

**IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKTRACKING DENGAN  
METODE ELIMINATION SEBAGAI GENERATOR DAN SOLVER  
PADA PERMAINAN SUDOKU**

Skripsi



oleh  
**SONNY EKO WIBOWO**  
22084592

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2014

**IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKTRACKING DENGAN  
METODE ELIMINATION SEBAGAI GENERATOR DAN SOLVER  
PADA PERMAINAN SUDOKU**

Skripsi



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

Disusun oleh

**SONNY EKO WIBOWO**  
**22084592**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2014

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKTRACKING DENGAN METODE ELIMINATION SEBAGAI GENERATOR DAN SOLVER PADA PERMAINAN SUDOKU**

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 kesarjanaan 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 kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 13 Januari 2015



SONY EKO WIBOWO  
22084592

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKTRACKING  
DENGAN METODE ELIMINATION SEBAGAI  
GENERATOR DAN SOLVER PADA PERMAINAN  
SUDOKU

Nama Mahasiswa : SONY EKO WIBOWO

N I M : 22084592

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

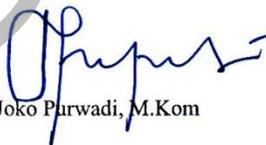
Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 13 Januari 2015

Dosen Pembimbing I

  
Joko Purwadi, M.Kom

Dosen Pembimbing II

  
Nugroho Agus Haryono, M.Si

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA BACKTRACKING DENGAN METODE  
ELIMINATION SEBAGAI GENERATOR DAN SOLVER PADA  
PERMAINAN SUDOKU**

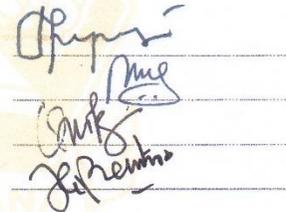
Oleh: SONY EKO WIBOWO / 22084592

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 12 Januari 2015

Yogyakarta, 13 Januari 2015  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Joko Purwadi, M.Kom
2. Nugroho Agus Haryono, M.Si
3. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
4. Prihadi Beny Waluyo, SSi., MT.



Handwritten signatures of the exam board members, corresponding to the list of names.

Dekan



(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Implementasi Algoritma *Backtracking* Dengan Metode Elimination Sebagai Generator Dan Solver Pada Permainan Sudoku” dengan baik.

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

Dalam menyelesaikan penelitian 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 terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah menyertai penulis untuk menyelesaikan penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
2. Bapak dan ibu penulis tercinta, Sonny persembahkan Laporan Tugas Akhir ini sebagai rasa terima kasih tak terhingga untuk cinta, kasih sayang, doa dan atas perhatian dan dukungan selama ini
3. Bapak Joko Purwadi M.Kom. selaku dosen pembimbing I yang pertama yang selalu sabar dalam membimbing penulis dalam mengerjakan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Nugroho Agus Haryono, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang selalu sabar dan baik membimbing penulis dalam mengerjakan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.

5. Felix, Feby, Pendot, Olga, Deva, Krisna, Gendon, Warung Kopi Bjong, Pipit, Ririn, Meno, Putra, Fitri, Wulan, Zeus, Sindu, Doom, Rahma, Mas Donny dan rekan-rekan dari Camfrog juga Migme selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Agit, Gustanto, Abednego serta teman-teman satu jurusan yang telah memberikan dukungan dan semangat.
7. Anita Theresia yang dengan senang hati memberikan arahan, saran, dan, sharing dalam pengerjaan Tugas Akhir maupun penulisan laporan Tugas Akhir.
8. Pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penelitian dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian.

Akhir kata penulis meminta maaf bila ada kesalahan dalam penyusunan laporan maupun sewaktu penulis melakukan penelitian Tugas Akhir. Semoga penelitian dan laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, 16 Desember 2014

Penulis

## INTISARI

Sudoku adalah sebuah permainan teka-teki angka yang berbasis logika dan memiliki banyak cara untuk penyelesaiannya. Cara yang paling sering dipakai adalah eliminasi ruang solusi. Ruang solusi yang dieliminasi adalah semua angka yang mungkin pada tiap kotak kosong. Prinsip dari algoritma *backtracking* adalah jika terjadi kesalahan dalam pencarian solusi pada sebuah node, maka akan dilakukan *backtrack* ke node sebelumnya. Pada penelitian ini akan dibangun sebuah sistem yang mengimplementasikan perpaduan antara metode eliminasi dan *backtracking* untuk membuat dan menyelesaikan soal sudoku.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa cepat proses pembuatan dan penyelesaian soal sudoku menggunakan metode *backtracking* dan eliminasi. Analisis sistem menunjukkan kecepatan *generate* dan *solve* berbanding lurus dengan banyaknya proses. Semakin banyak spot kosong maka proses yang dibutuhkan akan semakin lama.

Hasil penelitian menunjukkan kecepatan waktu *solve level hard* dengan kotak kosong sebanyak 55 kotak adalah 0.484 *milliseconds* sedangkan proses *solve level easy* dengan kotak kosong sebanyak 43 kotak hanya memerlukan waktu sebanyak 0.406 *milliseconds*.

Kata Kunci : *Backtracking, Sudoku, Generator, Solver, Elimination*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH.....</b>	<b>vi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Metodologi Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.6. Sistematika Penulisan .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Landasan Teori.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. Sudoku.....</b>	<b>7</b>

2.2.1.1.	Sejarah Sudoku.....	8
2.2.1.2.	Cara Bermain.....	10
2.2.1.3.	Strategi Umum Penyelesaian Sudoku.....	11
2.2.1.4.	Teknik Dasar Penyelesaian Sudoku.....	11
2.2.2.	Kecerdasan Buatan .....	13
2.2.2.1.	Sejarah Kecerdasan Buatan .....	13
2.2.2.2.	Tujuan Kecerdasan Buatan.....	14
2.2.3.	Algoritma .....	15
2.2.3.1.	Definisi Algoritma .....	16
2.2.3.2.	Sejarah Algoritma .....	16
2.2.3.3.	Ciri Algoritma.....	16
2.2.3.4.	Algoritma Backtracking .....	17
2.2.3.5.	Prinsip Pencarian Algoritma Backtracking.....	19
<b>BAB 3</b>	<b>ANALISIS PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>21</b>
3.1.	Analisis .....	21
3.1.1.	Permasalahan .....	21
3.2.	Perancangan Proses .....	22
3.2.1.	Perancangan Algoritma Generator dan Solver.....	22
3.2.1.1.	Mengidentifikasi Level Permainan .....	22

3.2.1.2.	Menempatkan angka-angka secara acak ke dalam kotak berdasarkan aturan main sudoku ....	23
3.2.1.3.	Menghapus Angka di dalam kotak secara acak ....	24
3.2.1.4.	Menampilkan soal hasil <i>generate</i> .....	24
3.2.1.5.	Melakukan Pendataan Secara Vertikal, Horizontal dan Sub Square.....	25
3.2.1.6.	Pendataan dan Eliminasi pada Kotak Kecil Secara Vertikal, Horizontal dan Sub Square .....	25
3.2.2.	Flowchart <i>Generate</i> Soal Sudoku.....	26
3.2.3.	Flowchart Proses Solve Soal Sudoku dengan Backtracking dan Elimination.....	26
3.2.4.	Penjelasan Flowchart.....	28
3.3.	Perancangan Antarmuka Sistem .....	29
3.4.	Rancangan Pengujian .....	31
3.4.1.	Kebutuhan Perangkat Keras .....	31
3.4.2.	Kebutuhan Perangkat Lunak .....	31
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM .....</b>		<b>32</b>
4.1.	Implementasi.....	32
4.1.1.	Penggunaan Aplikasi .....	32
4.1.2.	Implementasi Proses Algoritma Backtracking untuk solver ..	35

4.2. Analisis Sistem .....	37
4.2.1. Tujuan Analisis .....	37
4.2.2. Data Analisis Analisis Kecepatan <i>Generate</i> dan <i>Solve</i> .....	37
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
5.1. Kesimpulan .....	38
5.2. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN A SOURCE CODE PROGRAM.....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN B TABEL PERCOBAAN ANALISIS .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1 Sudoku</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Gambar 2.2 Sudoku Solved</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Gambar 2.3 Pohon Solusi</b> .....	<b>18</b>
<b>Gambar 3.1 Flowchart Proses Gnenerate Soal Sudoku</b> .....	<b>26</b>
<b>Gambar 3.2 Flowchart Proses Solve Soal Sudoku</b> .....	<b>27</b>
<b>Gambar 3.3 Tampilan Menu Utama Game</b> .....	<b>29</b>
<b>Gambar 3.4 Tampilan Menu New Game</b> .....	<b>30</b>
<b>Gambar 3.5 Tampilan Help</b> .....	<b>30</b>
<b>Gambar 3.6 Tampilan Awal Permainan</b> .....	<b>30</b>
<b>Gambar 3.7 Tampilan Soal Solved</b> .....	<b>30</b>
<b>Gambar 4.1 Tampilan awal game sudoku</b> .....	<b>32</b>
<b>Gambar 4.2 Tampilan help game sudoku</b> .....	<b>33</b>
<b>Gambar 4.3 Tampilan level game sudoku</b> .....	<b>33</b>
<b>Gambar 4.4 Tampilan soal <i>Generate</i></b> .....	<b>33</b>
<b>Gambar 4.5 Tampilan saat user mengisi jawaban</b> .....	<b>33</b>
<b>Gambar 4.6 Tampilan saat user berhasil menyelesaikan jawaban atau saat user mengklik tombol solve</b> .....	<b>34</b>
<b>Gambar 4.7 Tampilan saat user mengklik solve tetapi tidak ditemukan solusi dari jawaban user</b> .....	<b>34</b>
<b>Gambar 4.8 Contoh Soal Sudoku</b> .....	<b>35</b>
<b>Gambar 4.9 Pohon solusi Backtracking</b> .....	<b>36</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1 Analisis Kecepatan <i>Generate</i> dan <i>Solve</i> .....</b>	<b>37</b>
---	-----------

@UKDWN

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Permainan adalah salah satu jenis hiburan. Selain itu, permainan juga dapat menjadi suatu hal yang menantang maupun untuk mengasah kemampuan otak pemain. Ada berbagai jenis permainan seperti permainan konsol, permainan papan, permainan ketrampilan, permainan teka-teki, dan lainnya. Akhir-akhir ini, banyak permainan teka-teki yang menjadi populer di kalangan masyarakat.

Sudoku adalah sebuah permainan teka-teki angka yang berbasis logika. Pada tahun 1979, Howard Garns, seorang arsitek berkebangsaan Amerika Serikat, mendesain sebuah *puzzle modern* yang diterbitkan pada majalah Dell dengan sebutan *Number Place*. Permainan ini berkembang menjadi permainan populer di Jepang dengan nama Sudoku. Kata “Sudoku” sendiri merupakan singkatan dari frasa kalimat dalam bahasa Jepang, *suji wa dokushin ni kagiru*, yang berarti setiap digit harus tetap satu jumlahnya.

Pada umumnya, sebuah permainan Sudoku terdiri dari 81 kotak yang disusun menjadi 9 baris dan 9 kolom. Selain itu, 81 kotak tersebut juga dibagi menjadi 9 subbagian berukuran 3x3 kotak. Masing-masing kotak tersebut akan diisi oleh angka antara 1 sampai 9. Aturan utama dalam menyelesaikan permainan Sudoku adalah masing-masing baris, kolom, dan subbagian hanya boleh memunculkan angka 1 sampai 9 sebanyak satu kali. Pada awal permainan, terdapat beberapa kotak yang telah terisi oleh angka-angka sebagai soal. Tugas pemain adalah untuk mengisi kotak-kotak yang masih kosong dengan angka-angka yang memungkinkan.

Salah satu teknik sederhana yang sering digunakan untuk menyelesaikan permainan Sudoku adalah teknik Eliminasi seperti *Naked Triple* atau *Hidden Pair*. Cara kerja metode ini adalah dengan mengeliminasi ruang solusi. Cara mengeliminasi ruang solusi adalah dengan memanfaatkan aturan main Sudoku, yaitu dalam satu baris, satu kolom, dan satu blok, tidak boleh ada angka yang sama, dari angka 1 sampai angka 9.

Ruang solusi yang dieliminasi adalah semua angka yang mungkin pada tiap kotak kosong. Setelah ruang-ruang solusi tereliminasi menjadi lebih sedikit, maka permainan sudoku dapat diselesaikan. Meskipun begitu, pada beberapa variasi permainan Sudoku tertentu tidak dapat diselesaikan hanya dengan menggunakan teknik *hidden single* saja.

Algoritma *backtracking* merupakan perbaikan dari algoritma *brute-force* di mana algoritma ini membangun pohon ruang status (*state-space tree*) untuk menemukan sebuah solusi. Pembentukan pohon ruang status pada algoritma *backtracking* berprinsip pada *depth-first search* (DFS). Prinsip dari algoritma *backtracking* adalah jika terjadi kesalahan dalam pencarian solusi pada sebuah node, maka akan dilakukan *backtrack* ke node sebelumnya. Terdapat banyak jenis permainan teka-teki yang dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma *backtracking*.

Berdasarkan pemaparan tersebut di atas, maka akan dilakukan penelitian untuk melakukan optimasi pada algoritma *backtracking* dengan menggunakan teknik eliminasi dalam menyelesaikan permainan Sudoku supaya algoritma *backtracking* dapat bekerja lebih optimal

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka sistem ini dirancang untuk memberikan sebuah generator dan solusi permainan. Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *backtracking* untuk membuat dan menyelesaikan permainan sudoku dengan menggunakan bahasa pemrograman *Microsoft Visual Basic*.
2. Mengukur kecepatan proses dan kemampuan sistem dalam membuat dan menyelesaikan permainan sudoku.

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan sistem dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis penyelesaian dilakukan untuk game sudoku berukuran 9x9 kotak.
2. Metode yang digunakan adalah algoritma *backtracking* dan eliminasi.
3. Terdapat 3 tingkat kesulitan (mudah, sedang, sulit) dan tidak dapat menyimpan *history* permainan.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk *generate* dan *solve* permainan sudoku.
2. Mengimplementasikan algoritma *backtracking* dan eliminasi untuk menyelesaikan permainan sudoku.

### 1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi atau pendekatan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Studi Literatur

Pengerjaan penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan bahan-bahan sebagai referensi baik dari buku, *paper*, jurnal, makalah , forum, milis, dan sumber-sumber lain yang berkaitan dan beberapa referensi lainnya untuk menunjang pencapaian tujuan penelitian.

2. Analisa, perancangan, implementasi dan evaluasi

Metode selanjutnya adalah analisis permainan sudoku, baik peraturan ataupun cara menyelesaikannya secara konvensional, dan juga membahas tentang teori-teori yang digunakan dalam aplikasi sudoku yang penulis buat. Setelah itu diuraikan tahap-

tahap perancangan aplikasi untuk analisis permasalahan dan penyelesaiannya. Diputuskan untuk menggunakan Algoritma *Backtracking* dan *Elimination*.

Penulis mulai mengimplementasikannya ke dalam aplikasi. Lalu dibuatlah program yang mencakup spesifikasi sistem, software yang akan digunakan, data-data yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi, cara pengoperasian aplikasi, serta hasil yang dicapai dari aplikasi yang dibuat.

Lalu dilakukan pengujian program yang telah di kembangkan dengan menggunakan Algoritma *Backtracking*, menganalisa dan mengevaluasi hasil dari metode tersebut, termasuk menganalisa tingkat error (kesalahan) yang dihasilkan pada tiap pengujian, batasan-batasan yang berhasil di penuhi, lama waktu berjalan

### 3. Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan dengan melihat hasil output dari program, ketepatan data yang dihasilkan dan keberhasilan program.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan adalah :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, ruang lingkup, tujuan dan manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan. Latar belakang menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan aplikasi Sudoku dengan Algoritma *Backtracking* dan eliminasi. Setelah latar belakang, dijelaskan pula ruang lingkup atau batasan-batasan dalam pembuatan skripsi. Metodologi penelitian menjelaskan tentang apa yang dilakukan dalam mencari data-data pendukung yang digunakan dan dibutuhkan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Bab ini mengemukakan tentang teori-teori, baik teori umum maupun teori khusus yang digunakan untuk membahas dan menganalisis masalah yang ada melalui studi pustaka. Dalam bab ini juga dijelaskan mengenai tahapan-tahapan perancangan

program serta landasan teori yang menjelaskan tentang perancangan program yang dirancang ini dan cara penyusunannya. Landasan teori ini didapatkan dari berbagai media seperti buku dan internet mengenai bagaimana cara mengambil keputusan yang baik, cepat dan akurat dan berbagai teori lain yang berhubungan dengan topik skripsi ini.

### **BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Di dalam bab ini dibahas mengenai perancangan dari aplikasi. Perancangan berisi tentang urutan dalam pembuatan sistem ini. Juga memuat tentang masalah yang diteliti dan pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam penelitian. Perancangan sistem yang terdiri dari perancangan diagram alir atau *flowchart*.

### **BAB 4 IMPLEMENTASI DAN EVALUASI**

Dalam bab ini dibahas tentang pengimplementasian aplikasi sudoku yang disesuaikan dengan kebutuhan yang ada. Aplikasi ini nantinya akan diujicobakan kemudian dievaluasi apakah hasil rancangan sudah sesuai dengan kebutuhan atau belum.

### **BAB 5 KESIMPULAN**

Bab ini merupakan bab terakhir yang akan merangkum isi yang dibahas pada bab sebelumnya. Selain itu pada bab ini juga berisi kesimpulan dari hasil perbandingan analisa dengan aplikasi yang dikembangkan. Selain itu juga terdapat saran-saran perbaikan untuk pembahasan topik yang sama.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan pengujian sistem yang telah dibuat, dapat disimpulkan bahwa:

- a) Dalam proses *generate* dan *solve* soal sudoku di ketiga *level*, semakin tinggi *level* maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memproses. Sebagai contoh untuk *solve level hard* dengan kotak kosong sebanyak 55 kotak adalah 0.484 *milliseconds* sedangkan proses *solve level easy* dengan kotak kosong sebanyak 43 kotak hanya memerlukan waktu sebanyak 0.406 *milliseconds*.
- b) Untuk menciptakan soal permainan yang unik pada tahap *generate*, dapat dilakukan proses penghapusan secara acak.
- c) Untuk mempercepat proses *solver*, maka kotak-kotak yang telah memiliki jawaban pasti tidak perlu di cek lagi.
- d) Algoritma backtracking dan elimination merupakan dua algoritma yang lebih baik dalam membuat dan menyelesaikan soal sudoku daripada algoritma *brute-force*.

### 5.2. Saran

Untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

- a) Dapat dilakukan penambahan fungsi menyimpan nilai sementara untuk mempercepat proses backtracking.
- b) Dapat menggunakan algoritma lain seperti algoritma *Brute Force*, *Dancing Links*, dan Genetika.
- c) Dapat menambahkan fitur yang lebih menarik seperti *highscore*, *save*, *load*, atau membuat soal sendiri secara *manual*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, A. 2006. SuDoku Solver and Generator, [http://www.codeproject.com/KB/recipes/Abhishek\\_Sudoku.aspx](http://www.codeproject.com/KB/recipes/Abhishek_Sudoku.aspx) diakses pada Rabu, 4 Juni 2014.
- ANZAC, The. 2009. Sudoku Algorithm: Generates a Valid Sudoku in 0.018 seconds. Website: <http://www.codeproject.com/KB/game/SudokuGen.aspx?msg=2928863> diakses pada Rabu, 4 Juni 2014
- Beezer Rob. Solving Sudoku With Dancing Links. Department of Mathematics and Computer Science University of Puget Sound Tacoma, Washington USA. (2010, October 8). Diakses pada Rabu, 4 Juni 2014 dari <http://buzzard.ups.edu/talks/beezer-2010-stellenbosch-sudoku.pdf>
- Budianto, Alex. (2003). Pengantar Algoritma dan Pemrograman. <http://ilmukomputer.com>
- Knuth, Donald E. (1973). "The Art Of Computer Programming, vol. 3: Sorting And Searching".
- Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelegence, Teknik dan Aplikasinya*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- M, Morenvino, Ray A I, Anton RS, "*Penerapan Algoritma Runut-Balik untuk penyelesaian Teka-Teki Sudoku*", Bandung:Laboratorium Ilmu dan Rekayasa Komputasi Departemen Teknik Informatika ITB
- Muara. dan Reinhard., 2006, Penerapan Algoritma Runut Balik Dalam Gerak Animasi 3D, [www.informatika.org/~rinaldi/Stmik/Makalah/MakalahStmik41.pdf](http://www.informatika.org/~rinaldi/Stmik/Makalah/MakalahStmik41.pdf) diakses tanggal 20 Agustus 2014
- Sudoku Solving Algorithms. 2014. Website: [http://en.wikipedia.org/wiki/Sudoku\\_solving\\_algorithms](http://en.wikipedia.org/wiki/Sudoku_solving_algorithms) diakses pada Rabu, 4 Juni 2014