

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BRANCH AND BOUND*
PADA PERMAINAN N-PUZZLE**

Tugas Akhir



Oleh :

Arnanda Danur Wicaksono

22074281



Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana

Tahun 2012

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BRANCH AND BOUND*
PADA PERMAINAN N-PUZZLE**

Tugas Akhir



Diajukan kepada Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana

Sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar

Sarjana Komputer



Disusun oleh :

Arnanda Danur Wicaksono

22074281

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana

Tahun 2011

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BRANCH AND BOUND*
PADA PERMAINAN N-PUZZLE**

Yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan sarjana Program Study 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 sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

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

Yogyakarta, 2 April 2012



(Arnanda Danur Wicaksono)

2207481



HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Implementasi Algoritma *Branch and Bound* Pada Permainan
N-Puzzle
Nama : Arnanda Danur Wicaksono
NIM : 22074281
Mata Kuliah : Tugas Akhir
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2011/2012

© UKDW
Telah diperiksa dan disetujui
Di Yogyakarta,
Pada tanggal 30 Maret 2012

©
Dosen Pembimbing I



Antonius Rachmat C, S.Kom.,M.Cs.

Dosen Pembimbing II



Drs R. Gunawan Santosa, M.Si.

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Implementasi Algoritma *Branch and Bound* Pada Permainan N-Puzzle

Dipertahankan di depan dewan penguji Tugas Akhir/Skripsi
Program Study Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana-Yogyakarta

Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu

Memperoleh gelar

Sarjana Komputer Pada Tanggal


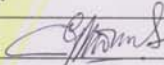


20 April 2012

Yogyakarta, 11/5/2012

Mengesahkan,

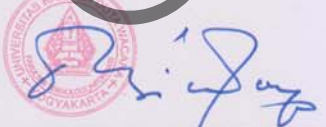
Dewan Penguji :

1. Antonius Rachmat C, S.Kom.,M.Cs
2. Drs R. Gunawan Santosa, M.Si
3. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom
4. Junius Karel, M.T.









Dekan


(Drs. Wimmie Handjwidjojo, MIT.)

Ketua Prodi


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

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah, sehingga penulis dapat menyelesaikan program dan laporan Tugas Akhir, yang berjudul Implementasi Algoritma *Branch and Bound* pada Permainan *N-Puzzle*.

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

Dalam menyelesaikan pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Suwarno, M.Eng., selaku Koordinator Tugas Akhir.
2. Bapak Antonius Rachmat C, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar membimbing, memberi semangat dan petunjuk kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak R Gunawan Santoso, selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, petunjuk dan masukan yang diberikan selama pengerjaan tugas dari awal hingga akhir.
4. Keluarga tercinta, Ayah, Ibu, Kakak, dan Adik yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
5. Sahabat-sahabat penulis, Iswanto, Kliwon, Adit dan Andre yang selalu memberikan semangat dan berbagai masukan yang berguna bagi penulis.
6. Kepada internet, google maupun wikipedia yang telah membantu penulis dalam memahami materi.

7. Pihak - pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa program dan laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Maka dari itu penulis sangat mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhir kata penulis ingin meminta maaf bila ada kesalahan baik dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu membuat program Tugas Akhir. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan dengan laporan ini.

Yogyakarta, 3 April 2012

Penulis



© UKDW

ABSTRAK

Permainan N-Puzzle merupakan permainan yang menggunakan logika untuk dapat menyelesaikannya, sehingga permainan ini akan mengasah logika pemainnya. Permainan ini diselesaikan dengan cara menggeser angka-angka acak yang terdapat didalamnya sehingga dapat menjadi angka yang urut.

User dalam memainkan N-Puzzle terkadang mengalami kesulitan dalam menentukan langkah yang harus diambil, sehingga sistem memberikan bantuan berupa *hint* yang akan memberikan solusi bagi *user*. Algoritma yang diterapkan pada *hint* dalam permainan N-Puzzle ini adalah algoritma *branch and bound*.

Penerapan algoritma *branch and bound* pada permainan N-Puzzle di papan dengan ukuran 3x3, 4x4 dan 5x5 mampu menemukan solusi yang diinginkan, yaitu kondisi dimana angka tersusun secara urut. Namun dalam penerapan algoritma *branch and bound* pada permainan N-Puzzle terdapat masalah yaitu dalam perhitungan nilai *cost* terdapat nilai yang mempunyai besar nilai *cost* yang sama dan hal ini mengalami perulangan, sehingga menyebabkan permainan tidak dapat terselesaikan. Dalam kasus ini semakin besar ukuran papan, maka algoritma *branch and bound* kurang efektif dalam menyelesaikan permainan. Dari percobaan yang dilakukan presentase keberhasilan papan dengan ukuran 3x3 adalah 98 % sedangkan ukuran 4x4 mempunyai presentase keberhasilan 72 % dan ukuran 5x5 mempunyai presentase keberhasilan 53%.

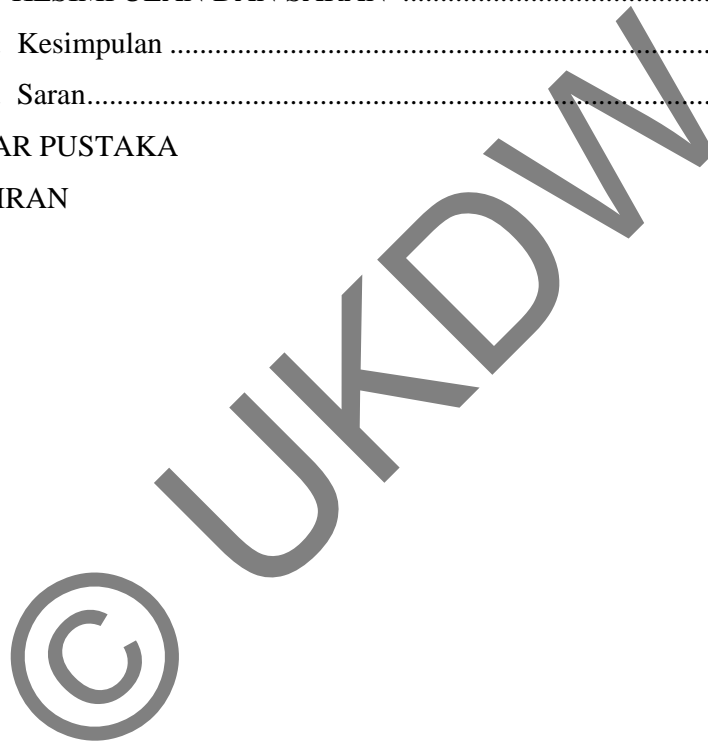
Kata kunci : N-Puzzle, *Branch and Bound*.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN SAMPUL DALAM	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	1
1.4. Hipotesis Masalah	2
1.5. Tujuan Penelitian	2
1.6. Metode Penelitian	2
1.7. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1. Permainan	6
2.2.2. Gameplay	7
2.2.3. Permainan Komputer	8
2.2.4. Permainan N-Puzzle	8
2.2.5. Pengertian Kecerdasan Buatan	10
2.2.6. Algoritma <i>Branch and Bound</i>	10

2.2.7. Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada permainan N-Puzzle.....	12
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	16
3.1. Kebutuhan Perangkat Keras dan Lunak	16
3.1.1. Kebutuhan Perangkat Keras.....	16
3.1.2. Kebutuhan Perangkat Lunak	16
3.2. Perancangan Proses	16
3.2.1. Algoritma Program	17
3.2.2. Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada permainan N-Puzzle.....	16
3.3. <i>Knowledge Base</i>	22
3.4. <i>Rule Base</i>	22
3.5. Perhitungan Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada permainan N-Puzzle	23
3.6. Perancangan <i>Input</i> dan <i>Output</i>	28
3.6.1. Perancangan <i>Input</i>	28
3.6.2. Perancangan <i>Output</i>	28
3.7. Perancangan Antarmuka	28
3.7.1. Rancangan Form Utama Sistem.....	29
3.7.2. Rancangan Form Tree	30
3.8. Perancangan Struktur Data	30
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	33
4.1. Hasil Implementasi Sistem.....	33
4.1.1. Tampilan Form pada Implementasi Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada permainan N-Puzzle	33
4.1.1.1. Form Utama.....	33
4.1.1.2. Form Tree	36
4.2. Analisis dan Pengujian Sistem.....	36
4.2.1. Hasil Uji Coba Implementasi Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada Permainan N-Puzzle.....	36
4.2.1.1. Hasil Uji Coba Implementasi Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada Permainan N-Puzzle dengan ukuran 3x3.....	37

4.2.1.2. Hasil Uji Coba Implementasi Algoritma Branch and Bound pada Permainan N-Puzzle dengan ukuran 4x4.....	41
4.2.1.3. Hasil Uji Coba Implementasi Algoritma Branch and Bound pada Permainan N-Puzzle dengan ukuran 3x3.....	51
4.2.2. Analisis Implementasi Algoritma Branch and Bound pada Permainan N-Puzzle.....	71
4.2.3. Evaluasi Hasil implementasi Algoritma Branch and Bound pada Permainan N-Puzzle.....	76
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perhitungan $g(i)$	27
Tabel 4.1 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 1-5	37
Tabel 4.2 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 6-10	38
Tabel 4.3 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 11-15	39
Tabel 4.4 Kondisi Awal dengan nilai Jarak >16	40
Tabel 4.5 Hasil Uji Coba Ukuran 3x3.....	41
Tabel 4.6 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 1-5	41
Tabel 4.7 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 6-10	43
Tabel 4.8 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 11-15	44
Tabel 4.9 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 16-20	46
Tabel 4.10 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 21-25	47
Tabel 4.11 Kondisi Awal dengan nilai Jarak >25	49
Tabel 4.12 Hasil Uji Coba Ukuran 4x4	50
Tabel 4.13 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 1-5	51
Tabel 4.14 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 6-10	53
Tabel 4.15 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 11-15	54
Tabel 4.16 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 16-20	56
Tabel 4.17 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 21-25	58
Tabel 4.18 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 26-30	60
Tabel 4.19 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 31-35	62
Tabel 4.20 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 36-40	63
Tabel 4.21 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 41-45	65
Tabel 4.22 Kondisi Awal dengan nilai Jarak 46-50	67
Tabel 4.23 Kondisi Awal dengan nilai Jarak >50	68
Tabel 4.24 Hasil Uji Coba Ukuran 4x4	70
Tabel 4.25 Presentase Hasil Uji Coba	71
Tabel 4.26 Perhitungan $g(i)$	72

Tabel 4.27 Perhitungan $g(i)$	73
Tabel 4.28 Perhitungan $g(i)$	74
Tabel 4.28 Perhitungan $g(i)$	75

© UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 N-Puzzle	9
Gambar 2.2 Sebagian Pohon ruang status untuk permainan N-Puzzle.....	13
Gambar 2.3 Penerapan Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada permainan N-Puzzle	14
Gambar 2.4 Kondisi Level 0	10
Gambar 3.1 Alur Permainan N-Puzzle.....	17
Gambar 3.2 Flowchart Program.....	18
Gambar 3.3 Flowchart Algoritma <i>Branch and Bound</i>	20
Gambar 3.4 Flowchart Pilih <i>Cost</i> Terkecil	21
Gambar 3.5 Kondisi Awal Sebagai Basis Pengetahuan.....	22
Gambar 3.6 <i>Rule Base</i>	23
Gambar 3.7 Sebagian Pohon ruang status untuk permainan N-Puzzle.....	24
Gambar 3.8 Penerapan Algoritma <i>Branch and Bound</i> pada permainan N-Puzzle	25
Gambar 3.9 Kondisi Awal	26
Gambar 3.10 10 Simpul ke-2	26
Gambar 3.11 Perancangan Tampilan Utama	29
Gambar 3.12 Perancangan Tampilan <i>Tree</i>	30
Gambar 3.13 <i>Class tile</i>	30
Gambar 3.14 tile (baris, kolom)	34
Gambar 3.15 Indeks pada tile.....	34
Gambar 4.1 Form Utama	33
Gambar 4.2 Menubar Load gambar pada form utama	34
Gambar 4.3 Menubar Acak gambar pada form utama.....	34
Gambar 4.4 Menubar Ukuran gambar pada form utama	35
Gambar 4.5 Menubar <i>Hint</i> gambar pada form utama	35
Gambar 4.6 Pesan <i>Hint</i>	35
Gambar 4.7 Menubar <i>tree</i> gambar pada form utama	35
Gambar 4.8 Tampilan Form <i>Tree</i>	36

Gambar 4.9 Kondisi Awal Level 0	72
Gambar 4.10 Cabang bawah Level 1	72
Gambar 4.11 Cabang Atas Level 1	73
Gambar 4.12 Cabang Kanan Level 1	74
Gambar 4.13 Cabang Kiri Level 1	75
Gambar 4.14 Nilai <i>Cost</i> Sama.....	76

© UKDW

DAFTAR GRAFIK

Gambar 4.1 Grafik rata-rata hasil pengujian.....	71
--	----

© UKDW

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini permainan merupakan bagian hidup manusia. Dengan memainkan sebuah permainan, maka pemain akan dapat merasakan kesenangan didalamnya. Dengan adanya perkembangan teknologi komputer, maka teknologi ini akan mampu membuat permainan yang sudah ada menjadi sebuah aplikasi dalam komputer, maupun menciptakan permainan baru. Dan pada saat ini salah satu permainan yang cukup populer adalah N-Puzzle.

Permainan N-Puzzle merupakan permainan yang menggunakan logika untuk dapat menyelesaikannya, sehingga permainan ini akan mengasah logika pemainnya. Permainan ini diselesaikan dengan cara menggeser angka-angka acak yang terdapat didalamnya sehingga dapat menjadi angka yang urut. Permasalahan yang terdapat dalam permainan ini adalah bagaimana sistem dapat memberikan solusi dalam menyelesaikan permainan ini atau sistem dapat memberikan solusi untuk membantu pemain mendapatkan kondisi angka yang tersusun secara urut, sehingga permainan ini dapat terselesaikan.

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimanan menyelesaikan permainan N-Puzzle dengan menggunakan algoritma *Branch and Bound*.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Ukuran kotak yang digunakan hanya 3x3, 4x4 dan 5x5

- Hanya untuk OS windows
- Game tidak terkoneksi ke dalam jaringan
- Terdapat *hint* untuk membantu *user*

1.4. Hipotesis Masalah

Di dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis memiliki tujuan membuktikan bahwa algoritma *Branch and Bound* mampu mengerjakan permainan *N-Puzzle* berdasarkan aturan-aturan yang terdapat di dalam algoritma tersebut.

1.5. Tujuan Penelitian

Tugas akhir yang dibuat oleh penulis ini mempunyai tujuan dalam mengembangkan sebuah aplikasi permainan N-Puzzle. Aplikasi ini dibuat agar dapat bermanfaat bagi pengguna komputer yang ingin memainkan permainan N-Puzzle. Antarmuka yang akan dibuat ini mempunyai desain yang mudah digunakan bagi pemain.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memecahkan atau menyelesaikan permainan N-Puzzle dengan algoritma *Branch and Bound*.

1.6. Metode Penelitian

Metode atau pendekatan yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Metode penelitian memanfaatkan studi pustaka dari sumber-sumber yang mendukung untuk pengimplementasian algoritma *Branch and Bound* dalam menyelesaikan permainan N-Puzzle.
- Mengimplementasikan teori-teori yang telah dipelajari selama perkuliahan ke dalam program yang berhubungan dengan pembuatan tugas akhir.

1.7.Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi menjadi lima (5) bab, yaitu:

Pada bab 1 Pendahuluan, yang memberikan gambaran umum mengenai apa yang diteliti dalam penulisan tugas akhir ini. Pendahuluan memuat latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

Pada bab 2 Tinjauan Pustaka, yang terdiri dari tinjauan pustaka dan landasan teori tentang permainan N-Puzzle dan algoritma *Branch and Bound*.

Pada bab 3 Perancangan Sistem, Mencakup tahap perancangan sistem yang akan dibuat seperti kebutuhan *hardware* dan *software*, spesifikasi sistem, arsitektur sistem, *flowchart* diagram, algoritma yang digunakan dalam membuat sistem, kamus data, rancangan antarmuka dan rancangan pengujian sistem.

Pada bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem, akan diuraikan mengenai hasil riset atau implementasi dan pembahasan atau analisis dari riset tersebut yang sifatnya terpadu.

Pada bab 5 Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran untuk memberikan hasil yang lebih baik lagi dalam penelitian yang sejenis.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan implementasi serta setelah melakukan analisa algoritma *branch and bound* pada permainan N-Puzzle didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Penerapan algoritma *branch and bound* pada permainan N-Puzzle dapat menghasilkan kondisi yang diinginkan, yang dimaksud adalah permainan dapat terselesaikan dengan angka yang tersusun secara urut.
- Penerapan algoritma *branch and bound* pada permainan N-Puzzle tidak selalu efektif. Besarnya papan pada permainan sangat mempengaruhi efektifitas algoritma dalam menyelesaikan permainan, semakin besar papan, maka algoritma semakin tidak efektif dalam menyelesaikan permainan. Yang dimaksud efektifitas adalah algoritma *branch and bound* belum tentu dapat menyelesaikan permainan N-Puzzle.
- Proses perhitungan pada pencarian nilai *cost* pada algoritma *branch and bound* kurang tepat, karena jika nilai *cost* pada setiap cabang sama, maka algoritma tidak akan menemukan solusi yang tepat, dikarenakan algoritma tidak akan mengetahui nilai *cost* mana yang akan diambil.

5.2. Saran

Saran terhadap pengembangan sistem lebih lanjut dapat dilakukan dengan cara memperbaiki perhitungan nilai *cost* pada algoritma *branch and bound*, yang dimaksud adalah jika terdapat nilai *cost* yang sama pada setiap cabang, algoritma *branch and bound* masih dapat menentukan nilai mana yang harus diambil.

DAFTAR PUSTAKA

- Archer, Aaron F. (1999). *A Modern Treatment of the 15 Puzzle*. Diakses 17 Agustus 2011 dari, <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/academic/class/15859-f01/www/notes/15-puzzle.pdf>
- Balschko, Matthew B. *Branch and Bound Strategies for Non-maximal Suppression in Object Detection*. Diakses 25 Oktober 2011 dari, <http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/publications/2011/Balschko11/balschko11.pdf>
- Chapelle, O., Sindhwani, V., & Keerthi, S.S. *Branch and Bound for Semi Supervised Support Vector Machines*. Diakses 17 Agustus 2011 dari, <http://people.cs.uchicago.edu/~vikass/bb.pdf>
- Clausen, Jens (1999). *Branch and Bound Algorithms Principles and Examples*. Diakses 17 Agustus 2011 dari, <http://www.imada.sdu.dk/~jbj/heuristikker/TSPtext.pdf>
- Ertel, Wolfgang. (2011). *Introduction To Artificial Intelligence*. Germany : Springer.
- Fokkinga, Maarten M. (2004). *An exercise in Transformational Programming Backtracking and Branch-and-Bound*. Diakses 4 November 2011 dari, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.6.3&rep=rep1&type=pdf>

Hayes, Richard. (2001). *The Sam Loyd 15-Puzzle*. Diakses 5 Agustus 2011 dari, <http://www.scss.tcd.ie/publications/tech-reports/reports.01/TCD-CS-2001-24.pdf>

Helmbold, David. (2005). *A short note on Branch and Bound*. Diakses 18 Agustus 2011 dari, <http://classes.soe.ucsc.edu/cms102/Spring05/branchNbound.pdf>

Indriani, R.F., Armyta, D. & Safrina, R. *Pendekatan Branch and Bound Secara Breadth First dan Depth First*. Diakses 3 Agustus 2011 dari, <http://www.informatika.org/~rinaldi/Stmik/Makalah/MakalahStmik05.pdf>

Kiili, Kristian. (2005). *On Educational Game Design*. Diakses 25 Oktober 2011 dari, <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/51/kiili.pdf?sequence=1>

Munir, Rinaldi (2004). *Algoritma Branch and Bound*. Diakses 3 Agustus 2011 dari, <http://kur2003.if.itb.ac.id/file/trans-Bahan%20Kuliah%20ke-11.DOC>

Overmars, Mark. *Game Design In Education*. Diakses 25 Oktober 2011 dari, <http://www.cs.uu.nl/research/techreps/repo/CS-2004/2004-056.pdf>

