DEVELOPMENT RESEARCH :
STUDI KASUS PADA *COMPUTER AIDED LEARNING (CAL)*

Ely Susanti[1], Purwoko[2], Zulkardi[3]

Abstract

This study aims to (1) develop prototype software called computer aided learning (CAL) for Real Analysis courses, and (2) produce a valid and practice prototype software CAL in Real Analysis. CAL was tried out to prospective math teachers at the Department in Faculty of Teacher Training and Education of Sriwijaya University. That is used in this study is a developmental research that consists of analyzing, designing, evaluating, and revising. The Instruments for collecting data are questioner, observation, and test. Questioner is used to evaluate CAL. Observation is used to see the students' skills and the students' activities. Test is used to see students' achievement after using CAL uses test. All data are analyzed using descriptive technique. The results of analysis are: (1) CAL Developing is just for sequences, series and limit function and the cycles are analyzing, designing, evaluating, and revising. (2) CAL prototype which is developed has been valid based on expert review and practice based on try out.

PENDAHULUAN

Analisis Real merupakan salah satu mata kuliah wajib yang tergolong pada kategori analisis. Analisis Real digunakan sebagai titik awal untuk analisis-analisis yang lain seperti Analisis Kompleks, Analisis Fungsi, dan Analisis Harmonik, serta mendorong berkembangnya topologi. Analisis Real juga merupakan cabang analisis matematika yang berisi himpunan bilangan real. Analisis Real berisikan sifat-sifat analitik dari fungsi barisan, kekonvergenan, limit barisan, kalkulus bilangan real, kekontinuan dan lain-lain. Ini berarti konsep-konsep pada Analisis Real banyak digunakan pada mata kuliah seperti Kalkulus I, Kalkulus II, Kalkulus Lanjut, Pengantar Dasar Matematika, Masalah Nilai Awal dan Syarat Batas. Dan menurut kurikulum Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unsri (2004: 9), tujuan perkuliahan mata kuliah Analisis Real ini adalah agar mahasiswa memahami konsep barisan dan deret serta kekonvergenannya, serta konsep-konsep dasar yang digunakan pada kalkulus, khususnya kalkulus fungsi satu peubah.

[1,2] *Dosen FKIP UNSRI*
[3] *Guru Besar Pendidikan Matematika FKIP UNSRI*

Tujuan perkuliahan mata kuliah Analisis Real dalam lima tahun terakhir ini dapat dikatakan belum tercapai, dimana berdasarkan Daftar Nilai Akademik mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unsri khusus untuk mata kuliah Analisis Real, masih banyak mahasiswa yang mendapat nilai kurang dari 71 (kategori :C). Hal ini dapat dilihat dari rekap nilai 5 tahun terakhir.

Tabel 1 Rekap Nilai Mata Kuliah Analisis Real Lima Tahun Terakhir

Tahun Akademik	Banyak mahasiswa (%)				
	A	B	C	D	E
2006/2007	11 orang (31)	18 orang (50)	7 orang (19)	-	-
2005/2006	6 orang (27)	14 orang (64)	2 orang (9)	-	-
2004/2005	4 orang (11)	15 orang (39)	19 orang (50)	-	-
2003/2004	5 orang (21)	11 orang (46)	7 orang (29)	-	1 orang (4)
2002/2003	7 orang (24)	17 orang (57)	5 orang (19)	-	-

Sumber : DPNA Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unsri

Berdasarkan hasil wawancara informal dengan beberapa mahasiswa yang pernah mengambil mata kuliah Analisis Real, diperoleh bahwa mata kuliah ini merupakan mata kuliah yang sulit, karena hanya terdiri dari simbol-simbol yang tidak mudah dimengerti. Diduga penyebab mengapa mata kuliah Analisis Real dikatakan belum tercapai, di antaranya: bahan pembelajaran yang terlalu abstrak, metode pembelajaran yang sering dipakai ceramah, sehingga kurang interaktif dan tidak menarik. Selain itu dosen jarang menggunakan media seperti *Overhead Projector* (OHP), komputer dan *LCD Projector*.

Mengingat pentingnya Analisis Real bagi mata kuliah lain, maka perlu dilakukan perbaikan pembelajaran pada mata kuliah ini. Karena masalah yang dihadapi cenderung pada metode dan teknik yang digunakan dosen dalam melakukan interaksinya dengan mahasiswa agar bahan ajar sampai pada mahasiswa, maka peneliti mencoba untuk menonjolkan aspek media pembelajaran, dengan harapan materi tidak terlalu abstrak, pembelajaran pun menjadi lebih menarik serta mahasiswa dapat mengulang materi yang telah diberikan tersebut di rumah. Agar pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif, peneliti mencoba mengembangkan media komputer, yang disebut dengan "*Computer Aided Learning* (CAL)".

CAL adalah sistem komputer yang dapat menghantarkan pembelajaran secara langsung pada mahasiswa dan memungkinkan mereka untuk interaktif dengan program pembelajaran yang tersedia (Heinich,1982: 319-320). Adapun jenis pembelajaran yang dapat menjadi lebih efektif dengan CAL antara lain: tutorial (32%), latihan (22%), penemuan (20%), simulasi (13%), permainan (3%) dan lain-lain (10%). Suherman (2001:248) juga mengemukakan bahwa komputer memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya pembelajaran matematika.

Azhar (2007) juga mengemukakan bahwa:

"*Komputer dapat mengakomodasikan siswa yang lamban menerima pelajaran, karena ia dapat memberikan iklim yang lebih bersifat efektif dengan cara lebih individual, tidak pernah lupa, tidak pernah bosan, sangat sabar dalam menjalankan instruksi seperti yang diinginkan program yang digunakan. Selain itu komputer dapat merangsang siswa untuk mengerjakan latihan, melakukan*

kegiatan laboratorium atau simulasi karena tersedianya animasi grafik, warna dan musik yang dapat menambah realisme".

Sehingga hal-hal abstrak atau imajinatif yang sulit dipikirkan mahasiswa dapat dipresentasikan melalui simulasi komputer. Hal ini tentu saja akan lebih menyederhanakan jalan pikiran mahasiswa dalam memahami matematika. Dengan demikian pengembangan proses pembelajaran matematika dapat dilakukan dosen dengan memberdayakan komputer serta program-program sederhana juga dapat digunakan dalam penanaman dan penguatan konsep, membuat pemodelan matematika dan menyusun strategi dalam memecahkan masalah.

Pengembangan media komputer khususnya CAL, sudah pernah dikembangkan oleh Hafizah (2007), Herlina (2007), dan Utami (2007). Ketiganya memiliki persamaan dalam menggunakan perangkat lunak, yaitu *macromedia flash*, tetapi berbeda pada materi (*content*) dan bentuk tampilan (*interface*). Berikut perbedaan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian sebelumnya.

Tabel 2. Perbedaan Penelitian Ini dengan Penelitian Sebelumnya.

Peneliti	*Content*	*Interface*	*Support*
Ely	Materi mata kuliah Analisis Real	Teks (materi), gambar, ikon, dan warna	Animasi, simulasi dan *sound* (suara)
Hafizah (2007)	Persamaan Kuadrat & Fungsi Trigonometri	Teks (materi), gambar, ikon, dan warna	Simulasi
Herlina (2007)	Bangun Datar & Bangun Ruang	Gambar, dan warna	Simulasi dan *sound* (suara)
Utami (2007)	Luas Permukaan bangun datar	Gambar, dan warna	Simulasi

Berdasarkan uraian diatas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan deskripsi proses pengembangan *prototype* perangkat lunak CAL pada mata kuliah Analisis Real dan menghasilkan *prototype* perangkat lunak CAL yang valid dan praktis pada mata kuliah Analisis Real.

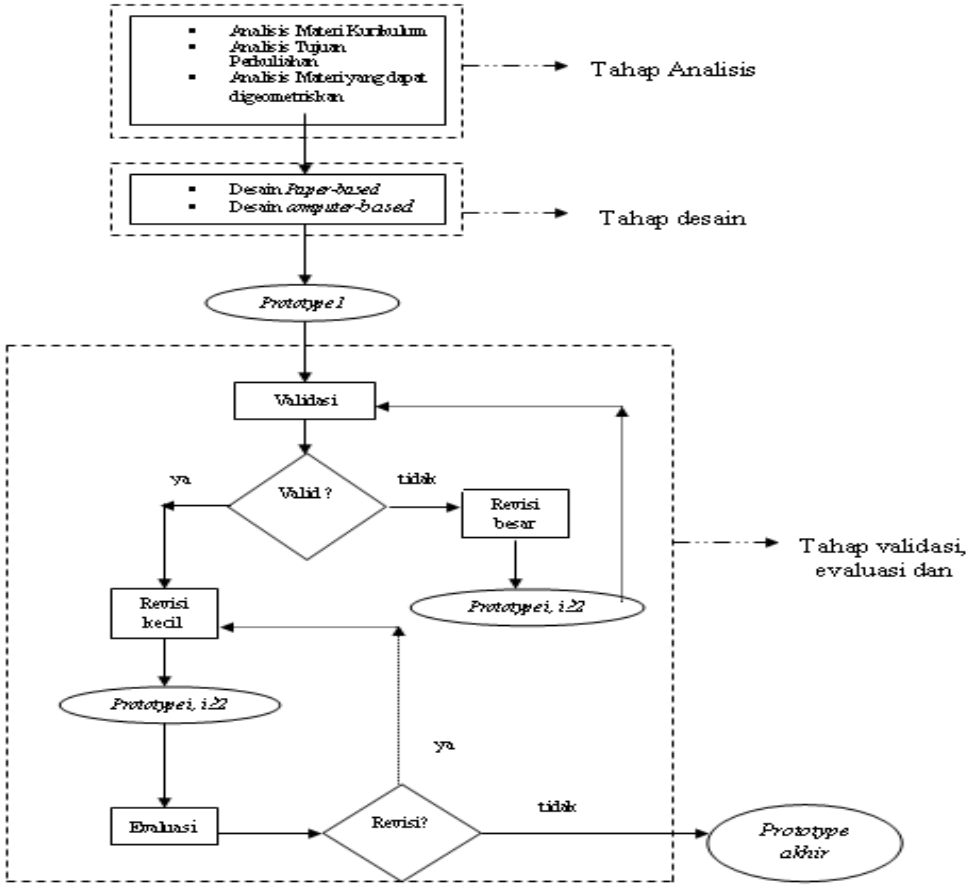
- **Subjek Penelitian dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan pada semester genap tahun akademik 2007/2008. Subjek penelitian adalah seluruh mahasiswa S1 Reguler Program Studi Pendidikan Matematika yang mengambil mata kuliah Analisis Real. Mereka berjumlah 26 orang, terdiri dari 3 orang laki-laki dan 23 orang perempuan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputer Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unsri.

- **Metode dan Prosedur Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode riset pengembangan atau *development research* (Akker,1999). Penelitian ini secara umum terdiri dari dua tahap yaitu *preliminari studi* (analisis dan desain) dan *formatif studi* (Evaluasi dan Revisi). Proses pengembangan meliputi: analisis, desain, evaluasi dan revisi (Akker,1999).

Langkah-langkah di atas dapat digambarkan seperti bagan berikut ini :



Gambar.2 Kerangka Pikiran

Hasil Pengembangan CAL

Seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, ada empat tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu analisis, desain, evaluasi dan revisi.

1. Analisis

Terdapat tiga tahap pada tahap analisis ini, yaitu :

a. Tahap analisis materi kurikulum. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi materi-materi apa saja yang diajarkan pada mata kuliah Analisis Real. Berdasarkan hasil analisis materi kurikulum, diperoleh bahwa materi yang diajarkan pada mata kuliah Analisis Real meliputi: Barisan, Deret, Topologi ruang kartes, Kekontinuan fungsi, Fungsi satu peubah, Integral Riemann dan Riemann Stieljes.
b. Tahap analisis tujuan perkuliahan Analisis Real. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memilih materi esensial yang ditampilkan pada CAL. Berdasarkan hasil analisis ini, diperoleh bahwa materi esensial terdiri dari Barisan, Deret, dan konsep dasar kalkulus (Limit dan Kekontinuan fungsi).

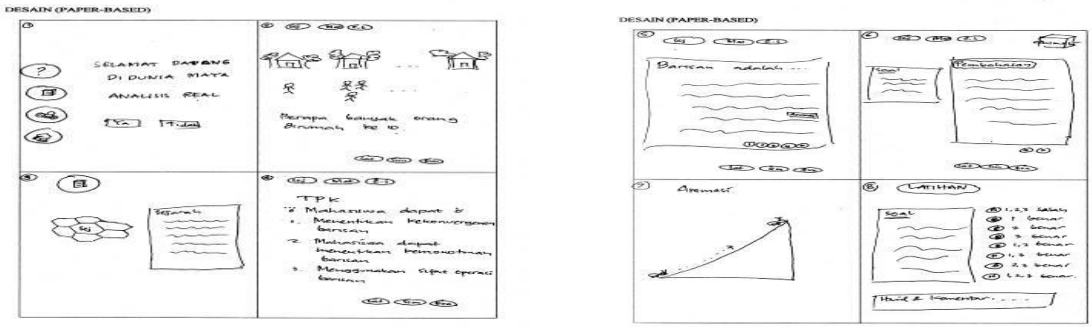
c. Tahap analisis terhadap materi yang dapat digeometriskan. Tahap ini bertujuan untuk menentukan batasan materi yang ditampilkan pada CAL, serta menentukan materi apa saja yang dapat digeometriskan baik berupa animasi maupun simulasi. Tahap ini dimulai dengan membuat peta konsep dan kemudian mengkonsultasikannya dengan dosen pengasuh mata kuliah Analisis Real. Berdasarkan hasil analisis ini, diperolehlah batasan materi seperti peta konsep dan beberapa materi berikut ini:

2. Desain

Tahap ini terbagi dalam dua tahapan lagi, yaitu:

a. Tahap pendesainan materi *(paper-based)*.

Tahap ini berisi pendesainan yang dimulai dari sketsa pada gambar pada kertas. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang bentuk dan apa saja yang ditampilkan pada macromedia flash. Desain terdiri dari menu utama dan menu pendukung. Menu utama terdiri dari sejarah, materi, contoh soal, latihan, simulasi dan evaluasi. Sedangkan menu pendukung terdiri dari petunjuk, musik, profil dan animasi. Berikut ini hasil pendesaian (*paper-based)*.



Gambar 3. Hasil *Paper-Based*

Tahap pendesainan *(computer-based)*. Tahap ini berupa penuangan ide dari *paper-based* ke komputer *(macromedia flash)* yang selanjutnya disebut *prototype* 1. Berikut ini hasil *computer based*

PROTOTYPE 1

Prototype 1 yang ditampilkan sudah berfokus pada tiga karakteristik utama (*content*, *support* dan *lay out*). *Content* (isi) sudah terdiri dari bab, subbab, paragraf, dan lain-lain tentang materi barisan, *structure* (struktur) sudah masuk akal dan mengalir serta dibangun dari bab dan subbab di atas. *Lay out* (tampilan) sudah berisi aspek visual seperti gambar, grafik, warna dan interaktif serta sudah terdapat *granularity (*ikon-ikon) yang dihubungkan dengan hiperlink yang bebas dan terstruktur serta digunakan untuk membagi-bagi text dalam bab dan subbab.

Gambar 4. *Prototype* 1

- **Validasi *prototype* 1**

Tahap validasi (*prototype* 1). Tahap ini merupakan kelanjutan dari tahap sebelumnya. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh CAL yang baik berdasarkan isi dan bentuk. Tahap ini dimulai dengan uji validitas konten dan uji validitas konstruk. Uji validitas konten dan konstruk dilakukan dengan cara validasi oleh pakar, baik pakar media maupun pakar materi.

Berdasarkan hasil uji validasi, maka dapat disimpulkan bahwa CAL (*prototype*1) yang dikembangkan sudah tergolong cukup baik (cukup valid) meskipun masih terdapat kekurangan dan diperkirakan CAL ini dapat digunakan oleh mahasiswa. Kekurangan-kekurangan yang ada akan menjadi acuan untuk mengembangkan *prototype* 2.

- **Uji coba *prototype* 1**

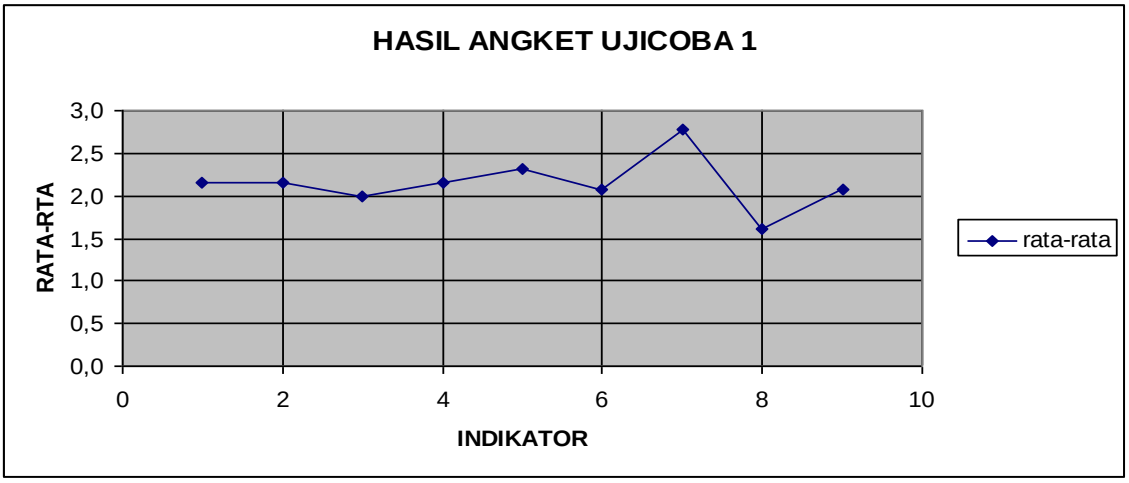
Tahap ini bertujuan untuk melihat kepraktisan dan keefektifan dari *prototype* 1 pada small group. Tahap ini juga dipergunakan untuk memperkuat hasil penilaian para pakar di atas. Uji coba dilakukan pada mahasiswa dengan cara melakukan pembelajaran menggunakan CAL. Bentuk pembelajaran

dilakukan secara klasikal, dan dengan menggunakan laptop dan CD-R, mereka mempelajari materi yang akan disampaikan pada hari itu.

Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan pembelajaran, diperoleh rata-rata keaktifan mahasiswa selama pembelajaran masih tergolong tergolong cukup baik dengan persentase masing-masing indikator sebagai berikut. Mendengarkan dan memperhatikan penjelasan guru atau mahasiswa lain (100%), menuliskan hal-hal yang relevan dengan KBM (57 %), berdiskusi atau bertanya dengan dosen (39 %), berdiskusi atau bertanya dengan mahasiswa lain (91 %), mengemukakan idenya atau pendapatnya (57 %), menanggapi pertanyaan atau pendapat mahasiswa lain (0 %), mempresentasikan di depan kelas (0 %), menarik kesimpulan (0 %).

Meskipun ada beberapa mahasiswa yang belum terbiasa membuka CD-R dan harus dibantu oleh temannya, tetapi hampir semua mahasiswa dapat mengoperasikan CAL dengan baik, sehingga secara umum dapat dikatakan bahwa *prototype* 1 sudah cukup praktis.

Di akhir kegiatan pembelajaran, mahasiswa juga diminta untuk mengerjakan soal (evaluasi) dan mengisi angket yang berisi tanggapan (penilaian) mahasiswa terhadap CAL. Berdasarkan hasil angket diperoleh bahwa secara visual CAL yang dikembangkan sudah cukup baik (rata-rata 2,1), meskipun ada beberapa indikator yang belum optimal. Berikut data hasil angket ditampilkan dalam diagram dan dan hasil evaluasi yang ditampilkan dalam tabel berikut:



Gambar 5. Hasil Angket Uji coba 1

Tabel 3. Hasil belajar Uji coba 1

Skor	Frekuensi
86 – 100	12
71 – 85	11
56 – 70	0
40 – 55	0
00 – 39	0
Rata-rata	**92,83**
Standar Deviasi	**7,66**

Berdasarkan hasil observasi, hasil belajar dan hasil angket, maka dapat disimpulkan bahwa *prototype* 1 yang CAL yang sedang dikembangkan dikategori dalam cukup baik

b. Revisi *Prototype* 1

Revisi untuk *prototype* 1 ini dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator serta hasil analisis terhadap uji coba 1. Berikut hasil analisis berdasarkan saran dan uji coba 1.

Tabel 4. Hasil Analisis dan Revisi *Prototype 1*

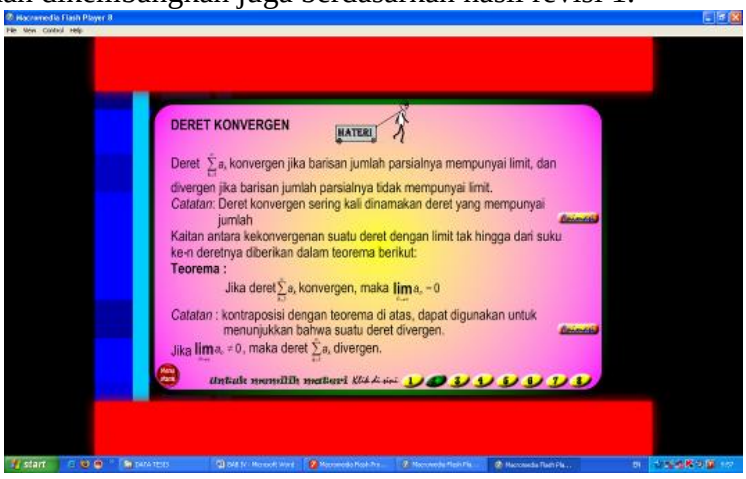
Uji Coba Ke-	Hasil	Penyebab	Tindakan selanjutnya
1	CAL : Praktis tapi belum optimal	• CAL merupakan hal yang baru bagi mereka	Membuatkan buku petunjuk
	Keaktifan : Cukup baik	• Mereka asyik melihat tampilan-tampilan yang ada	Mengubah cara pembelajaran dari klasikal menjadi kelompok
	Angket : Cukup baik	• Bahasa yang digunakan terlalu kaku • Banyaknya equation yang tidak terbaca. • Petunjuk belum jelas • Buku petunjuk tidak ada	Memperbaiki kekurangan seperti, bahasa, equation dan petunjuk
	Hasil belajar : Sangat baik	• Materi yang tampilkan masih tergolong mudah • Konsep-konsep yang digunakan tidak terlalu banyak • Soal tes mirip dengan yang dicontohkan	Tetap menampilkan soal yang relevan dengan materi

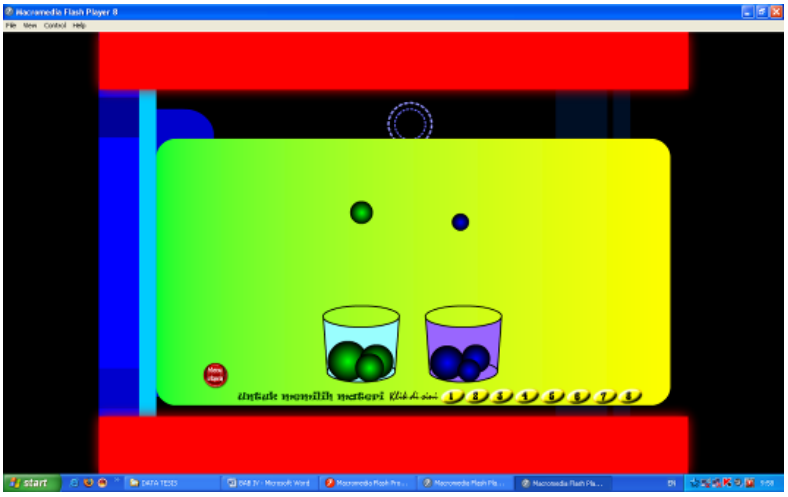
Revisi dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kekurangan pada *prototype* 1 guna menghasilkan *prototype* 2. *Prototype* 2 yang dihasilkan terbagi dua, yaitu perbaikan dari *prototype* 1 untuk materi barisan dan satu *prototype* baru yang dibangun berdasarkan hasil revisi tetapi berisi materi berbeda yaitu materi deret.

Hasil pengembangan CAL *prototype 1* berdasarkan hasil revisi dapat dilihat lebih jelas pada beberapa gambar berikut:

Gambar 6. Hasil Revisi .*Prototype* 1

Selain revisi dari *prototype* 1 di atas, berikut ini juga beberapa *prototype* baru untuk materi deret dan dikembangkan juga berdasarkan hasil revisi 1.





Gambar 7. *Prototype* 2

PROTOTYPE 2

a. Uji validasi *Prototype* 2

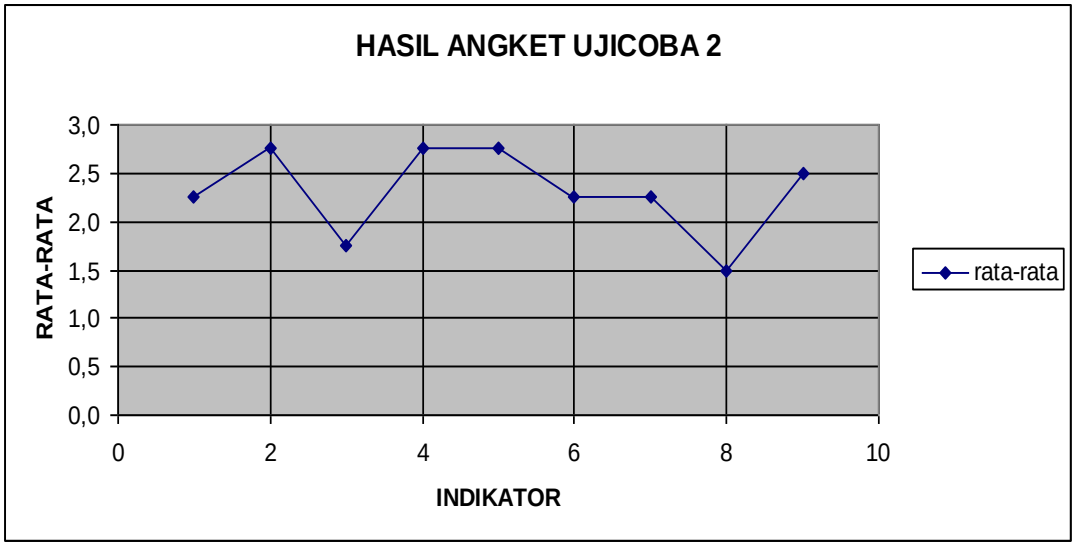
Prototype 2 ini merupakan siklus ke-dua pada tahap pengembangan. *Prototype* 2 ini juga dimulai dengan tahap validasi oleh pakar, dan tetap bertujuan untuk memperoleh CAL yang lebih baik dari sebelumnya. Berdasarkan hasil uji validasi, maka dapat disimpulkan bahwa CAL (*prototype* 2) yang dikembangkan sudah lebih baik dari *prototype* 1. meskipun masih terdapat beberapa tampilan yang masih belum sempurna.

b. Uji coba *prototype* 2

Tahap ini juga bertujuan untuk melihat kepraktisan dan keefektifan dari *prototype* 2. Uji coba *prototype* 2 dilakukan pada mahasiswa dengan bentuk pembelajaran diskusi kelompok tetapi tetap menggunakan laptop dan CD-R berisi CAL.

Prototype 2 ini sudah dikategorikan praktis, karena semua mahasiswa sudah dapat mengoperasikan CAL dengan baik tanpa bantuan temannya. Dan berdasarkan hasil observasi selama kegiatan pembelajaran, diperoleh persentase masing-masing indikator sebagai berikut. Mendengarkan dan memperhatikan penjelasan guru atau mahasiswa lain (100%), menuliskan hal-hal yang relevan dengan KBM (65,2 %), berdiskusi atau bertanya dengan dosen (43,5%), berdiskusi atau bertanya dengan mahasiswa lain (95,7 %), mengemukakan idenya atau pendapatnya (65,2 %), menanggapi pertanyaan atau pendapat mahasiswa lain (43,5 %), mempresentasikan di depan kelas (0 %), menarik kesimpulan (17,4 %).

Diakhir pembelajaran mahasiswa juga diminta mengerjakan soal (evaluasi) dan mengisi angket yang berisi tanggapan (penilaian) mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan CAL.Berikut hasil angket dan hasil tes



Tabel 5. Hasil Belajar Uji coba 2

Skor	Frekuensi
86 – 100 71 - 85 56 - 70 40 - 55 0 -39	0 0 20 0 7
Rata-rata	58,37
Standar Deviasi	16,22

Gambar 8. Hasil Angket Uji coba 2

Berdasarkan hasil observasi, hasil belajar dan hasil angket, maka dapat disimpulkan bahwa *prototype* 2 yang CAL yang sedang dikembangkan dikategori dalam cukup baik.

c. Revisi *Prototype* 2

Revisi *prototype* 2 ini juga dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator serta hasil analisis terhadap uji coba 2. Berikut hasil analisis uji coba 2 dan saran validator.

Tabel 6. Hasil Analisis dan Revisi *Prototype 2*

Uji Coba Ke-	Hasil	Penyebab	Tindakan selanjutnya
2	CAL : Praktis	• Mahasiswa dapat menggunakan CAL sesuai buku petunjuk tetapi	• Tetap menggunakan buku petunjuk.

2	Keaktifan : Cukup baik	• Faktor psikis seperti tidak berani, malu, takut salah.	• Mengubah cara pembelajara.
	Angket : Baik	• Kalimat yang digunakan masih belum terurai dengan baik • Isi buku petunjuk masih belum detil.	• Memperbaiki isi materi yang ditampilkan. • Memperbaiki buku petunjuk
	Hasil belajar : Cukup baik	• Banyaknya materi yang ditampilkan pada CAL. • Konsep deret lebih sulit dipahami dari pada konsep barisan • Bingung rumus mana yang digunakan untuk menjawab soal	• Membatasi isi materi yang akan disajikan. • Memilih materi yang sederhana dan lebih mudah. • Soal evaluasi di buat mirip dengan materi.

Revisi *prototype* 2 ini bertujuan untuk memperbaiki kekurangan pada *prototype* 2 guna menghasilkan *prototype* 3. *Prototype* 3 yang dihasilkan terbagi tiga, yaitu perbaikan dari *prototype* 2 untuk materi barisan dan materi deret serta satu *prototype* baru yang dibangun berdasarkan hasil revisi tetapi berisi materi berbeda yaitu materi limit dan kekontinuan.

Hasil pengembangan CAL protype 2 berdasarkan hasil revisi dapat dilihat lebih jelas pada beberapa gambar berikut:

Gambar 9. Hasil Revisi *Prototype 2*

Selain revisi dari *prototype* 2 di atas, berikut ini juga beberapa *prototype* baru untuk materi limit dan dikembangkan juga berdasarkan hasil revisi *prototype* 2.

Gambar 10. ***Prototype 3***

PROTOTYPE 3

a. Uji validasi *Prototype* 3

Prototype 3 ini juga merupakan siklus ke-tiga pada tahap pengembangan. *Prototype* 3 ini, analog dengan *prototype* 2 yaitu juga dimulai dengan tahap validasi oleh pakar, dan tetap bertujuan untuk memperoleh CAL yang lebih sempurna dari dari sebelumnya.

Berdasarkan hasil uji validasi, maka dapat disimpulkan bahwa CAL (*prototype* 3) yang dikembangkan sudah jauh lebih baik dari *prototype* 2, meskipun masih terdapat kekurangan terutama pada tulisan equation.

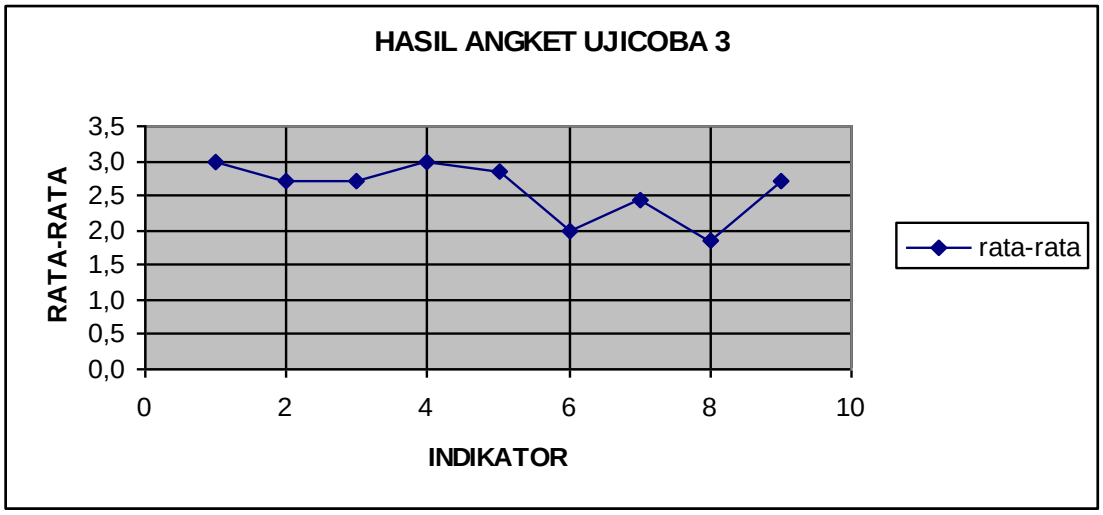
b. Uji coba *prototype* 3

Tahap ini hanya berisikan uji keefektifan dari *prototype* 3. Pada *prototype* 3 ini, kepraktisan tidak diujikan lagi, karena pada *prototype* 2 CAL yang dikembangkan telah memenuhi kriteria praktis. Uji coba yang dilakukan pada *prototype* 3 ini hanya uji keefektifan saja dengan bentuk pembelajaran individu tetapi tetap menggunakan laptop dan CD-R berisi CAL.

Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan pembelajaran, diperoleh persentase masing-masing indikator sebagai berikut. Mendengarkan dan memperhatikan penjelasan guru atau mahasiswa lain (100%), menuliskan hal-hal yang relevan dengan KBM (100 %), berdiskusi atau bertanya dengan dosen (73,7 %), berdiskusi atau bertanya dengan mahasiswa lain (100 %), mengemukakan idenya atau pendapatnya (47,4 %), menanggapi pertanyaan atau pendapat mahasiswa lain (78,9 %), mempresentasikan di depan kelas (0 %), menarik kesimpulan (36,8 %).

Diakhir pembelajaran mahasiswa juga diminta untuk mengerjakan soal dan mengisi angket yang berisi tanggapan (penilaian) mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan CAL.

Berikut hasil angket dan hasil tes.



Gambar 11. Hasil Angket Uji coba 3

Tabel 7. Hasil Belajar Uji coba 3

Skor	Frekuensi
86 - 100 71 - 85 56 - 70 40 - 55 0 -39	0 8 0 11 0
Rata-rata	62,05
Standar Deviasi	16,30

Berdasarkan hasil rata-rata skor hasil belajar, maka dapat disimpulkan bahwa *prototype* 3 yang CAL yang sedang dikembangkan dikategori dalam cukup baik.

c. Revisi *Prototype* 3

Revisi *prototype* 3 ini juga dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator serta hasil analisis terhadap uji coba 2. Berikut hasil analisis uji coba 3 dan saran validator.

Tabel 8. Hasil Analisis dan Revisi *Prototype 3*

Uji Coba Ke-	Hasil	Penyebab	Tindakan selanjutnya
3	CAL : Praktis	✍ Mahasiswa tetap menggunakan buku petunjuk	✍ CAL harus selalu didampingi dengan buku petunjuk
	Keaktifan : Baik	✍ Mahasiswa sudah terbiasa dengan CAL. ✍ Pembelajaran diarahkan individual	✍ Sebaiknya terus menggunakan dalam CAL. ✍ Pembelajaran yang digunakan adalah individual

3	Angket : Baik	✍ Tampilan sudah semakin baik, meskipun ada beberapa equation yang masih tidak terbaca.	✍ Mempertahankan keadaan ini, dan memperbaiki equation yang tidak terbaca..
	Hasil belajar : Baik	✍ Konsep limit ternyata lebih mudah dipahami karena dasarnya sudah diajarkan pada kalkulus 1.	✍ CAL lain yang akan dikembangkan sebaiknya memperhatikan materi prasyaratnya.

Prototype akhir ini dianggap sebagai CAL yang baik yang memenuhi kriteria kualitas yaitu valid, praktis dan efektif. CAL yang dihasilkan terbagi tiga, yaitu CAL materi barisan, CAL materi deret dan CAL materi limit fungsi.

Hasil *Prototype* CAL

Setelah melalui proses pengembangan yang terdiri dari empat tahap, tiga siklus untuk tiga *prototype* dan proses revisi berdasarkan saran-saran validator dan mahasiswa, diperoleh ketiga *prototype* CAL yang dikembangkan dapat dikategorikan valid dan praktis. Valid tergambar dari hasil penilaian validator, dimana hampir semua validator menyatakan baik berdasarkan konten (sesuai kurikulum, dan materi Analisis Real) dan konstruk (sesuai dengan kaidah pembuatan media berbasis komputer). Praktis tergambar dari hasil uji coba, dimana semua mahasiswa dapat menggunakan CAL dengan baik.

Kekurangan CAL yang Dikembangkangkan

Hasil penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, mengingat terbatasnya waktu dan biaya. Berikut kekurangan-kekurangan atau hal-hal yang belum dilakukan oleh peneliti:

1. CAL yang dikembangkan pada mata kuliah Analisis Real hanya terbatas pada materi barisan, deret dan limit. Padahal berdasarkan kurikulum Pendidikan Matematika FKIP Unsri, masih terdapat beberapa materi lain seperti Topology, Teorema Heine-Borel, Integal Riemann dan Riemann –Stieljes.
2. *Interface* masih bersifat tayangan-tayangan yang dikendalikan oleh tombol-tombol.
3. Animasi-animasi konsep yang ditampilkan belum dilengkapi dengan penjelasan-penjelasan yang relevan.
4. Soal latihan hanya berupa soal pilihan ganda, belum menampilkan soal bentuk lain seperti soal uraian singkat maupun uraian bebas.
5. Simulasi yang ditampilkan kurang interaktif, karena hanya terbatas pada bentuk-bentuk tertentu, tidak berlaku umum.
6. Materi dan contoh soal yang ditampilkan masih cenderung seperti text book.
7. Sejarahwan yang ditampilkan belum menampilkan sejarah bagaimana suatu teori ditemukan.

8. CAL sebaiknya tidak terbatas pada CD-R, harusnya online melalui internet. Apalagi fasilitas internet gratis sudah dapat diakses di lingkungan FKIP Unsri.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa proses pengembangan CAL ini (Akker 1999) selalu dimulai dari analisis, desain, evaluasi dan revisi. Analisis terdiri dari tiga tahap yaitu analisis materi kurikulum, analisis tujuan perkuliahan, dan analisis materi yang dapat digeometriskan. Desain terdiri dari dua tahap yaitu *paper-based* dan *computer-based,* dan kemudian dilanjutkan dengan proses validasi oleh pakar. Validator hanya menilai *prototype* dari konten dan konstruk. Saran validator dan hasil uji coba dijadikan dasar untuk mengembangkan *prototype* selanjutnya. Proses pengembangan CAL terfokus pada tiga hal yaitu *content, interface,* dan *support. Prototype* 1 berisi materi barisan, *prototype* 2 berisi materi deret, dan *prototype* 3 berisi materi limit. Berdasarkan proses pengembangan diperoleh bahwa *prototype* CAL yang dikembangkan telah memiliki potensial efek, hal ini terlihat dari keaktifan mahasiswa pada uji coba *prototype 1* sampai *prototype 3* mengalami peningkatan yang tidak besar tetapi cukup berarti, hasil angket juga mengalami peningkatan dan soal-soal yang ditampilkan dapat dikerjakan mahasiswa . dan *prototype* CAL dapat dikategorikan valid dan praktis. Valid tergambar dari hasil penilaian validator, dimana hampir semua validator menyatakan baik berdasarkan konten (sesuai kurikulum, dan materi Analisis Real) dan konstruk (sesuai dengan kaidah pembuatan media berbasis komputer). Praktis tergambar dari hasil uji coba, dimana semua mahasiswa dapat menggunakan CAL dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Akker, J.v.d. 1999. Principles and Methods of Development Research. Dalam J.v.d Akker (Ed). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Azhar, A. 2007. *Media Pembelajaran.* Jakarta: PT. Raja Grafindo.

Hafizah. 2007. *Computer Aided Learning* (CAL) untuk Mata Pelajaran Matematika. *Makalah. dalam Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2007*. Universitas Sriwijaya 4 September 2007.

Heinich, R. et.al. 1982. *Intructional Media and The New Technologies of Instruction.* Canada : John Willey and Sons, Inc.

Heinich, R. et.al. 1996. *Intructional Media and Technologies for Learning.* 5th edition. Meriill an imprint of Prentice Hall: Englewood Clifft. New Jersy. Columvus ,Ohio

Herlina, A. 2007. Pengembangan Media Visual dengan Perangkat Lunak untuk Pembelajaran Geometri Materi Bidang Datar dan Bangun Ruang di Kelas VIII SMPN 1 Inderalaya. *Makalah dalam Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2007*. Universitas Sriwijaya 4 September 2007.

Madcoms.2007. *Makromedia Flash Pro 8: Mahir dalam 7 Hari.* Yogyakarta : C. V. Andi Offset.

Nasoetion, N. 2007. *Evaluasi Pembelajaran Matematika.* Jakarta : Universitas Terbuka.

Rohani, A. 1997. *Pengelolaan Pengajaran.* Jakarta : Rineka Cipta.

Ruseffendi. 1989. *Dasar-Dasar Matematika Modern dan Komputer untuk Guru*. Bandung: Tarsito

Sadiman, Arif S, dkk. 2005. *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta : PT Rajagrafindo Persada.

Seels, B. B, C Richey. 1994. *Teknologi Pembelajaran, Definisi dan Kawasannya*. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta.

Soekisno, R, B. Aryan. 2007. *Pengembangan ICT dalam pembelajaran Matematika.* I(http://rbaryans.wordpress.com/2007/02/23/pengembangan-ict-dalam-pembelajaran-di-sma/. diakses tanggal 17 Maret 2008).

Sudjana, N, A. Rivai. 2005. *Media Pengajaran: Penggunaannya dan Pembuatannya.* Bandung: Sinar Baru.

Suherman, E. 2001. *Common Textbook: Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer.* Bandung : Jica- Universitas Dosen Indonesia (UPI).

Syukur. 2008. *Modul Diklat Sertifikasi: Pemanfaatan Media Pembelajaran* (http://citraedukasi.blogspot.com/2008_01_01_archive.html. 4 Maret 2008)

Thomas. R., et. al. 2004. *Assessing Higher Order Skills using Simulations,* (http://www.caaconference.com/pastConferences/2004/proceedings/Thomas_R.pf. diakses tanggal 23 Maret 2008).

Utami, Apriliani. 2007. Penggunaan Media Komputer dalam Pembelajaran Matematika Subpokok Bahasan Geometri Kelas VIII.5 di SMP N 1 Indralaya". *Makalah dlm Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2007*. UNSRI 4 September 2007.

Zulkardi. 2002. Developing a Learning Environment on Realistic Mathematics Education for Indonesian student teachers..*Disertasi.* (http://projects.edte.utwente.nl/cascade/imei/dissertation/disertasi.html. diakses tanggal 10 Desember 2007).