

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BACKTRACKING* UNTUK
MENGATUR PERILAKU UNSUR PADA
GAME EDUKASI KIMIA**

SKRIPSI

Oleh:

LISTYA WIDIANINGRUM

NIM. 10650044



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BACKTRACKING* UNTUK
MENGATUR PERILAKU UNSUR PADA *GAME* EDUKASI KIMIA**

SKRIPSI

**Diajukan kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh :
LISTYA WIDIANINGRUM
NIM. 10650044**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKTRACKING UNTUK MENGATUR
PERILAKU UNSUR PADA GAME EDUKASI KIMIA**

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Listya Widianingrum
NIM : 10650044
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :
Tanggal : 02 September 2014

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004

Fresy Nugroho, M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKTRACKING UNTUK MENGATUR PERILAKU UNSUR PADA GAME EDUKASI KIMIA

SKRIPSI

Oleh :

LISTYA WIDIANINGRUM

NIM. 10650044

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer (S.Kom) :

Tanggal : 11 September 2014

Penguji Utama : **Dr. Muhammad Faisal, M.T** ()
NIP. 19740510 200501 1 007

Ketua Penguji : **Fachrul Kurniawan, M.MT** ()
NIP. 19771020 200901 1 001

Sekretaris : **Yunifa Miftachul Arif, M.T** ()
NIP. 19830616 201101 1 004

Anggota Penguji : **Fresy Nugroho, M.T** ()
NIP. 19710722 201101 1 001

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Listya Widianingrum
NIM : 10650044
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Implementasi Algoritma *Backtracking* Untuk Mengatur
Perilaku Unsur Pada *Game* Edukasi Kimia

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir / skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir / skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, September 2014

Yang membuat pernyataan,

Listya Widianingrum

NIM. 10650044

MOTTO



*“Dibalik kesukaran pasti ada kemudahan
Dan di balik kesedihan pasti terselip kebahagiaan”
“Berencana Berusaha dan Berdoa”*



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT

Kupersembahkan karya ini kepada :

Bapak dan ibu ku tercinta

Winarno dan Muji Rahayu Ningsih

Tanpa kalian aku bukan apa-apa.

Adik-adik ku tersayang **Syafira Widi Hapsari** dan **Bayu Priambudi**.

Kalian adalah penyemangat hidupku.

Semoga Allah SWT memberiku kesempatan untuk membahagiakan kalian.

Mak'e yang telah berpulang ke Rahmatullah sebelum sempat melihat kelulusanku.

Semoga amal dan ibadahnya diterima oleh Allah SWT.

Seluruh keluarga besarku yang selalu mendoakan dan mendukungku.

Terimakasih kepada bapak/ibu dosen **Pak Yunifa, Pak Fresy, Pak Fachrul, Pak Yaqin, Pak Tri (Kimia)** dan semua dosen jurusan TI yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.

Teman-teman tersayangku **Sepen Ikan (Icha, Vina, Firoh, Dya, Balqis, Elis), Cumi', Senyapp, Kiki, Lidya, Cipa', Lutpi** dan **Kanthi** yang jauh di Solo.

Para mentor dan tutor ku **Cahyo, Catur, Jun, Wahyu, Sipuden, Pi'i, An'im, Riris, Acip, Muiz, Maskal, Topan, Ni'am, Mahmud (Asia), Mbak Putri (Kimia)**.

Serta semua sahabat-sahabatku jurusan TI'10 yang selalu berada di sampingku dan mengisi hari-hari ku dengan kebahagiaan.. Terima Kasih

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Algoritma *Backtracking* Untuk Mengatur Perilaku Unsur Pada *Game* Edukasi Kimia”.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Agung Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari kegelapan menuju cahaya Islam.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini, penulis memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Tanpa keterlibatan dan bantuan dari banyak pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, dengan segenap kerendahan hati penulis menghaturkan banyak ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. DR. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Dr. Cahyo Crysdian, Selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Yunifa Miftachul Arif, M.T dan Fresy Nugroho, M.T, selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan arahan dalam mengerjakan skripsi ini.
5. Segenap sivitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas semua ilmu dan bimbingannya.
6. Seluruh keluarga besar UIN Maulana Malik Ibrahim Malang terutama teman-teman Jurusan Teknik Informatika angkatan 2010 yang telah memberikan penulis banyak pengetahuan dan pengalaman yang berharga bagi penulis.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terima kasih yang setulusnya atas bantuan yang telah diberikan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis selalu menerima kritik dan saran dari pembaca. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah pengetahuan kepada kita semua.

Malang, September 2014

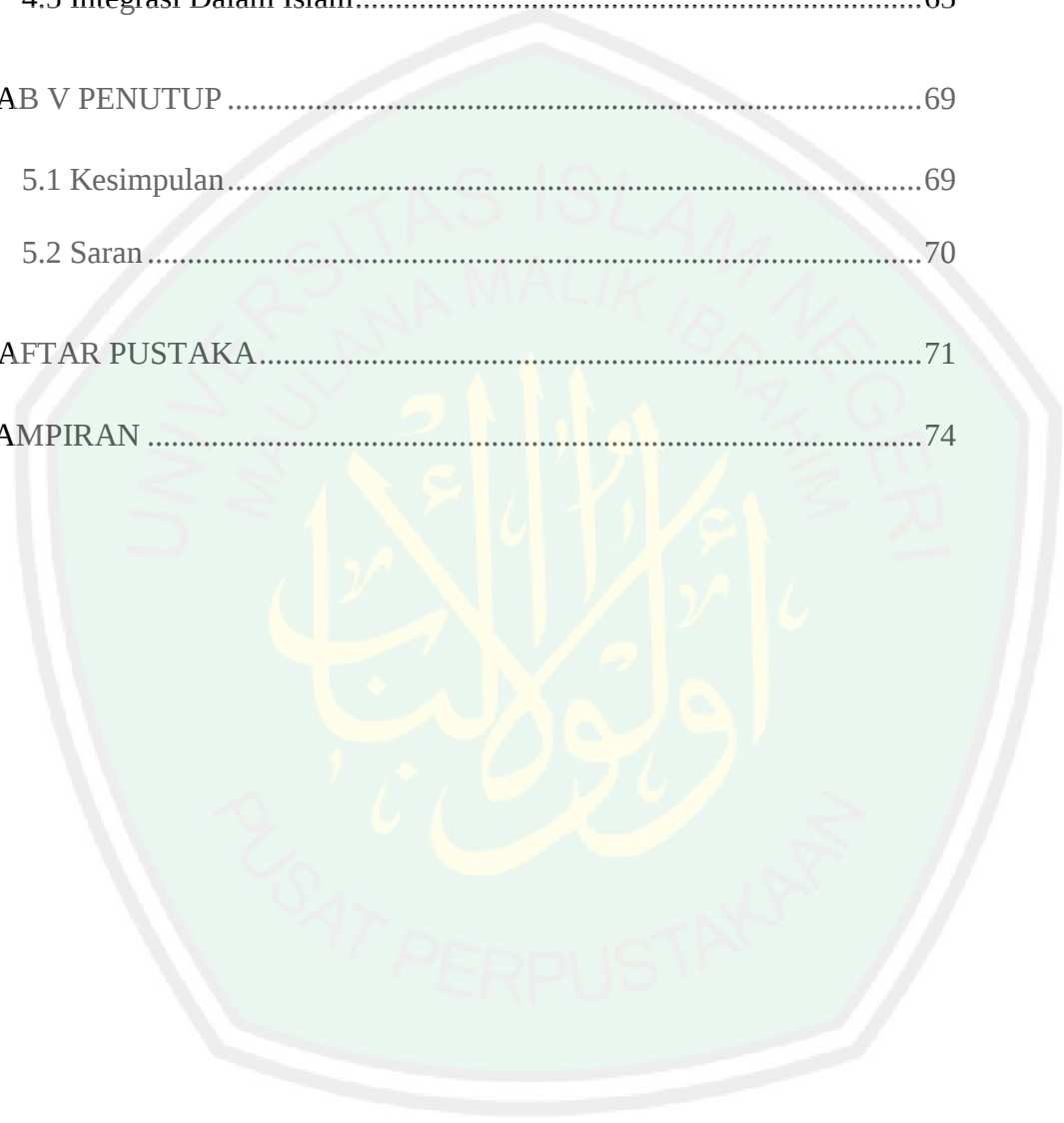
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Permainan (<i>Game</i>).....	7
2.2 <i>Non Playable Character</i>	9
2.3 Bahasa Pemrograman <i>Java</i>	9
2.4 <i>Android</i>	12
2.5 Algoritma <i>Backtracking</i>	16
2.6 Sistem Periodik Unsur	19
2.7 Ikatan Kimia Kovalen dan Ion.....	21
2.8 Penelitian Terkait.....	26
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN.....	31
3.1 Analisa dan Perancangan Sistem.....	31
3.1.1 Keterangan Umum.....	31
3.1.2 Perancangan <i>Level</i> Permainan	31
3.1.3 Penampilan Umum <i>Game</i>	34
3.1.4 Deskripsi Karakter.....	35
3.2 Analisa dan Perancangan Algoritma <i>Backtracking</i>	36
3.3 Analisa dan Perancangan Aplikasi <i>Game</i>	38
3.3.1 Antarmuka <i>Game</i>	38
3.3.2 Kebutuhan Sistem.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Implementasi Algoritma <i>Backtracking</i>	45
4.2 Implementasi Aplikasi	49

4.3 Pengujian Algoritma <i>Backtracking</i>	55
4.4 Pengujian Aplikasi.....	60
4.5 Integrasi Dalam Islam.....	65
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Periodik Unsur	20
Gambar 2.2 Struktur <i>Lewis</i>	23
Gambar 2.3 Ikatan Ion Na dan Cl.....	23
Gambar 2.4 Ikatan Kovalen Tunggal	25
Gambar 2.5 Ikatan Kovalen Rangkap Dua	25
Gambar 2.6 Ikatan Kovalen Rangkap Tiga	26
Gambar 3.1 <i>Finite State Machine</i> level 1	32
Gambar 3.2 <i>Finite State Machine</i> level 2	33
Gambar 3.3 <i>Finite State Machine</i> level 3	34
Gambar 3.4 Karakter <i>Player</i> Panda.....	35
Gambar 3.5 Karakter Unsur Kimia Versi 1	36
Gambar 3.6 Karakter Unsur Kimia Versi 2	36
Gambar 3.7 Antarmuka <i>Splash Screen</i>	39
Gambar 3.8 Antarmuka <i>Menu Scene</i>	39
Gambar 3.9 Antarmuka <i>About Scene</i>	40
Gambar 3.10 Antarmuka <i>Game Scene Level 1</i>	41
Gambar 3.11 Antarmuka <i>Game Scene Level 2</i>	41
Gambar 3.12 Antarmuka <i>Game Scene Level 3</i>	42
Gambar 3.13 Antarmuka Skor dan Ikatan yang Terbentuk.....	42

Gambar 4.1 *Flowchart Algoritma Backtracking*46

Gambar 4.2 *Splash Screen*49

Gambar 4.3 *Menu Screen*49

Gambar 4.4 *Game Scene Level 1*50

Gambar 4.5 *Informasi Berhasil Level 1*51

Gambar 4.6 *Game Scene Level 2*51

Gambar 4.7 *Informasi Berhasil Level 2*52

Gambar 4.8 *Game Scene Level 3*52

Gambar 4.9 *Game Scene Level 3 (Memilih Unsur)*53

Gambar 4.10 *Skor Level 3*53

Gambar 4.11 *Ikatan yang Terbentuk*54

Gambar 4.12 *About Scene*54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penjabaran Konfigurasi Elektron	22
Tabel 4.1 Penjelasan Method Implementasi Algoritma <i>Backtracking</i>	48
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pertama Algoritma <i>Backtracking</i>	56
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kedua Algoritma <i>Backtracking</i>	58
Tabel 4.4 Prosentase Kecocokan Jumlah Ikatan yang Terbentuk	60
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Aplikasi	61
Tabel 4.6 Prosentase Hasil Pengujian Aplikasi	64

ABSTRAK

Widianingrum, Listya. 2014. **Implementasi Algoritma *Backtracking* untuk Mengatur Perilaku Unsur pada *Game* Edukasi Kimia.** Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Yunifa Miftachul Arif, M.T (II) Fresy Nugraho, M.T

Kata Kunci: *Game Edukasi Kimia, Backtracking, Sistem Periodik Unsur, Ikatan Kimia*

Game dengan unsur edukasi tidak hanya menyenangkan tapi juga dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran. Materi yang disampaikan dalam *game* edukasi juga bermacam-macam, salah satunya adalah materi kimia yang akan digunakan dalam pengembangan *game* edukasi dalam penelitian ini. Materi kimia yang dipilih adalah sistem periodik unsur dan ikatan kimia. Dalam penelitian ini, algoritma *Backtracking* digunakan untuk pengecekan pembentukan ikatan kimia secara otomatis. Dengan menggunakan algoritma *Backtracking*, pemain hanya perlu memilih unsur-unsur dalam sistem periodik dan unsur-unsur tersebut akan otomatis membentuk ikatan. *Game* terdiri dari 3 level permainan yaitu mengumpulkan unsur, menyusun unsur dalam tabel sistem periodik dan memilih unsur untuk membentuk ikatan kimia. Dari uji coba yang sudah dilakukan, diperoleh hasil 90 % kecocokan jumlah ikatan yang sama antara menggunakan perhitungan manual dengan perhitungan sistem yang menggunakan algoritma *Backtracking*.

ABSTRACT

Widianingrum, Listya. 2014. **Implementation of Backtracking Algorithm for Controlling the Behavior of Chemical Elements in Education Games**. Thesis. Informatics Departement.Faculty of Science ang Technology.The State Islamic University Maulana Malik Ibrahim of Malang.
Advisor: (I) Yunifa Miftachul Arif, M.T (II) Fresy Nugraho, M.T

Keyword: Chemistry Education Games, Backtracking, Elements Periodic Table, Chemical Bonding

Game with elements of education are not only fun but also can be used as a learning devices. There are varieties of the content presented in the game, one of those, is a chemical content that will be used in developing educational game in this research. The material of chemistry chosen in this research are elements periodic table and chemical bonding. The research uses Backtracking algorithms to check the formation of chemical bonds automatically. By using backtracking algorithm, players just need to select the elements in the elements periodic table and the elements will automatically form a bond. The game consist of three levels they are : finding elements, arranging the elements into elements periodic table and selecting elements to form a chemical bond. From the experiments that had conducted, obtained result that the number of the same match of bond between using manual calculation and calculation system using backtracking algorithms is 90% match.

ملخص البحث

ويديانينجروم. ليستيا. 2014. تنفيذ خوارزمية التراجع *Backtracking* لتعيين سلوك العناصر في الألعاب التعليمية الكيميائية. أطروحة. قسم المعلوماتية. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم بالانج. المشرف: يونيفا مفتاح العارف، الماجستير، و فريشي نوكرحو، الماجستير

الكلمات الرئيسية: ألعاب التعليم الكيميائي، التراجع *Backtracking*، عناصر النظام الدوري، معهد الكيمياء

لعبة مع عناصر من التعليم ليست متعة، بل أيضا يمكن استخدامها كوسيلة للتعليم. المادة المعروضة في الألعاب التعليمية هي أيضا أنواع متنوعة، واحدة منها هي مادة كيميائية التي سيتم استخدامها في تطوير اللعبة التعليمية في هذه الدراسة. يتم تحديد المواد الكيميائية هي عناصر النظام الدوري وروابط الكيميائية. في هذه الدراسة، يتم استخدام خوارزمية التراجع للتحقق من تشكيل الروابط الكيميائية تلقائيا. باستخدام خوارزمية التراجع، العب ببساطة حاجة لتحديد العناصر في النظام الدوري و تلك العناصر ستشكل السندات تلقائيا. تتكون اللعبة من ثلاثة مستويات من اللعبة هي أن جمع عناصر، وتنظيم العناصر في التطبيق الجدول الدوري واختيار عناصر لتشكيل الروابط الكيميائية. من التجارب التي تم القيام النتائج 90% التي تم الحصول عليها تتطابق الجملة الروابط السوي بين استخدام الحساب اليدوي مع نظام الحساب الذي يستخدم خوارزمية التراجع.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia pendidikan ada bermacam-macam bidang ilmu yang dapat dipelajari. Salah satunya adalah bidang ilmu kimia yang termasuk dalam ilmu mengenai pengetahuan alam. Kimia adalah kajian mengenai materi dan energi serta interaksi diantara keduanya. Ilmu kimia mempelajari mengenai komposisi dan struktur zat kimia serta hubungan keduanya dengan sifat zat tersebut. Unsur merupakan dasar dalam setiap jenis materi di semesta ini yang tidak dapat diuraikan dengan reaksi kimia menjadi zat yang lebih sederhana. Sampai saat ini telah diketahui lebih dari 100 unsur dan diharapkan akan ditemukan lagi unsur baru dimasa mendatang (Syukri S, 1999).

Pada tahun 1786 baru dikenal 26 unsur dan pada tahun 1870 sebanyak 60 unsur. Sedangkan kini, sudah dikenal lebih dari 100 unsur. Setiap unsur memiliki sifat kimia dan fisika tertentu dan cukup sulit diingat satu persatu. Oleh karena itu ada upaya untuk menggolongkan unsur tersebut berdasarkan sifatnya agar lebih mudah diingat, dicari dan dipakai. Seiring dengan perkembangannya maka ditemukan penggolongan unsur yang lebih mutakhir yaitu sistem periodik modern. Dengan sistem periodik ini dapat diketahui sifat unsur secara umum dari golongan dan periodenya (Syukri S, 1999).

Alqur'an Surat Al-Hadiid ayat 25 : [57]

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ
وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ
شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ
قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾

Artinya :

“Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah kami turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa.”

Menurut Kitab Tafsir Jalalain, *“Dan kami ciptakan besi”* dalam ayat di atas adalah Kami mengeluarkannya dari barang-barang tambang (Jalaluddin As-Suyuthi dan Jalaluddin Ibnu Ahmad Al-Mahally, 2010).

Besi merupakan salah satu hasil tambang dan merupakan karunia Allah SWT yang menjadi pokok kekuatan untuk membela agama Allah seperti dalam peperangan dan besi juga dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi

kebutuhannya. Studi mengenai ilmu kimia menghasilkan berbagai macam pengetahuan mengenai unsur kimia yang serta kombinasi dari unsur-unsur ini yaitu senyawa dan campuran yang menghasilkan segala sesuatu yang ada di alam ini.

Materi mengenai sistem periodik unsur dan ikatan kimia merupakan materi dasar dalam pelajaran kimia yang harus dipahami. Namun terkadang, orang cenderung malas menghafal sistem periodik unsur dan memahami pembentukan ikatan kimia karena dirasa terlalu banyak dan membingungkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dibuatlah model pembelajaran yang dapat membuat orang tertarik untuk belajar. Salah satunya adalah dengan membuat *game* yang menarik namun tetap mengandung unsur edukasi.

Game atau permainan banyak diminati sebagai salah satu media hiburan. Perkembangan *game mobile* saat ini sangat pesat. Berdasarkan riset *Mobile Gaming Industri*, 70% sampai 80% dari seluruh pengunduhan yang dilakukan perangkat *mobile* adalah mengunduh *game*. Hal ini tidak lepas dari meningkatnya jumlah pengguna *smartphone*. Berdasarkan riset statistik yang dilakukan *eMarketer*, antara tahun 2010 sampai 2012, jumlah seluruh pengguna *game smartphone* meningkat dari 45,8% menjadi 75% dari jumlah pemain *game mobile*. (J. Prestiliano dan Armius, 2012)

Salah satu komponen dalam *game* adalah adanya *non playable character* yaitu suatu karakter yang tidak dimainkan oleh *player*. Dalam *game* elektronik, dapat digunakan kecerdasan buatan untuk mengontrol perilaku dari *non playable*

character sehingga karakter tersebut dapat merespon atau menjalankan suatu tugas sesuai dengan aturan yang dibuat. Ada bermacam-macam algoritma yang dapat dipakai untuk mengontrol *non playable character* antara lain algoritma untuk optimasi seperti algoritma *greedy* dan *dijkstra*, algoritma untuk pengacakan seperti *fisher Yates* serta algoritma untuk pencarian solusi seperti algoritma *brute force* dan algoritma *backtracking*. Selain itu dapat juga digunakan jaringan saraf tiruan dan *fuzzy logic*.

Pengembangan *game* disesuaikan dengan imajinasi dari pembuatnya. Objek dan tema yang dipakai dalam *game* juga bermacam-macam. Materi kimia juga dapat digunakan sebagai tema dan objek dalam pembuatan *game* seperti materi mengenai sistem periodik unsur dan ikatan kimia. Pengembangan media pembelajaran dalam bentuk *game* diharapkan dapat membantu pengguna untuk memahami materi yang disampaikan dalam *game* tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan proses penelitian yaitu :

1. Bagaimana proses pembuatan *game* edukasi kimia dengan materi sistem periodik unsur dan ikatan kimia.
2. Bagaimana implementasi algoritma *backtracking* untuk mengatur perilaku unsur.

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi *game* ini berbasis mobile dengan platform *Android OS*
2. Aplikasi *game* bersifat *single player*
3. Materi kimia yang dipakai adalah sistem periodik unsur dan ikatan kimia
4. Ikatan kimia yang digunakan adalah ikatan ion dan kovalen.
5. Unsur yang digunakan dalam ikatan kimia hanya unsur golongan A dengan maksimal dua unsur untuk tiap ikatannya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Membuat *game* edukasi kimia dengan materi sistem periodik unsur dan ikatan kimia
2. Mengimplementasikan algoritma backtracking untuk mengatur perilaku unsur.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memudahkan pengguna *game* untuk mempelajari dan menghafal sistem periodik unsur serta memahami pembentukan ikatan kimia melalui *game* edukasi yang menarik.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini tersusun dari lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penyusunan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai berbagai teori dan penelitian terkait yang mendasari penyusunan skripsi ini.

BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan analisa kebutuhan sistem dan perancangan sistem yang akan dibuat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan pembahasan dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dan pengujian terhadap sistem yang sudah dibuat.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari laporan penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Permainan (*Game*)

Game merupakan sebuah jenis aktivitas bermain yang situasinya dibuat seolah-olah lebih dari kehidupan nyata, dimana pesertanya berusaha mempertahankan satu atau lebih kemampuan bertahan untuk mendapatkan tujuan yang dibatasi dengan beberapa aturan tertentu. *Game* didesain dan diciptakan berdasarkan acuan kehidupan sehari-hari (Adams & Rowling, 2007).

Game edukasi adalah *game digital* yang dirancang untuk pengayaan pendidikan (mendukung pengajaran dan pembelajaran), menggunakan teknologi multimedia interaktif (Rosa A.S & M. Shalahuddin, 2011).

Menurut Hurd dan Jenuings, perancang game yang baik haruslah memenuhi kriteria dari *education game* itu sendiri. Berikut ini adalah beberapa kriteria dari sebuah *education game*, yaitu (Reza Buyung Nalendra, 2012) :

1. Nilai Keseluruhan (*Overall Value*)

Nilai keseluruhan dari suatu *game* terpusat pada desain dan panjang durasi *game*.

2. Dapat Digunakan (*Usability*)

Mudah digunakan dan diakses adalah poin penting bagi pembuat *game*.

3. Keakuratan (*Accuracy*)

Keakuratan diartikan sebagai bagaimana kesuksesan model/gambaran sebuah *game* dapat dituangkan ke dalam percobaan atau perancangannya.

4. Kesesuaian (*Appropriateness*)

Kesesuaian dapat diartikan bagaimana isi dan desain *game* dapat diadaptasikan terhadap keperluan user dengan baik.

5. Relevan (*Relevance*)

Relevan diartikan dapat mengaplikasikan isi *game* ke target *user*. Agar relevan terhadap *user*, sistem harus membimbing mereka dalam pencapaian tujuan pembelajaran.

6. Objektivitas (*Objectives*)

Objektivitas menentukan tujuan akhir *user* dan kriteria dari kesuksesan atau kegagalan.

7. Umpan Balik (*Feedback*)

Untuk membantu pemahaman *user* bahwa permainan (*performance*) mereka sesuai dengan objek *game* atau tidak, *feedback* harus disediakan.

2.2 Non Playable Character

Non playable character merupakan jenis *autonomus agent* yang ditujukan untuk penggunaan komputer animasi dan media interaktif seperti *games* dan *virtual reality*. Agen ini mewakili tokoh dalam cerita atau permainan dan memiliki kemampuan untuk improvisasi tindakan mereka. Ini adalah kebalikan dari seorang tokoh dalam sebuah film animasi, yang tindakannya ditulis di muka dan untuk “*avatar*” dalam sebuah *game* atau *virtual reality*, tindakan yang diarahkan secara *real time* oleh *player* (Reynolds, 1999).

2.3 Bahasa Pemrograman Java

Bahasa pemrograman *java* adalah sebuah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh *Sun Microsystems* dan diperkenalkan secara resmi pada tahun 1995. *Sun* sendiri mendiskripsikan *java* sebagai bahasa pemrograman yang “sederhana”, berorientasi objek, bertipe *static*, terkompilasi, *multi-threaded*, *garbage collected*, netral arsitektur, *robust*, aman dan dapat diperluas. Berikut adalah penjelasan mengenai sifat-sifat tersebut (Wahana Komputer, 2003):

1. Sederhana

Pengembang *java* membuang fitur-fitur yang tidak diperlukan seperti yang dimiliki oleh bahasa pemrograman tingkat tinggi lainnya.

2. Berorientasi Objek

Java menggunakan kelas-kelas untuk mengelola kode ke dalam modul-modul logika.

3. Bertipe *static*

Semua objek yang digunakan dalam program harus dideklarasikan sebelum digunakan. Cara ini memungkinkan kompilator *java* melaporkan dan melokalisir terjadinya konflik-konflik tipe.

4. Terkompilasi

Sebelum dapat menjalankan program yang ditulis dengan bahasa pemrograman *java*, program harus dikompilasi oleh kompilator *java*. Hasil kompilasinya berupa file kode byte (*byte-code*).

5. *Multi-threaded*

Program *java* dapat berisi eksekusi *multiple threads* yang memungkinkan program mengulas citra pada layar pada satu *thread*, sementara tetap menerima masukan dari *keyboard* pada *thread* utamanya.

6. *Garbage Collection* (Pembuang sampah)

Program *java* menyingkirkan sendiri ‘sampah-sampah’ yang tidak berguna, artinya program tidak perlu menghapus objek-objek yang

dialokasikannya di memori. Ini menjadikan program bebas dari masalah-masalah pengelolaan memori.

7. Bebas Arsitektur

Java dirancang untuk bekerja pada berbagai arsitektur prosesor dan berbagai sistem operasi.

8. Tangguh (*Robust*)

Karena interpreter *java* memeriksa seluruh akses sistem yang dilakukan program, maka program *java* tidak membuat sistem menjadi crash.

9. Aman

Sistem *java* tidak hanya memverifikasi seluruh akses ke memori tetapi juga menjamin bahwa tidak ada virus yang ‘membonceng’ pada *applet* yang sedang berjalan.

10. Dapat Diperluas

Program *java* mendukung metode *native* yaitu fungsi-fungsi yang ditulis dalam bahasa lain, biasanya C++. Dukungan terhadap metode ini memungkinkan programer menulis fungsi yang bisa dieksekusi lebih cepat dari pada menggunakan fungsi yang sama yang ditulis dalam *java*.

2.4 Android

Android adalah sistem operasi berbasis *linux* yang digunakan untuk telepon seluler (*mobile*) seperti telepon pintar (*smartphone*) dan komputer tablet (*PDA*). *Android* menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang digunakan oleh bermacam-macam peranti bergerak. (Yosef Murya, 2014).

Berikut ini merupakan generasi *android*, yaitu :

1. *Android* versi 1.1 ,dirilis pada tanggal 9 Maret 2009.

Android versi ini dilengkapi dengan pembaruan estetis pada aplikasi jam alarm, *voice search* (pencarian suara), pengiriman pesan dengan *gmail*, dan pemberitahuan *email*.

2. *Android* versi 1.5 (*Cupcake*), dirilis pada bulan Mei 2009.

Terdapat beberapa pembaharuan termasuk juga penambahan beberapa fitur dalam *seluler* versi ini yakni kemampuan merekam dan menonton video dengan modus kamera, mengunggah video ke *youtube* dan gambar ke *Picasa* langsung dari telepon, dukungan *Bluetooth A2DP*, kemampuan terhubung secara otomatis ke *headsed Bluetooth*, animasi layar, dan *keyboard* pada layar yang dapat disesuaikan dengan sistem.

3. *Android* versi 1.6 (*Donut*), dirilis pada bulan September 2009.

Android versi ini menampilkan proses pencarian yang lebih baik dibanding sebelumnya, penggunaan baterai indikator dan control *applet* *VPN*. Fitur lainnya adalah galeri yang memungkinkan pengguna untuk memilih foto yang akan dihapus; kamera, *camcorder* dan galeri yang diintegrasikan; *CDMA/EVDO*, 802.1x, *VPN*, *Gestures*, dan *Text-to-speech engine*; kemampuan *dial* kontak; teknologi *text to change speech* (tidak tersedia pada semua ponsel); pengadaan resolusi *VWGA*.

4. *Android* versi 2.0/2.1 (*Eclair*), dirilis pada tanggal 3 Desember 2009.

Pada *android* versi ini, perubahan yang dilakukan adalah pengoptimalan *hardware*, peningkatan *google maps* 3.1.2, perubahan *UI (User Interface)* dengan *browser* baru dan dukungan *HTML5*, daftar kontak yang baru, dukungan *flash* untuk kamera 3,2 MP, *digital zoom* dan *Bluetooth 2.1*. *Google* juga melakukan investasi dengan mengadakan kompetisi aplikasi mobile terbaik yaitu *killer apps* atau aplikasi unggulan. Aplikasi terkenal yang diubah ke dalam sistem operasi *android* adalah *Shazam*, *Backgrounds*, dan *WeatherBug*. Sistem operasi *android* dalam situs internet juga dianggap penting untuk menciptakan aplikasi *android* asli, contohnya oleh *MySpace* dan *Facebook*.

5. *Android* versi 2.2 (*Froyo : Frozen Yoghurt*), dirilis pada tanggal 20 Mei 2010.

Perubahan dalam versi ini antara lain dukungan *Adobe Flash 10.1*, kecepatan kinerja dan aplikasi 2 sampai 5 kali lebih cepat, integrasi *V8 JavaScript engine* yang dipakai *google chrome* yang mempercepat kemampuan *rendering* pada *browser*, pemasangan aplikasi dalam *SD Card*, kemampuan *WiFi Hotspot portable* dan kemampuan *auto update* dalam aplikasi *Android Market*.

6. *Android* versi 2.3 (*Gingerbread*), dirilis pada tanggal 6 Desember 2010.

Perubahan dalam versi ini antara lain peningkatan kemampuan permainan (gaming), peningkatan fungsi *copy paste*, layar antar muka (*User Interface*) didesain ulang, dukungan format video *VP8* dan *WebM*, efek audio baru (*reverb, equalization, headphone virtualization, dan bass boost*), dukungan kemampuan *Near Field Communication (NFC)*, dan dukungan jumlah kamera lebih dari satu.

7. *Android* versi 3.0/3.1 (*Honeycomb*)

Android versi ini dirancang khusus untuk *tablet* dan mendukung ukuran layar yang lebih besar. *User interface* pada versi ini juga berbeda karena sudah didesain untuk *tablet*. *Android* versi ini juga mendukung *multi prosesor* dan juga akselerasi perangkat keras (*Hardware*) untuk grafis. *Tablet* pertama yang dibuat adalah *Motorola Xoom*.

8. *Android* versi 4.0 (*ICS : Ice Cream Sandwich*), dirilis pada tanggal 19 Oktober 2011

Pada versi ini ditambahkan fitur baru termasuk membuka kunci dengan pengenalan wajah, jaringan data pemantauan penggunaan dan kontrol terpadu, kontak jaringan sosial, perangkat tambahan fotografi, mencari *email* secara *offline*, dan berbagi informasi dengan menggunakan *NFC*. Ponsel pertama yang menggunakan sistem operasi ini adalah *Samsung Galaxy Nexus*.

9. *Android* versi 4.1 (*Jelly Bean*).

Versi ini membawa sejumlah keunggulan dan fitur baru. Penambahan fitur baru antara lain meningkatkan *input keyboard*, desain baru fitur pencarian, *UI* yang baru dan pencarian melalui *Voice Search* yang lebih cepat. Tak ketinggalan *Google Now* juga menjadi bagian yang diperbaharui.

Google Now memberikan informasi yang tepat pada waktu yang tepat pula. Salah satu kemampuannya adalah dapat mengetahui informasi cuaca, lalu lintas, ataupun hasil pertandingan olahraga. Sistem operasi *Android Jelly Bean* 4.1 pertama kali ada dalam produk *tablet Asus*, yakni *Google Nexus 7*.

Ada sejumlah fitur yang disediakan oleh *android* antara lain :

1. Kerangka aplikasi : Memungkinkan penggunaan dan penghapusan komponen yang tersedia.
2. *Dalvik* mesin virtual : Mesin virtual dioptimalkan untuk perangkat telepon seluler.
3. Grafik : Grafik di 2D dan grafis 3D berdasarkan pustaka *Open GL*.
4. *SQLite* : Untuk penyimpanan data.
5. Mendukung media : Audio, video, dan berbagai format gambar.
6. *GSM, Bluetooth, EDGE, 3G, 4G* dan *WiFi*.
7. Kamera, *Global Positioning System (GPS)*, Kompas, *NFC* dan *accelerometer*.

2.5 Algoritma *Backtracking*

Pada tahun 1950, D.H Lehmer pertama kali memperkenalkan algoritma *Backtracking* (Runut balik). Penulisan algoritmanya dilakukan oleh R.J Walker (1960). Kemudian para ahli seperti Golomb dan Baumert (1960) menyajikan uraian umum tentang *backtracking* dan penerapannya dalam berbagai contoh kasus dan aplikasi. Algoritma ini cukup praktis digunakan dalam penyelesaian beberapa penyelesaian masalah. Untuk beberapa kasus algoritma, dalam setiap langkah terdapat beberapa pilihan dan algoritma harus memutuskan untuk memilih salah satunya. Algoritma *Backtracking* dapat digunakan untuk mendapatkan himpunan penyelesaian yang mungkin. Dari himpunan yang mungkin ini akan diperoleh solusi optimal atau memuaskan (Rinaldi Munir, 2005)

Algoritma *backtracking* berbasis pada *DFS (Depth First Search)* sehingga aturan pencariannya akan mengikuti aturan pencarian DFS yaitu dengan mencari solusi dari akar ke daun (dalam pohon ruang solusi) dengan pencarian mendalam. Algoritma ini bekerja dengan cara menelusuri salah satu kemungkinan yang ada hingga akar yang maksimal, setelah itu menelusuri kemungkinan yang lain hingga akar-akar maksimal juga. Proses pencarian dilakukan pada simpul yang diperluas terdahulu lebih dahulu sampai tidak ditemukan lagi solusi pada node tersebut kemudian baru berpindah lagi ke simpul yang lain. Algoritma ini akan mencari solusi berdasarkan ruang solusi yang ada secara sistematis namun tidak semua ruang solusi akan diperiksa, hanya pencarian yang mengarah pada solusi yang akan diproses. Dengan begitu maka waktu pencarian dapat dihemat.

Langkah-langkah pencarian solusi dengan algoritma *backtracking* adalah sebagai berikut :

1. Solusi dicari dengan membentuk lintasan dari akar ke daun. Aturan yang dipakai adalah mengikuti metode pencarian mendalam (*DFS*). Simpul-simpul yang sudah dilahirkan dinamakan simpul hidup (*Life node*) dan simpul hidup yang sedang diperluas dinamakan simpul-E (*Expand node*). Simpul dinomori dari atas ke bawah sesuai kelahirannya.
2. Jika lintasan yang dibentuk dari perluasan tidak mengarah kepada solusi, maka simpul-E tersebut “dibunuh” sehingga menjadi simpul mati (*Dead node*). Simpul yang sudah mati tidak akan diperluas lagi.

3. Jika pembentukan lintasan terakhir berakhir dengan simpul mati, maka proses dilanjutkan dengan membangkitkan simpul anak (*Child node*) lainnya. Bila tidak ada lagi simpul anak yang dibangkitkan, maka pencarian solusi dilanjutkan dengan melakukan runut-balik (*backtracking*). ke simpul hidup yang terdekat (*Parent node*). Selanjutnya simpul ini menjadi simpul-E yang terbaru.
4. Pencarian dihentikan jika telah menemukan solusi atau tidak ada lagi simpul hidup untuk dirunut-balik (*backtracking*).

Untuk menerapkan algoritma *backtracking* digunakan property umum adalah sebagai berikut :

1. Solusi persoalan

Solusi dinyatakan sebagai vektor *n-tuple*:

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, x_i anggota himpunan berhingga S_i .

Mungkin saja $S_1 = S_2 = \dots = S_n$.

Contoh: $S_i = \{0, 1\}$

$S_i = 0$ atau 1

2. Fungsi pembangkit nilai x_k

Dinyatakan sebagai:

$T(k)$

$T(k)$ membangkitkan nilai untuk x_k , yang merupakan komponen vektor solusi

3. Fungsi Pembatas (fungsi kriteria)

Dinyatakan sebagai: $B(x_1, x_2, \dots, x_k)$

Fungsi pembatas menentukan apakah $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ mengarah ke solusi. Jika ya, maka pembangkitan nilai untuk x_{k+1} dilanjutkan, tetapi jika tidak, maka $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ dibuang dan tidak dipertimbangkan lagi dalam pencarian solusi.

2.6 Sistem Periodik Unsur

Penggolongan unsur yang paling mutakhir adalah sistem periodik modern. Sistem periodik disusun berdasarkan konfigurasi elektron unsur. Letak suatu unsur dalam sistem ini ditentukan oleh orbital yang terisi paling akhir (Elektron valensi). Unsur-unsur dalam sistem periodik dapat dikelompokkan dalam periode dan golongan. Pengelompokan secara horizontal disebut dengan periode yang terdiri dari 7 periode, sedangkan pengelompokan secara vertical disebut golongan yang terdiri dari 2 golongan yaitu A dan B.

Berikut ini adalah table sistem periodek modern :

Golongan																																			
		Simbol		47 Ag 107,9		Nomor atom												Massa atom		Gas Mulia															
Alkali		1		Alkali Tanah		Logam Transisi												18		VIII A															
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
IA		IIA		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIII		VIII		VIII		IB		IIB		IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		VIIIA	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
H		He		Li		Be		B		C		N		O		F		Ne		Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl		Ar	
1,0079		4,0026		6,941		9,0122		10,81		12,011		14,007		15,999		18,998		20,180		22,990		24,305		26,982		28,086		30,974		32,06		35,45		39,948	
K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		Kr	
39,098		40,08		44,956		47,88		50,942		51,996		54,938		55,847		58,933		58,71		63,546		65,38		69,723		72,64		74,922		78,96		79,904		83,80	
Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru		Rh		Pd		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe	
85,468		87,62		88,906		91,224		92,906		95,94		96,907		101,07		101,07		106,42		107,868		112,41		114,82		118,71		127,76		126,905		131,29			
Cs		Ba		*		Hf		Ta		W		Re		Os		Ir		Pt		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn	
132,905		137,33				178,49		180,95		183,85		186,21		190,20		192,22		195,09		196,97		200,59		204,37		207,19		208,98		210,0		209,99		222,02	
Fr		Ra		**		104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
223,02		226,03				Rf		Db		Sg		Bh		Hs		Mt		Ds		Rg		Uub		Uut		Uuq		Uup		Uuh		Uus		Uuo	

Gambar 2.1 Sistem Periodik Unsur (Sumber : Imam Rahayu, 2009:12)

Unsur-unsur golongan A disebut unsur-unsur representatif (unsur-unsur utama) yang terdiri dari 8 golongan yaitu IA – VIIIA. Unsur-unsur golongan B disebut unsur-unsur transisi yang terdiri dari 8 golongan yaitu IB – VIIIB. Setiap unsur menempati satu kotak tertentu sesuai dengan nomor atomnya. Dalam table satu kotak memuat informasi mengenai nomor atom, symbol dan nomor massa atom (Syukri S, 1999).

2.7 Ikatan Kimia Kovalen dan Ion

Ikatan kimia adalah sebuah proses fisika yang bertanggung jawab dalam interaksi gaya tarik menarik antar dua atom atau molekul yang menyebabkan suatu senyawa *diatomic* atau *poliatomik* menjadi stabil (wikipedia.org).

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai proses pembentukan ikatan kimia dan hal-hal yang berkaitan dengan pembentukan ikatan kimia

1. Peranan Elektron dalam Pembentukan Ikatan Kimia

Pada tahun 1916, gagasan mengenai ikatan kimia telah dikemukakan oleh kimiawan Amerika Lewis dan Langmuir dan kimiawan Jerman, Kossel. Teori yang dikembangkan dikenal dengan teori Lewis (Petrucchi, 1985) :

- a. Elektron-elektron terutama yang berada pada kulit terluar (elektron valensi) memainkan peran utama dalam pembentukan ikatan kimia.
- b. Dalam beberapa hal, pembentukan ikatan kimia terjadi karena adanya perpindahan satu atau lebih electron dari suatu atom ke atom yang lain. Hal ini mendorong terjadinya pembentukan isu positif dan negative dan terbentuknya suatu jenis ikatan yang disebut ikatan ion.
- c. Dalam hal lain, pembentukan ikatan kimia dapat terjadi dari pemakaian bersama pasangan electron di antara atom-atom.

Molekul yang dihasilkan ini mempunyai suatu jenis ikatan yang disebut ikatan kovalen.

- d. Perpindahan dan pemakaian bersama electron berlangsung sedemikian rupa sehingga setiap atom yang terlibat mendapat suatu electron yang mantab. Konfigurasi umumnya merupakan konfigurasi gas mulia yaitu dengan konfigurasi gas mulia 8 elektron pada kulit terluarnya yang disebut suatu octet.

Elektron pada kulit terluar dari konfigurasi elektron disebut dengan elektron valensi. Berdasarkan sifatnya unsur kimia dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu unsur logam, non logam dan gas mulia. Unsur gas mulia merupakan unsur yang paling stabil dikarenakan susunan elektronnya berjumlah 8 elektron di kulit terluar (kecuali helium dengan konfigurasi elektron penuh). Berikut ini adalah table unsur gas mulia

Tabel 2.1 Penjabaran Konfigurasi Elektron (Sumber : Kimia Kelas X : 39)

Unsur	Nomor Atom	K	L	M	N	O	P
He	2	2					
Ne	10	2	8				
Ar	18	2	8	8			
Kr	36	2	8	18	8		
Xe	54	2	8	18	18	8	
Rn	86	2	8	18	32	18	8

Unsur mencapai kestabilan dengan membentuk ikatan dengan unsur lain. Atom-atom dikatakan stabil apabila konfigurasi elektronnya sama dengan

konfigurasi gas mulia (VIIA) yang dinamakan *duplet* untuk konfigurasi electron terluarnya dua atau *octet* untuk konfigurasi electron terluarnya delapan. Struktur *Lewis* biasa digunakan untuk penggambaran susunan electron valensi suatu unsur (Petrucchi, 1985).

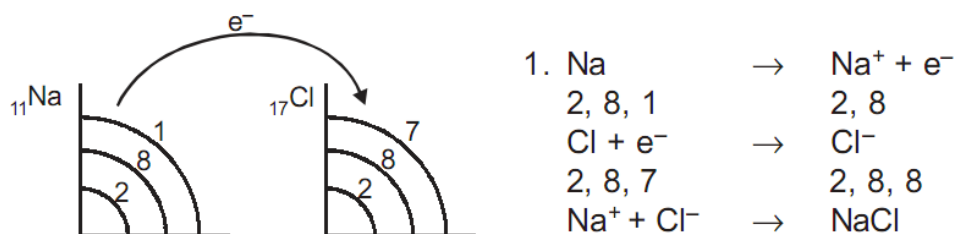
Berikut adalah contohnya :



Gambar 2.2 Struktur *Lewis* (Sumber : Imam Rahayu, 2009:38)

2. Pembentukan Ikatan Ion

Ikatan ion terbentuk karena adanya perpindahan elektron antara sebuah atom logam dengan atom bukan logam. Dalam perpindahan ini, atom logam menjadi ion yang bermuatan positif (*kation*) dan atom bukan non logam menjadi ion bermuatan negative (*anion*). Ikatan ion terbentuk antara atom yang melepaskan electron dengan atom yang menangkap elektron. Berikut adalah contoh terbentuknya ikatan (Ikatan Kimia SMA Jilid 1) :



Gambar 2.3 Ikatan Ion Na dan Cl (Sumber : Ikatan Kimia SMA Jilid 1:45)

Contoh di atas merupakan salah satu proses pembentukan ikatan kimia ion antara unsur Na dan Cl. Unsur Na yang memiliki elektron valensi 1 dan Cl memiliki elektron valensi 8. Unsur Na melepaskan 1 elektron valensinya untuk dipakai oleh Cl sehingga kedua unsur tersebut saling berikatan untuk membentuk konfigurasi yang stabil.

3. Pembentukan Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen terjadi karena pemakaian bersama pasangan elektron oleh atom-atom yang berikatan. Pasangan elektron yang dipakai bersama disebut pasangan elektron ikatan (PEI) dan pasangan elektron valensi yang tidak terlibat dalam pembentukan ikatan kovalen disebut pasangan elektron bebas (PEB). Ikatan kovalen umumnya terjadi antara atom-atom unsur non logam baik yang sejenis maupun yang berbeda jenis (Ikatan Kimia SMA Jilid 1).

Berdasarkan lambang *lewis* dapat dibuat struktur *lewis*. Struktur *lewis* adalah penggambaran ikatan kovalen yang menggunakan lambang titik *lewis* dimana PEI dinyatakan dengan satu garis atau sepasang titik yang diletakkan diantara kedua atom dan PEB dinyatakan dengan titik-titik pada masing-masing atom. Macam-macam ikatan kovalen antara lain (Ikatan Kimia SMA Jilid 1) :

1. Berdasarkan jumlah PEI :

a. Ikatan kovalen tunggal

Ikatan kovalen tunggal yaitu ikatan kovalen yang memiliki 1 pasang PEI, contoh :

H_2 , H_2O (konfigurasi elektron $\text{H} = 1$; $\text{O} = 2, 6$)

$\text{H} \times \text{H}$ atau $\text{H} - \text{H}$

$\text{H} \times \overset{\text{oo}}{\underset{\text{oo}}{\text{O}}} \times \text{H}$ atau $\text{H} - \text{O} - \text{H}$

Gambar 2.4 Ikatan Kovalen Tunggal

(Sumber : Ikatan Kimia SMA Jilid 1:48)

b. Ikatan kovalen rangkap dua

Ikatan kovalen rangkap dua yaitu ikatan kovalen yang memiliki 2 pasang PEI, contoh :

O_2 , CO_2 (konfigurasi elektron $\text{O} = 2, 6$; $\text{C} = 2, 4$)

$\overset{\text{oo}}{\underset{\text{oo}}{\text{O}}} \times \overset{\text{oo}}{\underset{\text{oo}}{\text{O}}}$ atau $\text{O} = \text{O}$

$\overset{\text{oo}}{\underset{\text{oo}}{\text{O}}} \times \overset{\text{oo}}{\underset{\text{oo}}{\text{C}}} \times \overset{\text{oo}}{\underset{\text{oo}}{\text{O}}}$ atau $\text{O} = \text{C} = \text{O}$

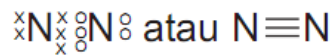
Gambar 2.5 Ikatan Kovalen Rangkap Dua

(Sumber : Ikatan Kimia SMA Jilid 1:48)

c. Ikatan kovalen rangkap tiga

Ikatan kovalen rangkap tiga yaitu ikatan kovalen yang memiliki 3 pasang PEI, contoh :

N_2 (Konfigurasi elektron N = 2, 5)



Gambar 2.6 Ikatan Kovalen Rangkap Tiga

(Sumber : Ikatan Kimia SMA Jilid 1:48)

2. Berdasarkan kepolaran ikatan, dibagi menjadi :

a. Ikatan kovalen polar

Ikatan kovalen polar adalah ikatan kovalen yang PEI-nya cenderung tertarik ke salah satu atom yang berikatan.

b. Ikatan kovalen nonpolar

Ikatan kovalen nonpolar yaitu ikatan kovalen yang PEI-nya tertarik sama kuat ke arah atom-atom yang berikatan.

2.8 Penelitian Terkait

1. Pada tahun 2013 penelitian oleh Annisa U Istighotsah, Imam Kuswardayan dan Dwi Sunaryono jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi ITS dalam jurnal penelitian berjudul Rancang Bangun “Chomical” : Game Tower Defense dengan Menerapkan Eksperimen Kimia Menggunakan Kerangka Kerja libGDX. Pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini mengaplikasikan konsep simulasi sebagai media pembelajaran untuk

bidang kimia. Aturan permainannya adalah dengan membuat peluru yang digunakan untuk mengalahkan musuh sehingga pemain bisa menemukan zat baru yang dapat digunakan untuk eksperimen selanjutnya. Pengembangan dilakukan dengan kerangka kerja libGDX dan menggunakan bahasa pemrograman java. Melalui pengujian fungsional didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik. Dalam game ini, jumlah simulasi yang digunakan masih terbatas sehingga pemain belum bisa memilih pilihan simulasi yang lebih variatif.

2. Pada tahun 2012 penelitian oleh Nelly Indriani Widiastuti dan Irwan Setiawan Jurusan Teknik Informatika FTIK UNIKOM dalam jurnal penelitian yang berjudul Membangun Game Edukasi Sejarah Walisongo. Penelitian ini mengangkat materi pelajaran mengenai sejarah walisongo yang diperkenalkan di kelas V sekolah dasar pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial. Menerapkan algoritma A* untuk menentukan jarak terpendek Non Playable Character terhadap player. Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah permainan dalam game edukasi ini dapat dijadikan alternative media pembelajaran sejarah walisongo dan game yang disajikan dapat membuat user lebih tertarik dalam mempelajari sejarah walisongo.

3. Pada tahun 2010 penelitian oleh Muhammad Ardhin Program Studi Teknik informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB dalam jurnal penelitian berjudul Implementasi Algoritma DFS untuk Pergerakan Ghost di Permainan Pac Man. Ghost yang merupakan salah satu elemen dalam game pac man pergerakannya diatur dengan menggunakan algoritma Depth-First-Search (DFS). Pergerakan ghost dimulai dengan melakukan kalkulasi untuk menemukan posisi pac man. Implementasi algoritma DFS dilakukan setelah ghost bergerak. Algoritma DFS digunakan untuk menentukan rute terbaik untuk mendekati pac man. Dengan menggunakan algoritma DFS maka ghost akan bergerak lebih cerdas dan permainan menjadi lebih menarik.
4. Penelitian oleh Matahari Bhakti Nendya dan R. Gunawan Santosa dari jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta serta Samuel Gandang Gunanto dari program studi Animasi Fakultas Seni Media Rekam Institut Seni Indonesia Yogyakarta berjudul Pemetaan Perilaku Non Playable Character pada Permainan Berbasis Role Playing Game Menggunakan Metode Finite State Machine. Keberhasilan player dalam game bertipe RPG sangat bergantung pada sistem peraturan yang telah ditentukan. Player dapat melakukan improvisasi asalkan sesuai dengan aturan yang sudah ditetapkan. Metode kecerdasan buatan Finite State Machine digunakan untuk memberikan kedinamisan respon dari NPC yang akan

membuat permainan lebih menarik dan membuat NPC seolah-olah berpikir. Dalam game ini tingkat kedinamisan respon dari NPC sangat bergantung pada bagaimana pola perancangan lingkungan pada game. Pengembangan metode Finite State Machine diharapkan dapat menghasilkan variasi respon NPC yang lebih saat berinteraksi dengan player.

5. Penelitian oleh Misbakhul Mustofin dan Hani Nurhayati Jurusan Teknik Informatika Fakultas Saintek UIN Maliki Malang dalam jurnal penelitian berjudul Aplikasi Permainan Sudoku Huruf Hijaiyah Menggunakan Algoritma Backtracking dan Mutiplicative CRNG sebagai Pembangkit dan Penyelesai Permainan. Permainan Sudoku adalah permainan teka teki angka dengan table berukuran 9x9 yang memiliki sembilan blok berukuran 3x3. Permainan ini bertujuan untuk mengisi setiap kotak dengan angka 1-9 dengan tidak ada perulangan angka dalam satu baris atau kolom. Dalam penyelesaian permainan sudoku digunakan algoritma backtracking dimana algoritma ini dapat menyelesaikan permasalahan yang memiliki banyak kemungkinan dengan mempertimbangkan kemungkinan yang mengarah kepada solusi sehingga mempercepat proses penyelesaian permainan. Algoritma Multiplicative CRNG adalah algoritma pembangkit bilangan secara acak yang baik karena tidak membangkitkan bilangan yang sama secara berturut-turut. Sudoku Hijaiyah ini dapat

diselesaikan dengan baik menggunakan perpaduan dari algoritma backtracking dan Multiplicative CRNG.



BAB III

ANALISA DAN PERANCANGAN

3.1 Analisa dan Perancangan Sistem

3.1.1 Keterangan Umum

Game yang dibangun ini berjenis *Single Player Games*. Materi kimia yang akan digunakan dalam game ini adalah sistem periodik unsur, ikatan kimia ion dan ikatan kovalen. Secara umum, *game* ini terbagi menjadi 3 *level* permainan dengan *setting* berbeda untuk tiap levelnya. Pemain dinyatakan menang apabila bisa menyelesaikan ketiga *level* yang ada. Berikut adalah penjelasan level-levelnya :

1. Pada *level* pertama, pemain harus mengumpulkan unsur yang terdapat pada tempat-tempat tertentu dalam batas waktu yang ditentukan.
2. Pada *level* kedua, pemain menyusun unsur-unsur kedalam tabel sistem periodik unsur sesuai dengan susunan yang benar
3. Pada *level* ketiga, pemain perlu memilih beberapa unsur untuk digunakan dalam pembentukan ikatan kimia.

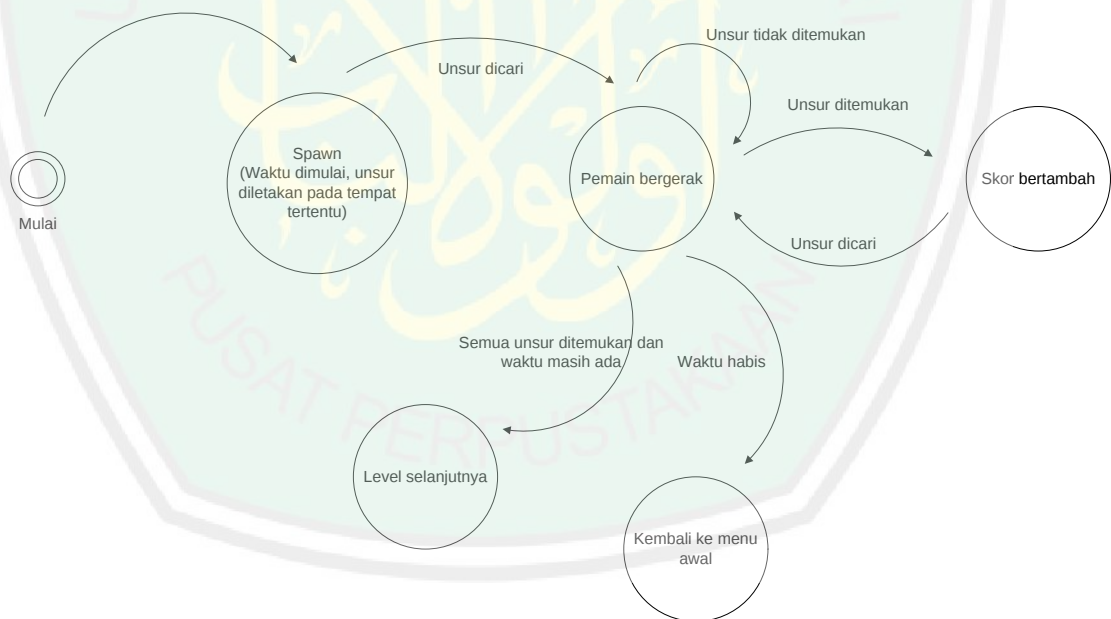
3.1.2 Perancangan Level Permainan

Terdapat 3 *level* dalam *game* ini. Berikut ini merupakan perancangan untuk tiap *level* permainannya.

1. Level 1

Pada *level* ini permainan dimulai dengan memulai waktu dan meletakkan unsur pada tempat-tempat tertentu secara acak. Pemain harus bergerak mencari unsur-unsur tersebut selama pemain belum menemukan unsur. Ketika unsur ditemukan skor akan bertambah. Pemain harus tetap mencari unsur sampai waktu habis. Saat semua unsur sudah ditemukan dan waktu masih ada maka pemain akan menuju pada *level* selanjutnya. Namun bila pemain kehabisan waktu maka pemain akan kembali ke menu awal.

Berikut adalah *Finite State Machine* level 1 :

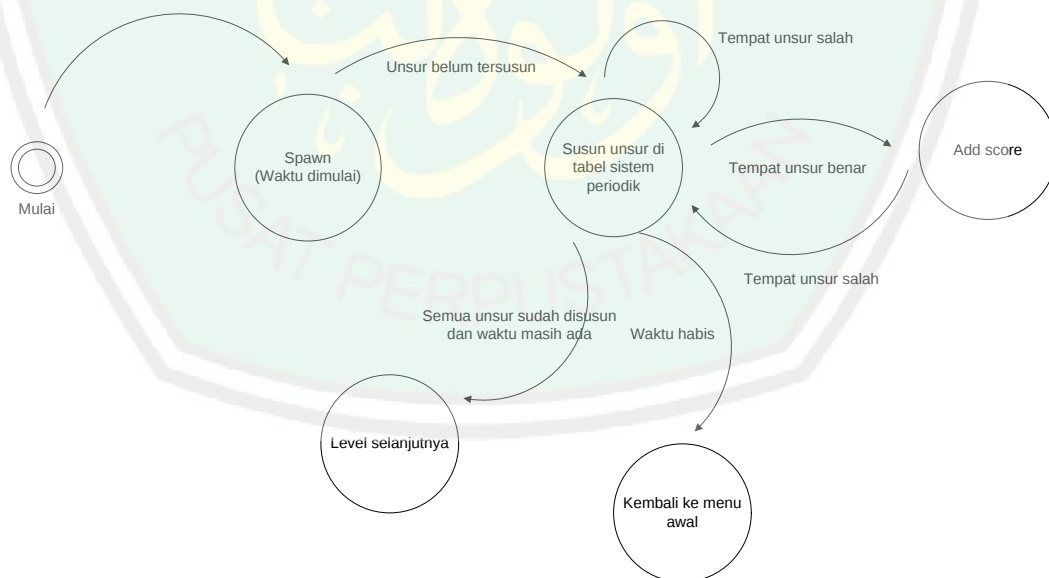


Gambar 3.1 *Finite State Machine* level 1

2. Level 2

Pada *level* ini, permainan dimulai dengan memulai waktu. Pemain harus menyusun unsur pada tabel sistem periodik sesuai dengan tempat/susunan yang benar. Jika pemain belum menempatkan unsur pada tempat yang benar maka pemain harus terus mencoba menyusun. Apabila pemain benar menempatkan unsur pada table sistem periodik, maka unsur tersebut akan tersimpan akan ditampilkan dalam tabel sistem periodik serta mendapatkan score. Saat semua unsur sudah tersusun dan waktu masih ada maka pemain akan menuju pada *level* selanjutnya. Namun bila pemain kehabisan waktu maka pemain akan kembali ke menu awal.

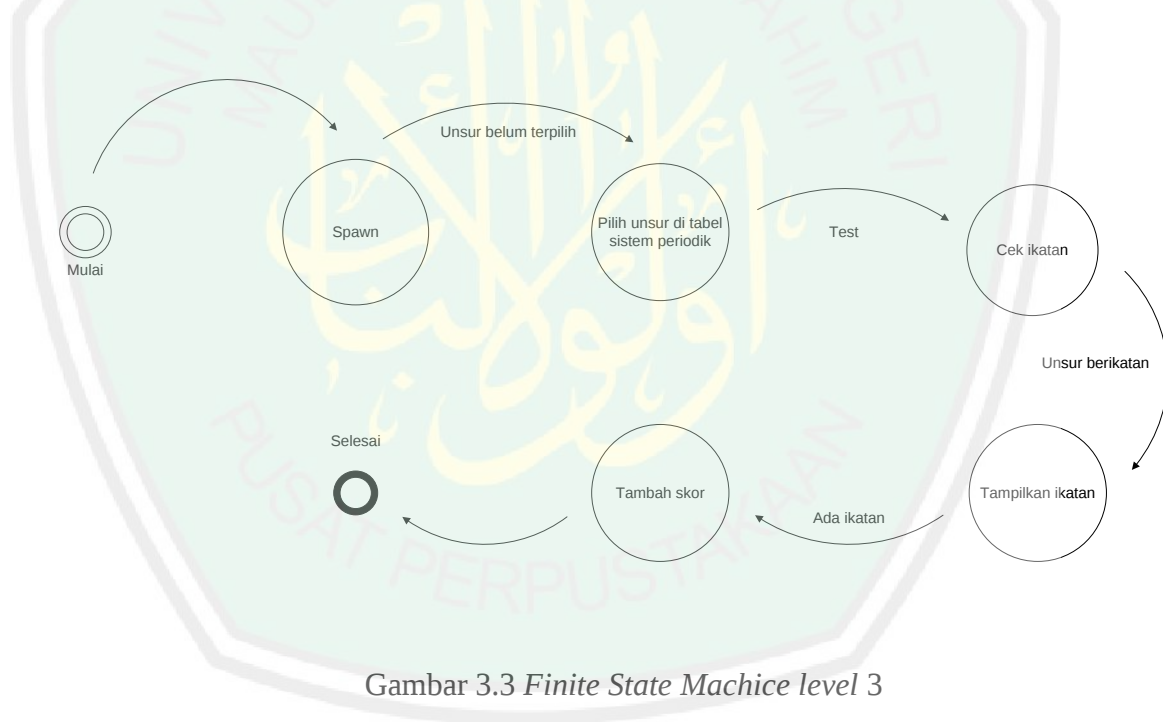
Berikut adalah *Finite State Machine* level 2 :



Gambar 3.2 *Finite State Machine* level 2

3. Level 3

Pada *level* terakhir ini, pemain harus memilih beberapa unsur pada table sistem periodik untuk selanjutnya dilakukan test pembentukan ikatan kimia. Kemudian pengecekan kemungkinan terbentuknya ikatan dilakukan dengan menggunakan algoritma *backtracking*. Apabila ada ikatan yang terbentuk, ikatan tersebut akan ditampilkan dan skor akan bertambah. Permainan selesai dengan menampilkan skor dan ikatan yang sudah terbentuk. Berikut adalah *Finite State Machine* level 3 :



Gambar 3.3 *Finite State Machine* level 3

3.1.3 Penampilan Umum Game

Secara umum *game* edukasi ini dibuat dengan dengan grafis 2D. Terdapat beberapa objek dalam *game* ini antara lain : *player*, latar (*background*), unsur kimia, tombol menu dan tombol navigasi. Selain itu

juga terdapat beberapa teks yang berisi keterangan *game* seperti : nama game, pesan, *panel* yang memuat skor dan waktu dll.

3.1.4 Deskripsi Karakter

a. Karakter *Player* (Pemain)

Model 2D dari karakter ini merupakan seekor panda. Karakter ini merupakan karakter yang akan dijalankan oleh pemain. Panda memiliki misi mengumpulkan unsur – unsur kimia di *level* 1.



Gambar 3.4 Karakter *Player* Panda

b. Unsur Kimia

Unsur kimia yang akan digunakan berjumlah 118 dan digunakan untuk *level* 1, *level* 2 dan *level* 3. Untuk tiap levelnya, unsur kimia memiliki peranan yang berbeda – beda antara lain :

1. *Level* 1 unsur akan dikumpulkan oleh pemain
2. *Level* 2 unsur akan disusun oleh pemain ke dalam table sistem periodic
3. *Level* 3 unsur akan dipilih oleh pemain yang akan digunakan untuk membentuk ikatan kimia.

H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th
Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs
Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo								

Gambar 3.5 Karakter Unsur Kimia Versi 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118								
Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo								

Gambar 3.6 Karakter Unsur Kimia Versi 2

3.2 Analisa dan Perancangan Algoritma *Backtracking*

Algoritma *Backtracking* dalam *game* edukasi kimia ini akan digunakan untuk mencari kombinasi unsur-unsur dalam himpunan yang dapat berikatan. Aturan yang akan digunakan untuk membatasi pencarian disesuaikan dengan aturan pembentukan ikatan kimia sebagai berikut :

1. Jumlah unsur dalam ikatan maksimal 2 unsur
2. Jumlah atom dalam ikatan genap dan lebih dari sama dengan 8
3. Unsur yang sama akan dihitung 1 unsur tetapi jumlah atom-atomnya akan tetap dijumlahkan.
4. Pencarian dilakukan dari unsur akar sampai unsur daun yang terakhir dengan melakukan beberapa pengecekan berikut :
 - a. Jika jumlah atom dalam ikatan sudah ada 2 dan jumlah atomnya genap dan lebih dari 8 maka ikatan tersebut akan disimpan dan pencarian akan dilanjutkan ke anak cabang tetangganya.
 - b. Jika jumlah unsur dalam ikatan sudah 2 dan jumlah atomnya ganjil atau kurang dari 8 maka cabang tersebut akan dibunuh (tidak diperluas) dan berpindah ke anak cabang tetangganya.

Untuk mengimplementasikan aturan di atas, maka digunakan algoritma backtracking untuk pencarian *Sum of Subsets*. Masalah dalam algoritma *Sum of Subsets* adalah jika terdapat himpunan bilangan *real* dan ingin dihitung semua kombinasi yang mungkin dari himpunan tersebut yang jumlah seluruh elemennya sama dengan jumlah tertentu. Berikut adalah *pseudocode* algoritma *Sum of Subsets* (Dini Sundani, 2014):

```

procedure subofsubset(s, k, r)
global integer M, n
global real w(1:n)

```

```

real r,s
integer k,j
x(k) = 1
if s+w(k) = M then
    print (x(j),j) ← 1 to k)
else
    if s+w(k)+w(k-1) <= M then
        call sumofsubset (s+w(k), k+1, r-w(k))
    endif
endif
if s+r-w(k) >= M and s + w(k-1) <= M then
    x(k) ← 0
    call sumofsubset (s, k+1, r-w(k))
endif
end subofsubset

```

3.3 Analisa dan Perancangan Aplikasi *Game*

Untuk mempermudah pembuatan *game* ini, maka dibuat beberapa antarmuka dan kebutuhan sistem berikut ini :

3.3.1 Antarmuka *Game*

Berikut adalah rancangan setiap antarmuka yang ada dalam *game* :

a. *Splash Screen*

Pada awal menjalankan aplikasi *game*, akan muncul *splash screen* yang berisi logo dari aplikasi *game*.



Gambar 3.7 Antarmuka *Splash Screen*

b. *Menu Scene*



Gambar 3.8 Antarmuka *Menu Scene*

Tombol menu yang ada dalam game ini antara lain:

1. Tombol *Play*, merupakan tombol untuk memulai permainan. Ketika tombol di klik maka akan masuk ke *game scene*.

2. Tombol *About*, merupakan tombol yang berfungsi memanggil layar about scene yang berisi informasi *game*.
3. Tombol *Exit*, merupakan tombol yang digunakan untuk keluar dari aplikasi *game*.

c. *About Scene*

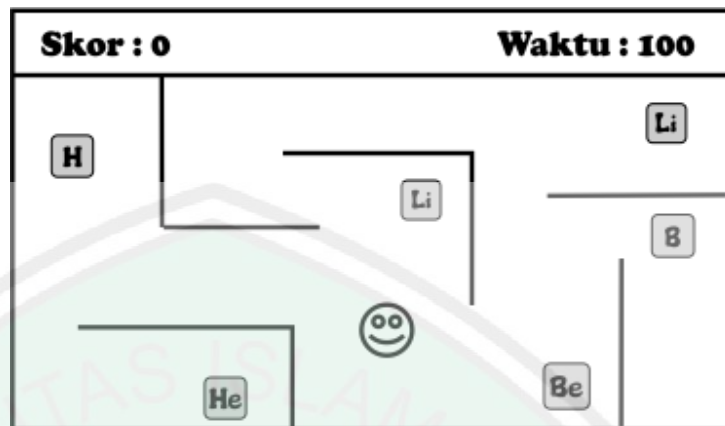
Layar ini berisi informasi mengenai *game* yaitu tentang cara bermain dan pembuat *game*.



Gambar 3.9 Antarmuka *About Scene*

d. *Game Scene Level 1*

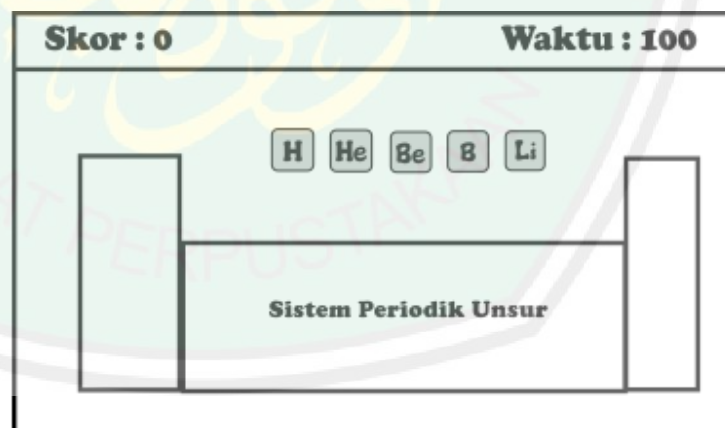
Perancangan antar muka untuk *level* ini terdiri dari *panel* skor dan waktu, peta permainan, unsur dan pemain.



Gambar 3.10 Antarmuka *Game Scene Level 1*

e. *Game Scene Level 2*

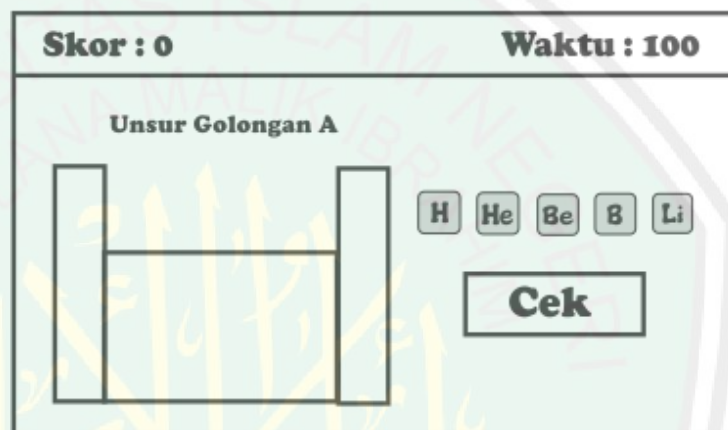
Perancangan antar muka dari *level 2* ini terdiri dari *panel skor* dan waktu, unsur yang akan disusun dan *table sistem periodik* unsur.



Gambar 3.11 Antarmuka *Game Scene Level 2*

f. *Game Scene Level 3*

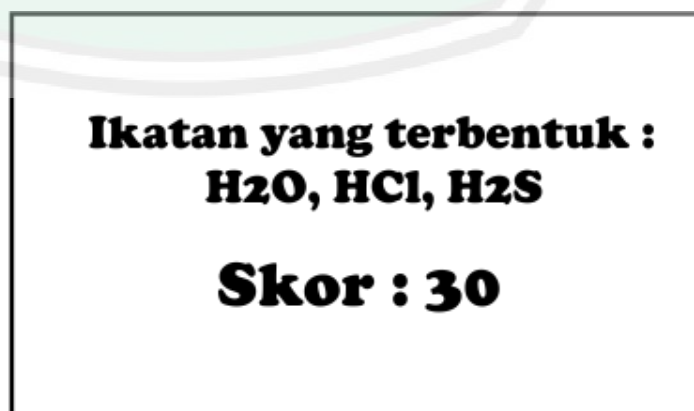
Perancangan antar muka dari *level 3* ini terdiri dari *panel* skor dan waktu, tabel sistem periodik unsur golongan A, unsur yang dipilih untuk pembentukan ikatan kimia dan tombol cek.



Gambar 3.12 Antarmuka *Game Scene Level 3*

g. Tampilan Ikatan Kimia dan Skor

Ikatan yang sudah terbentuk akan dimunculkan beserta skor yang diperoleh pemain.



Gambar 3.13 Antarmuka Skor dan Ikatan yang Terbentuk

3.3.2 Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem meliputi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk pembuatan dan pengoperasian aplikasi game.

a. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan pada proses pembuatan game ini adalah sebagai berikut :

1. Processor Core i3
2. RAM (Random Acces Memory) 2GB
3. Harddisk 500 GB
4. LCD resolusi 1388 x 768
5. Keyboard
6. Mouse
7. Speaker
8. Mobile phone Android minimum versi 2.2

b. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

1. JDK (*Java Development Kit*), digunakan untuk dapat melakukan kompilasi aplikasi *Android*. Versi yang digunakan *Sun Java SE* versi 1.7 atau versi di atasnya.

2. ADT (*Android Development Tools*), plugin tambahan untuk Eclipse yang dibutuhkan untuk membuat aplikasi Android.
3. *Inkscape*, adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat desain grafis pada game
4. *AndEngine*, adalah salah satu engine untuk membuat game.



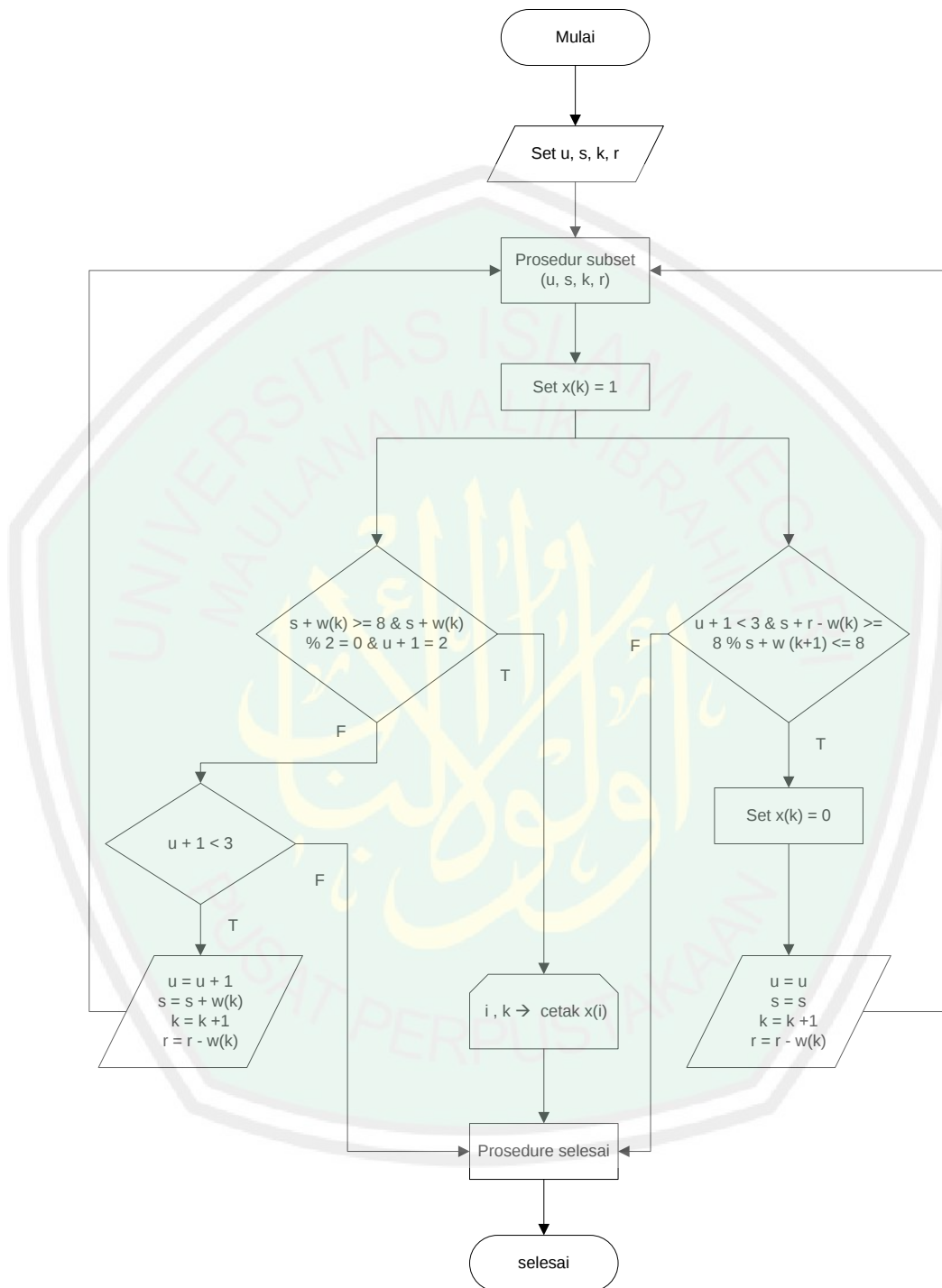
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dipaparkan tentang implementasi dari analisa dan perancangan aplikasi *game* yang sudah dibuat serta melakukan uji coba terhadap aplikasi *game* untuk mengetahui hasil dari implementasi metode *backtracking*, implementasi aplikasi *game*, pengujian algoritma *backtracking* dan pengujian aplikasigame.

4.1 Implementasi Algoritma *Backtracking*

Algoritma *backtracking* diimplementasikan pada level 3 aplikasi *game* ini. Untuk mengimplementasikan algoritma *backtracking*, dibuat method-method dalam *source code* untuk level 3. Unsur yang digunakan dalam pencarian ada 5, unsur tersebut dipilih oleh *player* dan algoritma *backtracking* digunakan untuk mengecek kelima unsur tersebut apakah ada ikatan yang terbentuk. Dalam analisa dan perancangan algoritma *backtracking* sudah dijelaskan aturan pembentukan ikatan dan penggunaan Algoritma *Sum of Subsets* untuk melakukan pengecekan dengan menyesuaikan aturan pembentukan ikatan. Aturan tersebut tersebut kemudian diimplementasikan dalam *flowchart* berikut ini :



Gambar 4.1 Flowchart Algoritma Backtracking

Dalam *flowchart* diatas, dibuat beberapa variabel yang digunakan dalam pencarian. Variabel ini memuat himpunan atom unsur (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5), himpunan solusi (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), jumlah unsur dalam ikatan (u), jumlah atom dalam ikatan (a), posisi cabang (k) dan jumlah seluruh atom dalam himpunan (r). *Pseudocode* algoritmanya adalah sebagai berikut :

1. Prosedur subset (u, s, k, r)
2. Set $x(k) = 1$
3. Jika $(s + w(k) \geq 8 \text{ dan } s + w(k) = \text{genap} \text{ dan } u + 1 = 2)$
Maka *looping* (i, k) $\rightarrow$ cetak ($x(i)$)
Jika $(u + 1 < 3)$
Maka jalankan prosedur subset ($u + 1, s + w(k), r - w(k)$)
4. Jika $(u + 1 < 3 \text{ dan } s + r - w(k) \geq 8 \text{ dan } s + w(k-1) \leq 8 \text{ atau } u + 1 < 3 \text{ dan } s + r - w(k) \geq 10 \text{ dan } s + w(k-1) \leq 1)$
Maka set $x(k) = 0$ dan jalankan prosedur subset ($u, s, r - w(k)$)

Pseudocode di atas kemudian diterapkan dalam source code aplikasi, dan menghasilkan beberapa *method* yang diproses dalam aplikasi game yang menggunakan algoritma *Backtracking* antara lain :

Tabel 4.1 Penjelasan *Method* Implementasi Algoritma *Backtracking*

No	Method	Keterangan
1.	<code>Public void proses()</code>	Merupakan <i>method</i> yang digunakan untuk menentukan <i>array</i> yang berisi nomor atom, evektron valensi dan nama unsur yang akan dicari ikatannya. Dalam <i>method</i> ini sekaligus akan memproses semua <i>method</i> yang akan digunakan untuk pencarian dengan Algoritma <i>Backtracking</i>
2.	<code>Private void subset(int u, int s, int k, int r)</code>	<i>Method</i> ini merupakan <i>method</i> pengecekan ikatan kimia dengan <i>Backtracking</i> . Terdapat 4 variabel yang digunakan untuk pengecekan yaitu jumlah unsur dalam ikatan (u), jumlah atom dalam ikatan (a), posisi cabang (k) dan jumlah seluruh atom dalam himpunan (r).
3.	<code>Public void subset()</code>	<i>Method</i> ini digunakan untuk merubah hasil pecarian dengan <i>backtracking</i> untuk dijadikan tulisan lambang unsur sesuai dengan ikatan yang terbentuk.

4.2 Implementasi Aplikasi

Berikut adalah hasil implementasi aplikasi *game* yang selesai dibuat dan dijalankan pada perangkat mobile berbasis android serta penjelasan mengenai setiap tampilan yang terdapat pada aplikasi *game*.

Ketika aplikasi dijalankan, maka pertama kali akan muncul *splash screen* yang berisi informasi nama *game*. *Splash screen* ini akan muncul selama 3 detik dan kemudian dilanjutkan dengan memunculkan menu utama.



Gambar 4.2 *Splash Screen*



Gambar 4.3 *Menu Screen*

Menu utama menampilkan menu-menu yang dapat dipilih oleh pemain.

Menu tersebut antara lain :

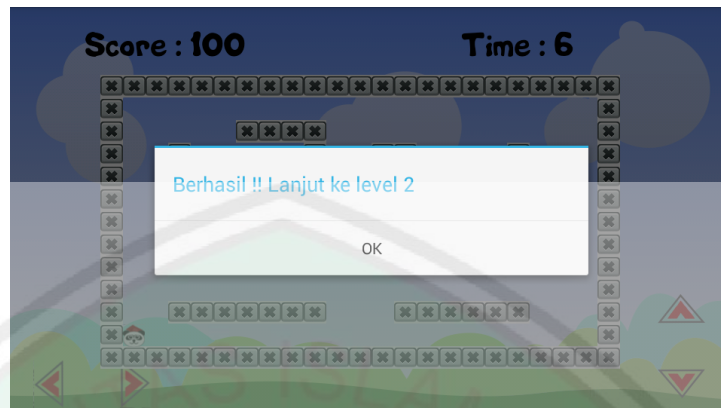
1. Play

Ketika pemain menekan tombol *play* maka pemain akan dihadapkan pada *game scene level 1*.



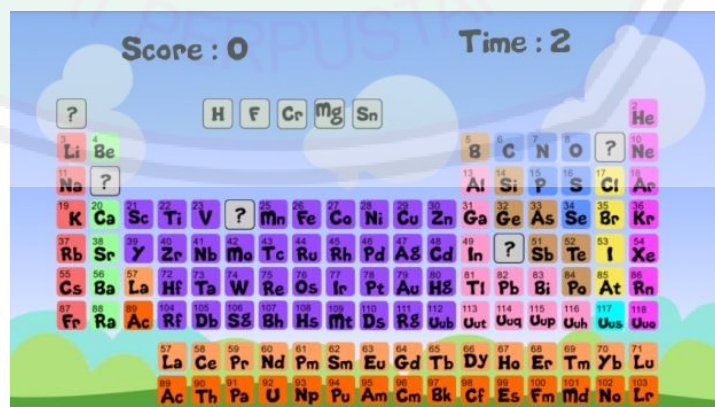
Gambar 4.4 Game Scene Level 1

Pada *level* ini pemain harus mengumpulkan seluruh unsur yang ada dalam permainan sebelum waktu habis. Saat pemain bisa mengumpulkan semua unsur maka pemain bisa melanjutkan ke *level 2*, namun bila pemain gagal mengumpulkan semua unsur dan kehabisan waktu maka pemain harus kembali ke menu utama.

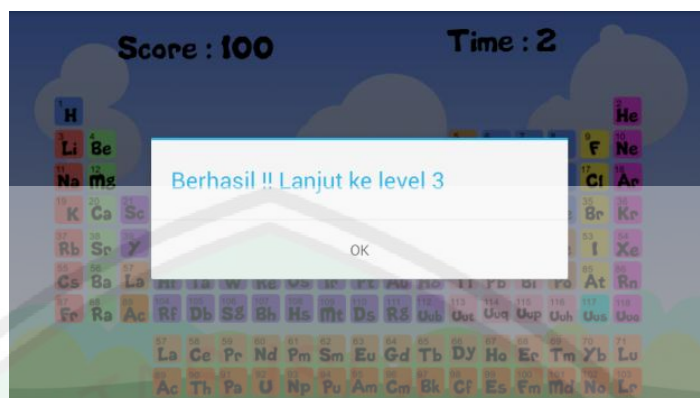


Gambar 4.5 Informasi Berhasil Level 1

Saat pemain bisa menyelesaikan level 1, maka pemain akan dibawa menuju level 2. Pada *level* ini pemain harus menyusun unsur yang belum tersusun ke dalam sistem periodik sebelum waktu habis. Apabila pemain bisa menyelesaikan susunan sebelum waktu habis maka pemain bisa melanjutkan ke *level* 3, namun bila pemain gagal menyusun semua unsur dan kehabisan waktu maka pemain harus kembali ke menu utama.



Gambar 4.6 Game Scene Level 2

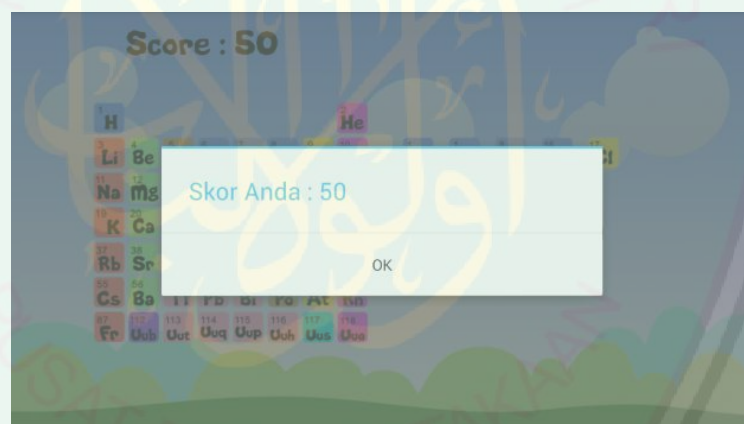
Gambar 4.7 Informasi Berhasil *Level 2*

Setelah menyelesaikan *level 2*, pemain akan melanjutkan ke *level 3* yang merupakan *level* terakhir. Pada *level* ini pemain harus memilih 5 unsur kimia yang ada dalam sistem periodik unsur golongan A. Setelah memilih 5 unsur maka pemain hanya perlu menekan tombol cek dan akan muncul hasil dari pengecekan ikatan kimia. Apabila ada ikatan yang terbentuk maka akan ditampilkan ikatan-ikatannya dan skornya, namun bila tidak ada ikatan maka akan ada pemberitahuan bahwa unsur yang yang dipilih tidak memiliki ikatan.

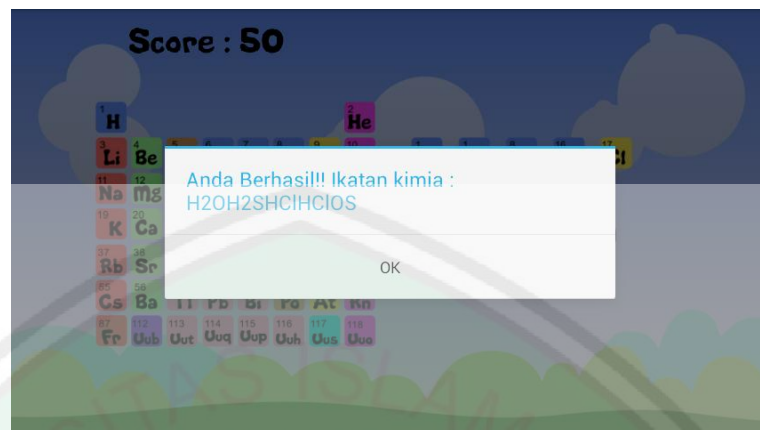
Gambar 4.8 *Game Scene Level 3*



Gambar 4.9 Game Scene Level 3 (Memilih Unsur)



Gambar 4.10 Skor Level 3



Gambar 4.11 Ikatan yang Terbentuk

Setelah menyelesaikan ketiga *level* maka pemain akan kembali ke menu awal.

2. *About*

Ketika tombol *About* ditekan, maka akan menuju ke halaman *About* yang berisi informasi tentang *game*, cara bermain dan profil pembuat *game*.



Gambar 4.12 *About Scene*

3. *Exit*

Apabila pemain ingin keluar dari aplikasi *game*, maka dapat memilih tombol *Exit*.

4.3 Pengujian Algoritma *Backtracking*

Dalam *source code* implementasi *backtracking* ada beberapa variabel yang digunakan yaitu jumlah unsur dalam ikatan (*u*), jumlah atom dalam ikatan (*a*), posisi cabang (*k*) dan jumlah seluruh atom dalam himpunan (*r*).

Pengujian terhadap algoritma *backtracking* didalam game dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan *source code backtracking* yang sudah dibuat. Berikut ini akan dijelaskan hasil pengujian dari algoritma *backtracking*.

1. Pengujian Pertama

Pengujian pertama dilakukan dengan memilih kelima unsur yang berbeda yaitu unsur Li, Mg, Al, F, Br. Sebelumnya telah dilakukan penghitungan manual untuk menentukan ikatan yang terbentuk dari unsur-unsur tersebut. Kemudian unsur tersebut diujikan kedalam sistem dan hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pertama Algoritma *Backtracking*

Inputan Unsur	Perhitungan Manual	Perhitungan Sistem
		(u, s, k, r)
Li (1), Mg(2), Al(3), F(7), Br(7)	1. Li(1) + F(7) = 8	(0, 0, 1, 20)
	2. Li(1) + Br(7) = 8	(1, 1, 2, 19)
	3. Al(3) + F(7) = 10	(2, 3, 3, 17)
	4. Al(3) + Br(7) = 10	(1, 1, 3, 17)
	5. F(7) + Br(7) = 14	(2, 4, 4, 14)
		(1, 1, 4, 14)
		(2, 8, 5, 7)
		(1, 1, 5, 7)
		(2, 8, 6, 0)
		(0, 0, 2, 19)
		(1, 2, 3, 17)
		(2, 5, 4, 14)
		(1, 2, 4, 14)
		(2, 9, 5, 7)
		(0, 0, 3, 17)
		(1, 3, 4, 14)
		(2, 10, 5, 7)
		(1, 3, 5, 7)
		(2, 10, 6, 0)

Inputan Unsur	Perhitungan Manual	Perhitungan Sistem (u, s, k, r)
		(0, 0, 4, 14) (1, 7, 5, 7) (2, 14, 6, 0)
Output	1. LiF 2. LiBr 3. AlF 4. AlBr 5. FBr	1. LiF 2. LiBr 3. AlF 4. AlBr 5. FBr

Berdasarkan table di atas, pengecekan ikatan kimia secara manual menghasilkan 5 ikatan yang sama antara perhitungan manual dengan perhitungan sistem.

2. Pengujian Kedua

Pengujian kedua dilakukan dengan memilih 2 unsur yang sama dan 3 unsur berbeda yaitu unsur H, H, O, S, Cl. Sebelumnya telah dilakukan penghitungan manual untuk menentukan ikatan yang terbentuk dari unsur-unsur tersebut. Kemudian unsur tersebut diujikan kedalam sistem dan hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kedua Algoritma *Backtracking*

Inputan Unsur	Perhitungan Manual	Perhitungan Sistem
		(u, s, k, r)
H(1), H(1), O(6), S(6), Cl(7)	1. $H(1) + H(1) + O(6) = 8$	(0, 0, 1, 21)
	2. $H(1) + H(1) + S(6) = 8$	(1, 1, 2, 20)
	3. $H(1) + Cl(7) = 8$	(1, 2, 3, 19)
	4. $H(1) + Cl(7) = 8$	(2, 8, 4, 13)
	5. $O(6) + S(6) = 12$	(1, 2, 4, 13)
		(2, 8, 5, 7)
		(1, 1, 3, 19)
		(2, 7, 4, 13)
		(1, 1, 4, 13)
		(2, 7, 5, 7)
		(1, 1, 5, 7)
		(2, 8, 6, 0)
		(0, 0, 2, 20)
		(1, 1, 3, 19)
		(2, 7, 4, 13)
		(1, 1, 4, 13)
		(2, 8, 5, 7)

Inputan Unsur	Perhitungan Manual	Perhitungan Sistem (u, s, k, r)
		(1, 1, 5, 7) (2, 8, 6, 0) (0, 0, 3, 19) (1, 6, 4, 13) (2, 12, 5, 7) (0, 0, 4, 13) (1, 6, 5, 7) (2, 13, 6, 0)
Output	1. H ₂ O 2. H ₂ S 3. HCl 4. HCl 5. SO	1. H ₂ O 2. H ₂ S 3. HCl 4. HCl 5. OS

Berdasarkan table di atas, pengecekan ikatan kimia secara manual menghasilkan 5 ikatan yang sama, namun ada satu ikatan yang tidak sesuai dengan penamaan ikatan yaitu antara unsur

Dari kedua pengujian yang dilakukan dapat dilihat prosentase kecocokan jumlah ikatan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Prosentase Kecocokan Ikatan yang Terbentuk

No	Unsur	Manual	Backtracking	%
1	Li, Mg, Al, F, Be	5 ikatan	5 ikatan	$(5/5) \times 100 = 100 \%$
2	H, H, O, S, Cl	5 ikatan	4 ikatan	$(4/5) \times 100 = 80 \%$
Jumlah rata-rata kecocokan				$(100 + 80) / 2 = 90 \%$

Dalam tabel diatas diperoleh hasil 90 % kecocokan ikatan yang sama antara perhitungan manual dengan perhitungan algoritma backtracking. Pada pengujian pertama diperoleh 5 ikatan untuk perhitungan manual dan 5 ikatan untuk perhitungan algoritma backtracking yang sama. Pada pengujian kedua diperoleh 5 ikatan untuk perhitungan manual dan 4 ikatan untuk perhitungan algoritma backtracking yang sama. Perbedaan pada pengujian kedua terletak pada 1 ikatan yang aturan penamaannya tidak sesuai yaitu SO untuk perhitungan manual dan OS untuk perhitungan algoritma backtracking.

4.4 Pengujian Aplikasi

Berikut akan dipaparkan tentang hasil pengujian dari aplikasi *game* pada beberapa *smartphone* dengan spesifikasi berbeda.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Aplikasi

No	Merk	Versi	Layar	CPU	RAM	Keterangan
		Android				
1.	Sony Xperia J	v4.0.4 (Ice Cream Sandwich)	480 x 854 pixels, 4.0 inches	1 GHz Cortex- A5	512 MB RAM	Sistem berjalan dengan baik, semua tombol berfungsi, tampilan baik.
2.	Sony Xperia Miro	v4.0 (Ice Cream Sandwich)	320 x 480 pixels, 3.5 inches	800 MHz Cortex- A5	512 MB RAM	Sistem berjalan dengan baik, semua tombol berfungsi, tampilan layar terpotong (tidak full screen).

No	Merk	Versi Android	Layar	CPU	RAM	Keterangan
3.	Smartfren Andromax C	v4.1 (Jelly Bean)	480 x 800 pixels, 4.0 inches	Dual Core 1 GHz ARMv7	512 MB RAM	Sistem berjalan dengan baik, beberapa tombol tidak berfungsi dengan baik, tampilan layar terpotong (tidak <i>full screen</i>).
4.	Evercoss A7S	v4.0 (Ice Cream Sandwich)	540 x 960 pixels, 4.5 inches	Dual Core 1 GHz	512 MB RAM	Sistem berjalan dengan baik, beberapa tombol tidak berfungsi dengan baik, tampilan baik.

No	Merk	Versi Android	Layar	CPU	RAM	Keterangan
5.	Samsung Galaxy Ace 3	v4.2 (Jelly Bean)	480 x 800 pixels, 4.0 inches	Dual Core 1 GHz Cortex- A9	1 GB RAM	Sistem berjalan dengan baik, semua tombol berfungsi, tampilan layar terpotong (tidak <i>full</i> <i>screen</i>).
6.	LG Optimus G Pro Lite	v4.1.2 (Jelly Bean)	540 x 960 pixels, 5.5 inches	Dual- core 1 GHz Cortex- A9	1 GB RAM	Sistem berjalan dengan baik, semua tombol berfungsi, tampilan baik.

Dari 6 kali pengujian dapat diketahui jumlah prosentasenya sebagai berikut :

Tabel 4.6 Prosentase Hasil Pengujian Aplikasi

No	Jenis Pengujian	Baik		Kurang Baik	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Sistem	6	$(6/6) \times 100 = 100 \%$	0	$(0/6) \times 100 = 0 \%$
2	Tombol	4	$(4/6) \times 100 = 66,6 \%$	2	$(2/6) \times 100 = 33,34 \%$
3	Tampilan	3	$(3/6) \times 100 = 50 \%$	3	$(3/6) \times 100 = 50 \%$

Dalam tabel di atas diperoleh hasil 100 % sistem dapat berjalan dengan baik. Pada pengujian tombol diperoleh hasil 66,6 % tombol dapat berjalan dengan baik, dalam tabel 4.5 dapat dilihat bahwa tombol dapat berjalan dengan baik pada CPU bertipe Cortex. Sementara pada pengujian tampilan diperoleh hasil 50 % tampilan dapat berjalan dengan baik, dalam tabel 4.5 dapat dilihat bahwa tampilan dapat berjalan dengan baik pada layar dengan resolusi diatas 480 x 854 pixels.

4.5 Integrasi Dalam Islam

Segala sesuatu yang ada di alam semesta ini adalah ciptaan Allah SWT. Manusia dianugerahi akal dan pikiran untuk mempelajari dan memahami semua ciptaan-Nya. Al Qur'an sebagai petunjuk bagi umat manusia yang membawa berita gembira berupa pemecahan masalah yang dihadapi manusia untuk keadaan masa lalu, keadaan saat ini maupun untuk keadaan masa depan, juga sarat dengan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dibutuhkan oleh umat manusia. Ilmu pengetahuan dan teknologi yang terdapat dalam Al Qur'an ada yang mudah dipahami langsung oleh pembacanya dan ada juga yang memerlukan pemikiran dan pengembangan serta perenungan lebih lanjut untuk dapat dipahami (Wisnu A. Wardhana, 2004).

Allah berfirman dalam Alqur'an Surat As-Shaad ayat 29 :

كُنْ أَنْزَلْنَاهُ إِلَيْكَ مُبْرَكٌ لِّيَدَّبَّرُوا آيَاتِهِ وَلِيَتَذَكَّرَ أُولُوا
الْأَلْبَابِ ﴿٢٩﴾

Artinya :

“Inilah kitab yang Kami turunkan kepadamu yang penuh berkah supaya mereka memikirkan ayat-ayatnya dan supaya orang-orang yang mempunyai pikiran mendapatkan pelajaran.”

Ayat diatas memerintahkan manusia untuk memahami dan memikirkan ayat-ayat dalam Al-qur'an agar manusia bisa mendapatkan pelajaran (ilmu). Pelajaran atau ilmu dapat diperoleh manakala manusia mau menggunakan akal nya atau pikirannya dalam menafsirkan ayat-ayat suci Al Qur'an (Wisnu A. Wardhana, 2004).

Dalam ilmu kimia, unsur merupakan dasar dalam setiap jenis materi di alam semesta ini. Para ilmuan menemukan unsur-unsur kimia di alam melalui pemikiran mereka. Unsur-unsur kimia tersebut kemudian disusun dalam sistem periodik unsur agar memudahkan orang untuk mengetahui sifat dari unsur-unsur tersebut

Dalam salah satu ayat disurat Al-Hadiid yaitu ayat ke 25, Allah berfirman:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ
وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ
شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ
قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾

Artinya :

“Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah kami turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa.”

Menurut Kitab Tafsir *Jalalain* karangan Jalaluddin As-Suyuthi dan Jalaluddin Ibnu Ahmad Al-Mahally besi dalam ayat diatas diartikan sebagai “barang-barang tambang”. Ada berbagai macam barang tambang yang ditemukan di alam ini seperti besi, emas, aluminium, magnesium dan lain-lain. Barang tambang tersebut sekarang menjadi barang yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Barang-barang tambang tersebut merupakan beberapa unsur yang telah ditemukan oleh para ilmuwan yang mau berfikir. Sesungguhnya Allah tidak membutuhkan pertolongan, namun pertolongan Allah pasti akan dirasakan sendiri manfaatnya oleh manusia. Sehingga apa yang sudah dikerjakan oleh para ilmuwan, saat ini sudah dirasakan sendiri manfaatnya oleh semua orang.

Melalui *game* edukasi kimia ini, para pengguna diharapkan bisa memahami materi kimia terutama mengenai unsur yang tersusun dalam sistem periodic dan ikatan kimia. Dengan mempelajari ilmu kimia dalam

game maka para pengguna juga diajak untuk berfikir dan mengamalkan perintah Allah untuk selalu belajar agar manusia dapat menemukan rahasia-rahasia alam semesta ciptaan-Nya yang difirmankan dalam ayat-ayat Al-qur'an.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang sudah dipaparkan, maka dapat disimpulkan bahwa akurasi implementasi algoritma *backtracking* menghasilkan 90 % kecocokan ikatan yang sama dari perhitungan *manual* dan pengecekan dengan algoritma *backtracking* dalam pengujian yang dilakukan sebanyak 2 kali, namun ada ikatan yang tidak sesuai dengan aturan penamaan ikatan. Perbedaan pada pengujian kedua terletak pada 1 ikatan yang aturan penamaannya tidak sesuai yaitu SO untuk perhitungan manual dan OS untuk perhitungan algoritma *backtracking*.

Pada pengujian aplikasi *game* dapat diketahui bahwa dari 6 kali pengujian, hasil pengujian sistem dapat berjalan dengan baik sebanyak 100%, hasil pengujian tombol berfungsi dengan baik sebanyak 66,6% dan hasil pengujian tampilan berjalan dengan baik sebanyak 50%. Tombol dapat berjalan dengan baik pada CPU bertipe Cortex. Sementara tampilan dapat berjalan dengan baik pada layar dengan resolusi diatas 480 x 854 pixels.

5.2 Saran

Dalam pengembangan aplikasi ini tentunya masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memberikan beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan dalam penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Membuat tampilan dalam aplikasi *game* ini menjadi lebih menarik serta mengatasi beberapa masalah dalam hal tampilan dan resolusi layar.
2. Menambahkan fitur *music* dan *sound* pada aplikasi *game* yang sesuai dengan tema edukasi.
3. Memperbaiki aturan penamaan ikatan kimia yang tidak sesuai dan masih salah serta menambahkan keterangan jenis ikatan yang terbentuk.
4. Menambahkan algoritma pengacakan untuk unsur kimia agar permainan menjadi semakin menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Mahali, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin As Suyuthi. 2010. *Terjemahan Tafsir Jalalain (terjemah oleh Najib Junaidi, Lc)*. Surabaya : Percetakan Fithrah
- Al Qur'an dan Terjemahannya. *Kitab Suci Al-Qur'an Departemen Agama Republik Indonesia*. Surabaya : Al-Hidayah
- Munir, Rinaldi. 2005. *Diklat Stategi Algoritmik*. Teknik Informatika : ITB
- Murya, Yosef. 2013. *Pemrograman Android Black Box*. Jakarta : Jasakom
- Petrucci, Ralph H. 1985. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Edisi Keempat Jilid 1*. Inggris : Collier Macmillan, Inc. Alih bahasa oleh : Suminar. Jakarta : Erlangga.
- Rahayu, Imam. 2009. *Praktis Belajar Kimia untuk Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional
- S, Syukri. 1999. *Kimia Dasar Jilid 1*. Bandung : ITB
- Wahana Komputer. 2003. *Pemrograman Java*. Jakarta : Salemba Infotek
- Wardhana, Wisnu Arya. 2004. *Al Qur'an dan Energi Nuklir*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Ardhin , Muhammad. 2010. *Implementasi Algoritma DFS untuk Pergerakan Ghost di Permainan Pac Man*. Program Studi Teknik informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB.
- Bhakti Nendya Matahari, Santosa R. Gunawan dan Gandang Gunanto Samuel. *Pemetaan Perilaku Non Playable Character pada Permainan Berbasis Role Playing Game Menggunakan Metode Finite State Machine*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta dan Program studi Animasi Fakultas Seni Media Rekam Institut Seni Indonesia Yogyakarta. Pdf didownload pada tanggal 11 Januari 2014
- Derrick H. Lehmer. 1957. *Combinatorial Problems with Digital Computers*. Toronto : University of Toronto Press
- Hurd, Daniel dan Jenuings, Erin. 2009. *Standardized Educational Games Ratings : Suggested Criteria*. Karya Tulis Ilmiah

Ikatan Kimia SMA Jilid 1. Pdf didownload dari <http://www.arsipegianto.tripod.com> pada tanggal 11 Januari 2014.

Indriani Widiastuti Nelly, Setiawan Irwan. 2012. *Membangun Game Edukasi Sejarah Walisongo*. Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA) Volume. 1 Nomor. 2, Bulan Oktober 2012 – ISSN : 2089-9033. Pdf didownload pada tanggal 11 Januari 2014

Kimia Kelas X. Pdf didownload pada tanggal 11 Januari 2014

Mustofin Misbakhul, Nurhayati Hani. *Aplikasi Permainan Sudoku Huruf Hijaiyah Menggunakan Algoritma Backtracking dan Mutiplicative CRNG sebagai Pembangkit dan Penyelesai Permainan*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Saintek UIN Maliki Malang.

Prestiliano, Jason dan Armius. 2012. *Perancangan dan Implementasi Aplikasi Mobile Game Shoot Em Up Berbasis Pada Platform Android Menggunakan Script Lua*. Program Studi Teknik Informatika FTI-UKSW. Salatiga. Pdf didownload pada tanggal 11 Januari 2014

R. J. Walker. 1960. *An Enumerative Technique for a Class of Combinatorial Problems*. Proc. Sympos. Appl. Math.

Reynolds, C.W. 1999. *Steering Behaviors For Autonomous Characters*. America : Sony Computer Entertainment

Reza Buyung Nalendra. 2012. *Pembuatan Game anak-anak kindergarten seek and seek*. Yogyakarta : AMIKOM

Rolling, A. dan Adams, E. 2003. *Game Design*. New Riders Publishing. United States of America

Rosa A.S, M. Shalahuddin. 2011. *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (trstruktur dan Berorientasi Objek)*. Modula : Bandung

Solomon W. Golomb dan Leonard D. Baumert. 1965. *Backtrack Programming*. J. Assoc. Comp

Sundani, Dini. 2014. *Teknik Backtracking*. Universitas Gunadarma Jakarta. Pdf didownload pada tanggal 13 Februari 2014

U Istighotsah Annisa, Kuswardayan Imam dan Sunaryono Dwi. 2013. *Rancang Bangun “Chomical” : Game Tower Defense dengan Menerapkan Eksperimen Kimia Menggunakan Kerangak Kerja libGDX*. Jurusan Teknik

Informatika Fakultas Teknologi Informasi ITS. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN:2337-3539 (2301-9271 Print)

eMarketer. 2012. *Mobile Social Boost Online Gaming Populations*. Dikutip dari <http://www.emarketer.com/Article.aspx?R-1009100&ecid-a6506033675d47f881651943c21c5ed4>. Diakses pada tanggal 10 Juli 2014

Touchstone Research. 2011. *Tech Savvy Researcher Feature : Mobile Gaming by the Number (Infographic)*. Dikutip dari <http://www.touchstoneresearch.com/tech-savvy-researcher-feature-mobile-gaming-by-the-number-infographic/>. Diakses pada tanggal 10 Juli 2014

<http://www.quran.com/57>. Diakses pada tanggal 11 Januari 2014

<http://www.quran.com/36>. Diakses pada tanggal 11 Januari 2014

http://id.wikipedia.org/wiki/Ikatan_kimia/. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

http://png-3.findicons.com/files/icons/1676/primo/128/game_pad.png. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

<http://findicons.com/icon/13995/info>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

http://www.mricons.com/store/png/11468_9498_48_fileclose_icon.png. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

<http://images.gofreedownload.net/funny-panda-face-black-and-white-8388.jpg>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

<http://www.obumogames.com/assets/img/assets/2DToolkitUIExtensionsScreenshot1.png>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

<http://images.htcmedia.com/reviews/27/ed/197b4c944ac84f4e121653dbabf5.jpg>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

<http://www.andengine.org/>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

<http://www.github.com/nicolasgramlich/AndEngine>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

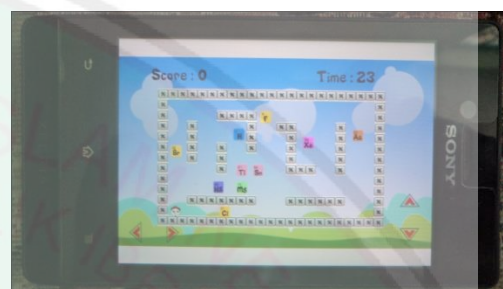
<http://www.matim-dev.com/>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2014

Lampiran

Pengujian Aplikasi *Game* pada *Smartphone*



Sony Xperia J



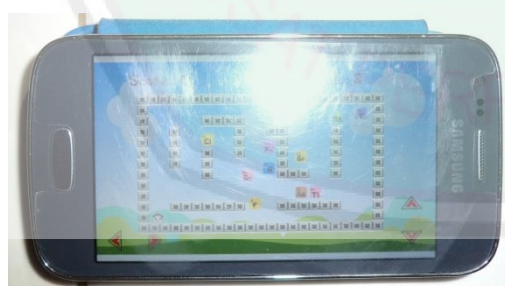
Sony Xperia Miro



Smartfren Andromax C



Evercoss A7S



Samsung Galaxy Ace 3



LG Optimus G Pro Lite