasi bahwa lab virtual yang dapat diakses tersebut dikembangkan untuk suatu pelajaran tertentu atau bahkan untuk suatu topik tertentu yang merupakan pengembangan dari masing-masing peneliti sesuai dengan bidangnya, dan siap pakai hanya untuk materi tersebut. Kegiatan pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini bukan ditujukan untuk membuat materi ajar/praktikum yang spesifik, melainkan bagian dari perangkat lunak yang dapat dipakai membangun sebuah lab virtual.

Dua buah software yang tersedia bebas di Internet yaitu Alice [9] dan Squeak [10] telah dieksplorasi karena memberikan inspirasi untuk pembangunan library "objek" yang dapat didefinisikan perilakunya dan dapat

dipakai untuk belajar, yang selanjutnya kemungkinan dapat dipakai sebagai objek-objek yang dikelola laboratorium.

Untuk memperkuat argumentasi penelitian ini mengenai kebutuhan lab virtual, telah dilakukan survey ke tiga sekolah SMA di sekitar kampus (bukan di kota besar) di mana mahasiswa yang mengerjakan Tugas Akhir menyelesaikan studi SMA-nya. Hasil dari survey memperkuat hipotesa kami mengenai kebutuhan akan lab virtual yang mudah dibuat dan disesuaikan oleh guru sains. Secara ringkas, dari survey diperoleh kesimpulan : (a) Sekolah-sekolah yang telah disurvei pada umumnya memiliki daftar praktikum yang sama karena praktikum yang akan dilakukan sesuai dengan kurikulum yang berasal dari pemerintah. (b) Sekolah-sekolah yang disurvei harus mengelola inventori alat dan bahan yang hampir sama. (c) Pihak sekolah SMAN-2 Balige sebelumnya telah mengetahui mengenai laboratorium virtual dan tetapi belum pernah menggunakannya. Sedangkan sekolah SMAN-1 Laguboti dan SMAN 4 Pematang Siantar sama sekali belum pernah mengetahui dan menggunakannya. (e) Semua pihak sekolah sangat antusias dan tertarik karena dengan menggunakan software laboratorium sangat mendukung proses pengajaran terhadap siswa.

Karena akan melakukan pemodelan maka telah dipelajari metodologi mengenai pemodelan data [11,12] dan dilakukan telaah terhadap pemodelan data yang semula menjadi fokus utama pada pengerjaan Tugas Akhir ini. Pemodelan menggunakan UML [13] juga dikaji ulang karena pemodelan perangkat pembangunan lunak direncanakan dilakukan secara berorientasi objek dengan menggunakan UML.

Komponen secara umum adalah suatu perangkat fisik, atau bagian suatu sistem yang dapat diganti-gantikan sesuai dengan kebutuhan. Sebuah komponen menggambarkan gambaran dari suatu sistem. Suatu sistem biasanya terdiri dari beberapa komponen yang saling berhubungan dan saling ketergantungan. Pada Tugas Akhir ini, yang dimaksud dengan komponen lab virtual adalah subsistem dari lab virtual. Suatu komponen dapat terdiri dari satu atau lebih objek. Adanya hubungan ketergantungan antara komponen dalam satu sistem perlu untuk dimodelkan dalam pemodelan data. Dengan adanya pemodelan ini, maka struktur suatu sistem dapat diketahui, apa saja komponen yang terdapat di dalam sistem tersebut, dan apa saja karakteristik yang dimiliki oleh komponen tersebut, dan apa saja komponen yang berhubungan serta bagaimana komponen tersebut berelasi. Karena dalam sebuah laboratorium dilakukan kegiatan-kegiatan yang spesifik oleh para pelaku, maka akan dimodelkan pula model aktivitas dan model pengguna lab virtual.

### 4 Analisis dan Perancangan

Berbeda dengan pendekatan yang dilakukan pada penelitian lain yaitu merealisasi lab virtual yang spesifik, pada Tugas Akhir ini ingin dibangun sebuah lab virtual yang belum tertentu namun menyediakan fasilitas agar

guru dapat membangun sebuah lab sains dengan “mudah” serta waktu relatif cepat. Lab virtual yang dibangun akan merupakan ruang untuk menghimpun berbagai bahan ajar (klip video, instruksi, latihan dan ujian) yang pada saat ini dapat dilakukan secara mandiri oleh guru. Aplikasi lab virtual yang “operasional” akan merupakan gabungan dari sebuah CMS (*Content Management System*), LMS (*Learning Management System*) dan sistem Informasi (antara lain untuk mengelola inventori lab). Oleh karena itu, “komponen” lab virtual yang dimaksud harus mendukung ketiga ciri tersebut dan harus bersifat generik karena belum ditentukan lab sains spesifik. Peran sebagai CMS penting untuk direalisasikan, mengingat banyak guru sudah mampu membuat bahan ajar dan bahan praktikum dalam bentuk slides, video klip, atau bentuk digital lainnya yang kurang dapat dirasakan manfaatnya sebab “berserakan” (belum terintegrasi) jika tidak dihimpun dalam sebuah lab.

Berdasarkan analisis berorientasi objek yang dilakukan terhadap laboratorium nyata (lab kimia, lab fisika dan lab biologi), diidentifikasi 4 (empat) komponen utama pembentuk sistem lab virtual, yaitu **orang** yang berhubungan dengan pelaksanaan praktikum, **alat, bahan** atau **benda/objek** lainnya yang dibutuhkan/dimanipulasi dalam melakukan praktikum serta **kegiatan-kegiatan** yang dilakukan berhubungan dengan praktikum.

Hasil dari analisis adalah pemetaan laboratorium nyata menjadi laboratorium virtual yang akan dipakai memodelkan komponen-komponen lab yang secara ringkas diuraikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1. Komponen Lab Nyata versus Lab Virtual**

| Komponen Lab Nyata              | Komponen Lab Virtual   |
|---------------------------------|--|
| Pengguna : laboran, guru, siswa | Pengguna: Administrator, guru perancang, guru pengasuh praktikum, siswa  |
| Ruangan dan perlengkapannya     | Sebuah layar, website yang merupakan “potret” dari lab   |
| Inventory (bahan, materi, alat) | Objek-objek (ikon, gambar) yang dapat dimanipulasi selama praktikum atau dikelola dalam sistem inventory. Secara intuitif akan menjadi model data. |
| Kegiatan praktikum              | Fungsi-fungsi sesuai dengan <i>Use Case</i> , yang akan diterjemahkan menjadi model fungsional aplikasi  |

Pengguna akan dimodelkan menjadi aktor pada pemodelan dengan UML, ruangan beserta perlengkapannya dan inventory (bahan, alat) akan dimodelkan menjadi model berkaitan menjadi *class diagram*. Sedangkan kegiatan berkaitan dengan penggunaan lab virtual akan dimodelkan menjadi *Use Case* yang akan mendasari realisasi fungsi-fungsi

pendukung aplikasi untuk kegiatan praktikum. Kegiatan dilakukan sesuai dengan aktor, disarikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kegiatan pada Laboratorium Virtual**

| Aktor          | Kegiatan Laboratorium Virtual   |
|----------------|---|
| Guru perancang | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membuat (create) lab</li> <li>2. Mengelola data lab</li> <li>3. Mengelola data inventory</li> <li>4. Melakukan upload/download file video animasi bahan pengamatan, instruksi yang umum</li> </ol>  |
| Guru pengajar  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengelola data siswa</li> <li>2. Mengupload materi spesifik</li> <li>3. Memeriksa jawaban siswa</li> <li>4. Mengelola nilai</li> </ol>  |
| Siswa          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan upload/download file instruksi praktikum, jawaban/hasil praktikum</li> <li>2. Melakukan observasi/ pengamatan misalnya video animasi reaksi kimia</li> <li>3. Menjawab pertanyaan latihan</li> <li>4. Menjawab ujian</li> <li>5. Melakukan manipulasi objek (misalnya mencampur zat pada praktikum kimia, membedah kodok pada praktikum biologi, memanaskan zat pada praktikum fisika)</li> </ol> |

Pada analisis lebih mendalam, kami mengidentifikasi bahwa kegiatan praktikum pada sebuah lab virtual dapat dibuat lebih generik dari segi “materi” sehingga dikategorikan menjadi: membaca instruksi praktikum, mengamati/observasi (video), tanya jawab yang biasa digunakan untuk *pretest* dan *post test*.

*Use Case* diagram dan *Use Case scenario* telah dirumuskan secara generik dan diterjemahkan menjadi kerangka aplikasi (form) dengan perilaku sesuai dengan *Use Case scenario*, dan siap diisi dengan materi spesifik.

Fungsi yang sama pada Tabel 2 akan dijadikan sebuah fungsi *software* dengan antar muka sebagai berikut



**Gambar 1. Modul fungsional Lab Virtual versi PHP**

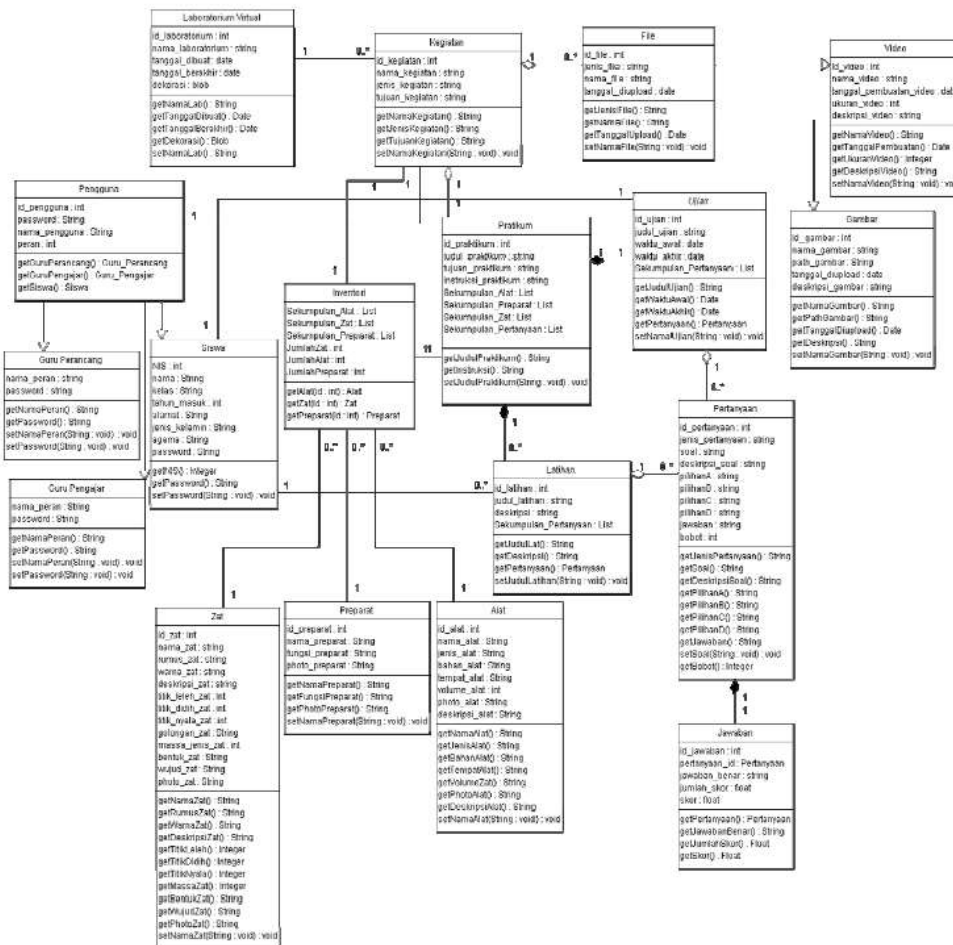
Layar pada Gambar 1 selain menunjukkan fungsionalitas komponen lab virtual, sekaligus merupakan layar *driver* yang dipakai untuk menguji di tingkat unit, setiap fungsi perangkat lunak yang diasosiasikan dengan model data terkait.

### 5 Implementasi dan Hasil Tugas Akhir

Hasil yang didapatkan dalam Tugas Akhir ini adalah model dari komponen lab virtual yang diidentifikasi berdasarkan lab nyata yaitu model aktor, model data dan model fungsional aplikasi, serta sebuah prototype lab virtual kimia. Tahapan pengembangan perangkat lunak yang sudah dilakukan adalah: penentuan kebutuhan komponen, analisis dan desain, implementasi dan testing modul aplikasi pengelola komponen lab virtual, serta menguji keterpakaiannya untuk pembuatan sebuah prototype lab virtual kimia. Modul aplikasi ini telah diimplementasi secara modular yang dibuktikan bahwa setiap fungsi sudah dapat di test sebagai CSU (Computer Software Unit) dan secara keseluruhan diintegrasikan menjadi sebuah prototype, Pemodelan komponen lab virtual tersebut telah dilakukan sesuai dengan metodologi yang digunakan yaitu berbasis objek dan menghasilkan beberapa model.

Komponen aktor adalah komponen yang menjadi modul pengalokasian pengguna dalam aplikasi laboratorium virtual dan yang telah dimodelkan menjadi model data yang akan dipakai dalam modul *user management*.

Komponen data dirancang dalam *Class diagram*, Conceptual Data Model (CDM) dan Physical Data Model (PDM) agar pengembangan aplikasi laboratorium virtual dapat dilakukan dengan konvensional atau berbasis objek. Atribut penting yang merupakan ciri dari setiap entitas yang dianalisis sudah dirancang secara normal, yang di kemudian hari dapat dengan mudah dikembangkan untuk menampung atribut yang belum tertampung dengan membuat sebuah metadata atau dengan membuat tabel berelasi *Primary Key*-nya untuk menampung ekstensi/penambahan atribut. Model komponen data ini adalah komponen yang siap dijadikan menjadi tabel basisdata. Rancangan diagram kelas disajikan pada Gambar 2, namun CDM dan PDM tidak disertakan dalam makalah ini karena keterbatasan tempat, namun dijelaskan rinci dalam [1] mencakup *class/entitas* : Lab Virtual, Pengguna (Guru Perancang, guru pengajar, Siswa), inventori (Alat, Preparat, Zat), File (video, gambar), Kurikulum, Modul, Kegiatan, Praktikum, Latihan, Ujian, Pertanyaan, Jawaban, Nilai.



Gambar 2 Diagram Kelas Komponen Lab Virtual

Komponen fungsional aplikasi yaitu form/layar dimodelkan sebagai *Use Case* sesuai dengan kegiatan yang terdapat dalam aplikasi laboratorium virtual. Komponen layar ini berhubungan dengan komponen basisdata, setiap form menggunakan basisdata yang sudah dirancang dalam model data. Untuk keperluan pembuatan basisdata relasional, *class diagram* yang ada *dimapping* menjadi model relasional dan selanjutnya menjadi struktur basisdata.

Implementasi form telah dilakukan dalam lingkungan bahasa pemrograman PHP dengan menggunakan basisdata MySQL dan pada platform Microsoft/VB 6.0 dengan menggunakan MS Access.

Pada penelitian ini telah dibangun pula sebuah prototipe laboratorium virtual kimia dengan menggunakan modul-modul yang sudah diprogram dalam bahasa PHP. Prototipe ini menggambarkan gambaran aplikasi laboratorium virtual sains yang telah berhasil diimplementasikan/dibangun dengan menggunakan komponen-komponen lab virtual sains. Pembangunan prototipe dapat dilakukan dengan waktu relatif cepat karena komponen telah teruji dengan baik. Gambaran visual dari Prototipe lab Virtual Kimia. Prototipe telah diuji secara *blackbox* dengan menggunakan skenario test yang didefinisikan berdasarkan setiap *Use Case*.

## 5 Pembahasan Pedagogis

Pada bagian ini akan diuraikan aspek pedagogis dari Tugas Akhir ini, sesuai dengan tema seminar. Tugas Akhir ini dikerjakan selama satu tahun akademik (dua semester) dan terdiri dari dua tahap yaitu Tugas Akhir I (2 sks) dan Tugas Akhir 2 (4 sks) pada semester genap 0910. Tugas Akhir dikerjakan berkelompok dengan pertimbangan bahwa aspek team work merupakan aspek penting dalam pengerjaan Tugas Akhir program Diploma. Pelaksanaan Tugas Akhir 1 dan Tugas Akhir 2 mengikuti pola aktivitas pengerjaan yang disarankan oleh Koordinator Tugas Akhir, namun tidak mengikat sepenuhnya. Dapat dikatakan bahwa pengerjaan dengan pola aktivitas yang sama hanyalah untuk kasus normal karena pelaksanaan perkuliahan di Politeknik Informatika Del yang sangat terjadwal. Tugas Akhir 1 dikerjakan melalui dua kali review yaitu review di hadapan penguji, dan diakhiri dengan Seminar yang menentukan apakah topik layak diteruskan sampai tuntas. Tugas Akhir 2 mempertajam analisis dan desain, serta menyelesaikan implementasi sambil memikirkan aspek apa yang akan dituliskan sebagai aspek riset. Sudah menjadi persoalan umum bahwa aspek penelitian di bidang software engineering untuk tingkatan Diploma yang sangat praktis cukup sulit dirumuskan, ketimbang merumuskan/menuliskan aspek teknis dari produk perangkat lunaknya.

Tugas Akhir ini adalah sebuah Tugas Akhir yang bertema software engineering sesuai dengan program studi mahasiswa yaitu Teknologi Informasi (merupakan

adaptasi nama yang ditentukan oleh Dikti untuk Program D3 di bidang Teknik Informatika).

Pada Tugas Akhir 1 mahasiswa menentukan rumusan masalah, dan melakukan penelitian sampai dengan tahapan survey dan analisis, serta memulai perancangan. Pada saat melakukan perancangan model data, Tugas Akhir ini mengalami *redirection* karena area yang semula dieksplorasi yaitu memodelkan objek-objek bahan dan peralatan praktikum ternyata terlalu sederhana. Mengacu ke pemodelan misalnya “binatang” atau “figure” yang dipakai dalam banyak contoh pemodelan dan pemrograman berorientasi objek, Tugas Akhir ini semua ingin memodelkan objek dan hirarkhinya. Karena setelah proses analisis dan melibatkan narasumber dari UPI (Universitas Pendidikan Indonesia Bandung) ternyata peralatan dan bahan untuk praktikum tidak terlalu kompleks maupaun berjumlah banyak. Akhirnya diputuskan agar topik diperluas dengan memodelkan komponen lab yang lain yaitu model kegiatan yang diwujudkan menjadi *Use Case* dan model layar aplikasi.

Pada fase Tugas Akhir 2, mahasiswa menuntaskan desain dan melakukan implementasi hasil rancangan, untuk kemudian mempertanggung-jawabkan hasil dari Tugas Akhir, serta diminta untuk menuliskan aspek penelitian yang sudah dikerjakannya. Perbedaan Tugas Akhir ini dengan proyek adalah jika pada proyek mahasiswa dituntut untuk menyelesaikan produk tanpa terlalu banyak mempertanyakan “*Why ??*”

## 6 Kesimpulan dan Saran

Pertanyaan penelitian pada Tugas Akhir ini telah terjawab dengan dihasilkannya komponen-komponen lab virtual yang berhasil dimodelkan dan diangkat dari model tersebut telah dibuktikan keterpakaianya menjadi modul program yang generik, serta keterpakaian modul program dan basisdata menjadi sebuah prototipe lab virtual. Hasil berupa basisdata dan modul aplikasi sudah ditest menggunakan sebuah driver di lingkungan PHP dan Microsoft. Modul aplikasi tersebut dapat digunakan ulang untuk pembangunan sebuah aplikasi yang mendukung proses pembelajaran, baik untuk fungsi CMS (menyajikan materi praktikum/materi ajar sehingga aspek generik menjadi spesifik), LMS (mendistribusikan materi praktikum, menerima setoran hasil praktikum dan penilaian) dan juga menyediakan aplikasi pengelolaan sistem inventori dan pengelolaan siswa. Beban pembangunan sebuah lab virtual bidang ilmu apapun dapat dikurangi dengan menggunakan modul basisdata dan aplikasi yang telah tersedia. Keterbatasan penelitian ini adalah implementasi modul perangkat lunak yang masih berupa templates program dan basisdata relational terkait, belum merupakan sebuah *component* sesuai dengan kaidah komponen perangkat lunak di mana sebuah komponen merupakan *software package* atau sebuah modul yang mengenkapsulasi suatu himpunan fungsi dan data. Pada Tugas Akhir ini fungsi dan data

dikelola terpisah, walaupun form dan fungsi tersebut dioperasikan terhadap data.

Saran pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini adalah (a) Implementasi modul perangkat lunak yang ada menjadi “komponen” perangkat lunak sesuai dengan kaidah komponen untuk menjadi dasar CBSD (*Component Based Programming*) untuk lebih memudahkan pembuatan sebuah lab. (b) melengkapi implementasi manipulasi objek yang tidak sempat diimplementasi agar lab virtual lebih interaktif karena siswa dapat melakukan percobaan-percobaan, sesuai dengan inspirasi awal yang didapat dari [alice, squeak]

Dari segi pedagogis perkuliahan/pengerjaan Tugas Akhir, topik yang digarap pada Tugas Akhir ini telah diselesaikan dan disidangkan serta dinyatakan lulus pada akhir semester 2 tahun ajaran 2009/2010, dan menurut hemat kami mencerminkan level yang sesuai untuk D3 bidang Teknik Informatika karena mahasiswa tidak hanya sekedar membangun sebuah software saja. Setelah kajian teoritis (studi literatur), survey dan eksplorasi (beberapa perangkat lunak sejenis) yang cukup dalam, mahasiswa mengerjakan topik yang selain mengandung aspek praktis, juga menekuni pemodelan yang mengandung abstraksi. Tugas Akhir ini mahasiswa bukan hanya sekedar mengerjakan sebuah pengembangan lab virtual. Kontribusi penelitian adalah di bidang terapan *software engineering*. Tugas Akhir ini juga merupakan salah satu contoh di mana terjadi sedikit pengurangan dan perluasan topik, karena apa yang direncanakan serta dipikirkan semua ternyata terlalu sederhana.

## 7 Referensi

- [1] Junita Napitupulu, Atur Pangaribuan, Togu Turnip, "Pemodelan Laboratorium Virtual Sains", Tugas Akhir Diploma III Program Studi Teknik Informasi Politeknik Informatika Del, 2010.
- [2] <http://www.dikti.org/?q=node/34>, diakses 30 Oktober 2009
- [3] [http://en.wikipedia.org/Virtual\\_Laboratory](http://en.wikipedia.org/Virtual_Laboratory)
- [4] Suyatna Agus; Pemanfaatan Laboratorium Fisika Virtual, Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung (<http://www.unila.org/doc/OSSOC.doc>), diakses 03/10/2009
- [5] [citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.11.3796](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.11.3796), "Using Virtual Reality Techniques for the Simulation of Physics"
- [6] Rani Puspita Dan Mohamad Yamin; Sistem Informasi Aplikasi Virtual Lab Pada Laboratorium Sistem Informasi Universitas Gunadarma (<http://www.gunadarma.ac.id/doc/ASSO.pdf>), diakses 13/10/2009
- [7] <http://www.sciencecourseware.com>, diakses 28 Oktober 2009
- [8] <http://depdiknas.edukasi.go.id>
- [9] <http://www.alice.org>, diakses 30 Oktober 2009
- [10] <http://www.squeak.org>, diakses 30 Oktober 2009
- [11] Matthew West; Developing High Quality Data Models
- [12] Jeffrey A. Hoffer And Mary B. Prescott; Object Oriented Data Modeling, Modern Database Management
- [13] Bernd Bruegge, P.Hd. "Modeling With Uml: Basic Notations"