

**IMPLEMENTASI GERAK FISIKA PADA GAME ANIMASI  
PELATIHAN ARITMATIKA CEPAT**

**Tugas Akhir**



Oleh

**Ade Gatra Galang**

**22064116**



**Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
2012**

**IMPLEMENTASI GERAK FISIKA PADA GAME ANIMASI  
PELATIHAN ARITMATIKA CEPAT**

**Tugas Akhir**



©  
Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Dutawacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

Disusun oleh:

**Ade Gatra Galang**

**22064116**

**Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana**

**2012**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **Implementasi Gerak Fisika pada Game Animasi Pelatihan Aritmatika Cepat**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 24 Juli 2012



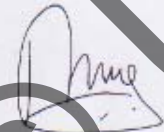
**ADE GATRA GALANG**  
22064116

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Implementasi Gerak Fisika pada Game Animasi Pelatihan  
Aritmatika Cepat  
Nama : Ade Gatra Galang  
NIM : 22064116  
Mata Kuliah : Tugas Akhir  
Kode : TIW276  
Semester : Genap  
Tahun akademik : 2011/2012

Telah diperiksa dan disetujui  
Di Yogyakarta,  
Pada tanggal 29 Juli 2012

Dosen Pembimbing I

  
(Nugroho Agus Haryon, S.Si., M.Si.)

Dosen Pembimbing II

  
(Hendro Setiadi, S.T., M.M., M.EngSc.)

## HALAMAN PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI GERAK FISIKA PADA GAME ANIMASI PELATIHAN ARITMATIKA CEPAT

Oleh: ADE GATRA GALANG / 22064116

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 7 Agustus 2012

Yogyakarta, 9 Agustus 2012  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Nugroho Agus Haryono, M.Si
2. Hendro Setiadi, M.Eng
3. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom
4. Willy Sudiarto Raharjo, SKom.,M.Cs



Dekan

(Drs. Wimmie Handwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Implementasi Gerak Fisika pada Game Animasi Pelatihan Aritmatika Cepat.

Penulisan laporan ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu bertujuan melatih mahasiswa untuk dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi penggunaannya.

Dalam menyelesaikan pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. **Tuhan Yesus Kristus** atas rahmat dan anugerah-Nya
2. Bapak **Nugroho Agus. H, S.Si, M.Si.** selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan masukan dengan sabar dan baik kepada penulis, juga kepada
3. Bapak **Hendro Setiadi, S.T., M.M., M.EngSc.** selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, petunjuk dan masukan dengan sabar dan baik yang diberikan selama pengerjaan tugas ini sejak awal hingga akhir.
4. Ibu **Nevi Kurnia Arianti, M.Si** selaku ketua unit Pusat Pengembangan Pribadi UKDW atas bimbingan dan petunjuk yang diberikan selama pengerjaan tugas ini.
5. Bapak **R.Gunawan Santosa, MSc** selaku dosen statistik atas bimbingan dan petunjuk yang diberikan selama pengerjaan tugas ini.
6. **Bpk. Sang Adi Pratjojo** dan **Ibu Ni Luh Arini (alm)** sebagai orangtua atas segala pengertian, bimbingan, dukungan, serta doa.
7. Kepada kakak dan adik saya yang selalu memberikan motivasi, informasi serta nasihatnya.

8. Teman-teman **TI UKDW** khususnya angkatan 2006.

Penulis menyadari bahwa program dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Sehingga suatu saat penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis ingin meminta maaf bila ada kesalahan baik dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu membuat program Tugas Akhir. Dan semoga ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, 24 Juli 2012

Penulis

© UKDW

## INTISARI

### IMPLEMENTASI GERAK FISIKA PADA GAME ANIMASI PELATIHAN ARITMATIKA CEPAT

Di era teknologi informasi saat ini, segala sesuatu tidak dapat lepas dari teknologi. Hal ini dibuktikan dengan fakta bahwa setiap orang saat ini telah menggunakan komputer sebagai alat bantu dalam kehidupan sehari-hari. Begitu juga dalam belajar, komputer menjadi sarana praktis untuk menyampaikan materi pelajaran.

Penyampaian materi belajar bisa lebih maksimal bila disampaikan secara visual. Salah satunya melalui *game* animasi yang berisi materi pelajaran dan disajikan dalam bentuk permainan interaktif untuk melatih kreatifitas dan meningkatkan kecerdasan siswa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen semu dengan model *one group post test-pre test*, untuk mengevaluasi peningkatan kemampuan berhitung cepat dari siswa setelah bermain *game*. Metode kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data dari pengujian *user experience*.

Permainan *Bounce Math Game* yang dibangun, terdapat pelatihan aritmatika cepat dalam *gameplay* permainannya. Penerapan gerak fisika berupa gerak parabola dan energi potensial elastis menjadi bagian penting dari tantangan permainan ini. Model kuesioner *Core Element of Gaming Experience (CEGE)* digunakan untuk mengukur pengalaman pengguna setelah menggunakan aplikasi permainan ini. Hasil uji statistik dari data *pre test* dan *post test* pengguna permainan ini, secara signifikan menunjukkan peningkatan kemampuan berhitung cepat.

kata kunci : Game, Gerak fisika, User experience, Core Element of Gaming Experience (CEGE)



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
INTISARI .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Metode .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1 Penerapan Gerak Fisika dalam Game.....	5
2.1.2 Peran Game dalam Pembelajaran.....	5
2.1.3 Evaluasi User Experience pada Game.....	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Gerak Objek.....	19
2.2.1.1 Vektor .....	7
2.2.1.2 Translasi .....	8
2.2.1.3 Rotasi .....	8
2.2.1.4 Kinematika Gerak Lurus .....	9
2.2.3.3.1 Kecepatan .....	10
2.2.3.3.2 Percepatan .....	10

2.2.3.3.3	Gerak Lurus Berubah Beraturan .....	11
2.2.3.3.4	Gerak Parabola .....	13
2.2.1.5	Energi Potensial Gravitasi.....	14
2.2.1.6	Energi Kinetik .....	15
2.2.1.7	Energi Potensial Pegas .....	15
2.2.1.8	Deteksi Tumbukan .....	16
2.2.1.9	Sudut Pantul Tumbukan antar Objek .....	17
2.2.2	Aritmatika Cepat .....	19
2.2.3	Game Desain .....	21
2.2.3.1	Core Mechanics .....	22
2.2.3.2	User Interface.....	24
2.2.3.2.1	Model Interaksi .....	25
2.2.3.2.2	Perspektif .....	26
2.2.3.2.3	Elemen Visual .....	26
2.2.3.2.4	Elemen Audio .....	29
2.2.3.2.5	Alat Input .....	29
2.2.3.3	Gameplay.....	30
2.2.3.3.1	Tantangan .....	30
2.2.3.3.2	Aksi .....	32
2.2.4	Core Element of Gaming Experience .....	32
<b>BAB 3 ANALIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....</b>		<b>39</b>
3.1	Spesifikasi Sistem .....	39
3.1.1	Kemampuan Sistem.....	39
3.1.2	Spesifikasi Perangkat Lunak .....	39
3.1.3	Spesifikasi Perangkat Keras .....	39
3.2	Perancangan Sistem .....	40
3.2.1	Tahap Perancangan Sistem .....	40
3.2.1.1	Perancangan Core Mechanics.....	40
3.2.1.2	Perancangan Aksi .....	42
3.2.1.3	Perancangan Rintangan .....	42
3.2.1.4	Perancangan Risk dan Reward .....	43
3.2.1.5	Perancangan Input .....	43

3.2.1.6	Perancangan Output .....	44
3.2.1.7	Perancangan Audio.....	44
3.2.1.8	Perancangan Interface .....	44
3.2.1.9	Tingkat Kesulitan .....	47
3.2.2	Flowchart Perancangan Sistem .....	48
3.2.3	Perancangan Animasi.....	49
3.2.3.1	Perancangan Gerak Ketapel.....	49
3.2.3.2	Perancangan Gerak Bola.....	52
3.2.3.3	Perancangan Deteksi Tumbukan.....	53
3.3	Perancangan Uji Coba.....	55
3.3.1	Perancangan komponen CEGE.....	56
3.3.1.1	Komponen Video-game .....	56
3.3.1.2	Komponen Puppetry .....	56
3.3.2	Perancangan pretest dan post test .....	58
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM .....</b>		<b>59</b>
4.1	Implementasi Sistem.....	59
4.1.1	Halaman Menu Utama .....	59
4.1.2	Halaman Cara Bermain.....	60
4.1.3	Halaman Score Tertinggi .....	60
4.1.4	Halaman Cerita .....	61
4.1.5	Halaman Permainan .....	61
4.1.5.1	Halaman Pilih Soal.....	61
4.1.5.2	Halaman Permainan Level 1 .....	61
4.1.5.3	Halaman Permainan Level 2 .....	63
4.1.5.4	Halaman Permainan Level 3 .....	65
4.1.5.5	Halaman Option .....	65
4.1.5.6	Halaman Score .....	66
4.1.5.7	Halaman Game Over.....	66
4.1.5.8	Halaman Submite Score.....	63
4.2	Analisi Sistem .....	68
4.2.1	Gerak Objek .....	68

4.2.1.1	Translasi .....	68
4.2.1.2	Rotasi.....	72
4.2.1.3	Energi Potensial Elastis.....	72
4.2.1.4	Gerak Parabola .....	74
4.2.1.5	Deteksi Tumbukan .....	75
1.2.1.5.1	Tumbukan Bola dengan Balok Penghalang .....	75
1.2.1.5.2	Tumbukan Bola dengan Dinding Pembatas.....	77
1.2.1.5.3	Tumbukan Bola dengan Sasaran.....	78
4.2.2	Penerapan Aritmatika Cepat .....	79
4.2.2.1	Menampilkan Soal .....	79
4.2.2.2	Koreksi Jawaban .....	80
4.2.3	Pengujian.....	82
4.2.3.1	Uji Hasil pre-test dan post-test.....	82
4.2.3.2	Kuisisioner CEGE.....	85
4.2.4	Keunggulan dan Kelemahan Sistem .....	89
4.2.5	Kendala dan Solusi Implementasi.....	89
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		90
5.1	Kesimpulan .....	90
5.2	Saran .....	90
DAFTAR PUSTAKA .....		91



## DAFTAR GAMBAR

NO	NAMA	HAL.
2.1	Vektor	7
2.2	Translasi	8
2.3	Rotasi	9
2.4	Grafik percepatan	11
2.5	Grafik percepatan konstan	12
2.6	Lintasan gerak parabola	13
2.7	Collision detection	17
2.8	Objek bertumbukan dengan dinding	18
2.9	Perotasian sistem	18
2.10	Pantulan bola setelah bertumbukan	19
2.11	Perotasian sistem pada posisi semula	19
2.12	Tampilan layar pada umumnya	25
2.13	Windowed views	27
2.14	Opaque overlays	27
2.15	Semistranparent overlays	28
2.16	Elemen CEGE	33
3.1	Perancangan halaman menu utama	45
3.2	Perancangan halaman permainan level1	46
3.3	Perancangan halaman daftar nilai tertinggi	47
3.4	Perancangan halaman output	48
3.5	Perancangan halaman cara bermain	49
3.6	Diagram perancangan sistem	49
3.7	Perancangan Lengkungan ketapel	49
3.8	Flowchart gerakan ketapel	51
3.9	Energi potensial pada ketapel	52
3.10	Flowchart perancangan energi potensial elastis	53
3.11	Flowchart perancangan gerak bola	52
3.12	Flowchart deteksi tumbukan antara bola dengan balok	53

**Sambungan**

<b>NO</b>	<b>NAMA</b>	<b>HAL.</b>
3.13	Flowchart deteksi tumbukan antara bola dengan dinding	54
3.14	Elemen Control CEGE	56
4.1	Tampilan Menu Utama	59
4.2	Tampilan halaman cara bermain	60
4.3	Tampilan halaman kontroler	60
4.4	Tampilan halaman score tertinggi	61
4.5	Tampilan halaman cerita	61
4.6	Tampilan halaman pilih soal	62
4.7	Tampilan halaman permainan level 1	63
4.8	Tampilan halaman permainan level 2	64
4.9	Tampilan halaman permainan level 3	64
4.10	Tampilan halaman option	65
4.11	Tampilan halaman score	66
4.12	Tampilan halaman game over	6
4.13	Tampilan halaman submit score	6
4.14	Ilustrasi Translasi bola	6
4.15	Ilustrasi Translasi balok	70
4.16	Ilustrasi Translasi ketapel	74
4.17	Ilustrasi Energi potensial	75
4.18	Ilustrasi gerak parabola	76
4.19	Pembagian area deteksi tumbukan	77
4.20	Kurva distribusi Z	85
4.21	Kurva distribusi T	89

## DAFTAR TABEL

<b>NO</b>	<b>NAMA</b>	<b>HAL.</b>
2.1	Item-item CEGE	35
3.1	Tingkat kesulitan	48
3.2	Element kerangka kerja CEGE	57
4.1	Daftar nama responden	86
4.2	Hasil Uji Coba kuisisioner CEGE	87
4.3	Tabel Korelasi Bivarian Uji Coba kuisisioner CEGE	88

© UKDW

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Di era teknologi informasi saat ini, segala sesuatu tidak dapat lepas dari teknologi. Perkembangan komputer yang sangat pesat sehingga fungsinya mencakup segala aspek kehidupan. Hal ini dibuktikan dengan fakta bahwa setiap orang saat ini telah menggunakan komputer serbagai alat bantu dalam kehidupan sehari-hari. Begitu juga dalam belajar, komputer menjadi sarana praktis untuk menyampaikan materi pelajaran.

Penyampaian materi belajar bisa lebih maksimal bila disampaikan secara visual. Salah satunya melalui *game* yang berisi materi pelajaran dan disajikan dalam bentuk permainan interaktif untuk melatih kreatifitas dan meningkatkan kecerdasan siswa. *Game* merupakan media pembelajaran langsung dengan pola *learning by doing*.

Latihan aritmatika cepat atau *mental calculation* adalah salah satu cara untuk melatih otak kanan sehingga dapat menyeimbangkan fungsi kedua otak manusia. Aritmatika cepat adalah praktik melakukan perhitungan matematis hanya dengan menggunakan otak, tanpa alat bantu. Aritmatika cepat biasa disertakan dalam psikotes untuk mengetahui apakah seseorang memiliki ketajaman, kemampuan abstraksi, analisis dan kreasi, serta kemampuan mengambil keputusan secara cepat dan tepat.

Pembelajaran dalam bentuk latihan langsung aritmatika cepat saat ini begitu monoton dan relatif membosankan menjadi salah satu alasan orang tidak tertarik dengan latihan aritmatika cepat. Untuk mengatasi masalah itu, dalam tugas akhir ini penulis membuat sebuah aplikasi permainan *Bounce Math Game* yang menerapkan gerak fisika yang didalamnya terdapat unsur pelatihan



aritmatika cepat yang sederhana. Materi yang akan dibahas dalam *game* ini meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Diharapkan melalui pembelajaran seperti ini dapat meningkatkan kemampuan aritmatika dengan cara yang menyenangkan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana mengimplementasikan teknik gerak fisika pada sebuah *game* untuk berlatih aritmatika cepat dengan menggunakan *ActionScript 3.0* dalam Adobe Flash CS3?
- b. Apakah hasil penerapan teknik gerak fisika pada *game* dapat memberikan pengalaman positif *enjoyment*?
- c. Apakah dengan *game* pelatihan aritmatika cepat keterampilan berhitung siswa dapat ditingkatkan?

## 1.3 Batasan Masalah

- a. *Game* animasi yang dibangun merupakan *game* animasi 2 dimensi menggunakan *action script 3.0*.
- b. *Game* animasi yang dibangun menggunakan teknik gerak parabola dan tumbukan antar objek.
- c. *Game* yang dibangun menampilkan soal aritmatika sebagai bagian dari tantangan dalam permainan.
- d. Soal aritmatika yang digunakan adalah operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.
- e. *Game* menyimpan data pemain berupa nama dan *score*
- f. Pemain dalam *game* ini hanya 1 pemain.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini antara lain :

- a. Membangun aplikasi permainan *Bounce Math Game* yang menerapkan teknik gerak parabola dan tumbukan antar objek dengan menggunakan *Action Script 3*.
- b. Mengamati pengalaman pengguna terhadap gerak fisika pada permainan *Bounce Math Game* melalui kuisisioner.
- c. Mengamati kegunaan game pelatihan aritmatika cepat dari kemampuan hitung pengguna melalui *pre-test* dan *post-test*.

#### 1.5 Metode Atau Pendekatan

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan untuk mempelajari dasar teori desain *game* animasi, mempelajari teori gerak parabola dan tumbukan pada animasi 2 dimensi, dan mencari informasi pendukung untuk membangun sistem.

- b. Prototype

Prototype dibangun sebagai bentuk awal dari sistem yang berfungsi sebagai media uji coba sistem. Prototype digunakan sebagai bahan diskusi dengan dosen pembimbing untuk mencari kelemahan-kelemahan dari sistem yang dibuat baik dalam segi desain maupun *gameplay*.

- c. Kuisisioner

Metode kuisisioner yang penulis gunakan adalah uji pengalaman pengguna (*user experience*) pada sebuah *game*. Pertanyaan-pertanyaan yang disajikan berdasarkan model CEGEQ (*Core Elements of the Gaming Experience Questionnaire*). Uji pengalaman pengguna berfungsi untuk menguji aplikasi permainan yang dibangun apakah memberikan pengalaman bermain yang positif (*enjoyment*) pada pengguna.

d. One Group Pretest-Posttest

One group pretest-posttest adalah eksperimen yang dilaksanakan pada satu kelompok tanpa kelompok pembandingan. Pretest diberikan sebelum bermain pelatihan aritmatika cepat. Dengan demikian hasil berlatih dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum berlatih.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi ke dalam 5 bab, yaitu Bab 1 tentang Pendahuluan, Bab 2 tentang Tinjauan Pustaka, Bab 3 tentang Perancangan Sistem, Bab 4 tentang Implementasi dan Analisis Sistem, Bab 5 tentang Kesimpulan dan Saran.

Bab 1 merupakan Bab Pendahuluan, yang menjelaskan Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode / Pendekatan dan Sistematika Penulisan.

Bab 2 merupakan Bab Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori, yang berisi uraian teori yang didapat dari berbagai sumber pustaka dan penjelasan tentang konsep dan prinsip utama yang diperlukan sebagai dasar pembuatan penelitian ini.

Bab 3 merupakan Bab Perancangan Sistem, yang berisi tentang langkah-langkah pembuatan sistem. Pada bab ini akan dijelaskan desain game dan rancangan antar muka sistem.

Bab 4 merupakan Bab Implementasi dan Analisis Sistem yang berisi implementasi perancangan yang telah dibuat pada bab tiga kedalam bahasa pemrograman dan hasil kuesioner sistem.

Bab 5 merupakan Bab Kesimpulan dan Saran, yang berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisi jawaban dari pertanyaan yang dinyatakan dalam perumusan masalah, dan saran berisi ide-ide yang dirasa perlu untuk memperbaiki sistem pada penelitian berikutnya.

## BAB 5

### Kesimpulan dan Saran

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian penulis terhadap gerak fisika pada game animasi pelatihan aritmatika cepat, beberapa kesimpulan yang dihasilkan yaitu *tool* yang digunakan Adobe Flash CS 3 sangat mendukung dalam membangun sebuah *game* animasi yang menerapkan gerak fisika didalamnya. Selain itu fungsi dan fitur-fitur yang terdapat pada Adobe Flash CS 3 memudahkan dalam membangun sebuah *game* seperti untuk mengatur efek suara dan fungsi untuk mendeteksi terjadinya tumbukan.

Kesimpulan lain yang dapat diambil oleh penulis adalah kuisioner CEGE dapat digunakan dengan baik untuk mengukur pengalaman pengguna terhadap *game*. Dalam pengamatan yang penulis lakukan, gerak fisika yang diterapkan pada *gameplay Bounce Math Game* dapat memberikan positif *enjoyment* dan menjaga motivasi pemain untuk berlatih aritmatika. Berdasarkan hasil ujicoba *pre-test dan post test* dari pengguna permainan ini, sebuah *game* yang menyajikan tantangan aritmatika cepat kepada pemain dapat meningkatkan kemampuan berhitung cepat bagi pemain.

#### 5.2. Saran

Saran pengembangan sistem untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut:

1. Penyempurnaan deteksi tumbukan antar objek, agar efek tumbukan dapat diterapkan dengan baik.
2. Dalam melakukan uji coba *user experience* pada sebuah *game* perlu dilakukan kepada responden yang lebih banyak untuk memperoleh data signifikansi yang lebih

## Daftar Pustaka

- Adams, Ernest., & Andrew Rollings. (2007). *Fundamentals of Game Design*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Bates, Bob .(2004). *Game Design Second Edition*. Boston: Electronic Arts ,Inc.
- Bernhaupt, Regina (Ed).(2010) *Evaluating User Experience in Game: Concepts and Methods*. London: Springer-Verlag New York, Inc
- Feil,J dan Scattergood,M(2005) *Beginning Game Level Design*.Boston: Thomson Course Technology PTR
- Foster,Bob. (2000). *Fisika SMU Kelas 1*. Jakarta: Erlangga
- M.Bourg,David. (2002). *Physic for Game Developers*. Sabastopol:O'Reilly Media,Inc
- Peters, Keith. (2006). *Foundation ActionScript Animation: Making Things Move*. New York: Springer-Verlag New York, Inc.
- Sears, Zemansky (2000) *Fisika Universitas*.(edisi kesepuluh, jilid 1); Alih Bahasa,Ir.Endang Juliastuti,M.S..Jakarta:Erlangga
- Setiabudhi, Toni dan Hardywinoto. (2002). *Anak Unggul Berotak Prima*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

