

Penerapan Algoritma Branch and Bound untuk Menentukan Rute Permainan dalam Kidzania

Arnettha Septinez (13514093)

Program Studi Sarjana Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

arnethaseptinez@hotmail.com

Abstract—Makalah ini membahas tentang algoritma Branch and Bound serta perannya dalam penentuan rute permainan di Kidzania. Branch and Bound merupakan algoritma yang biasa dipakai untuk mencari rute yang efektif (dapat dilihat dari berbagai sisi, baik dari sisi panjang rute maupun nilai rute). Pada makalah ini, akan dilakukan pendekatan Branch and Bound dengan Bound yang ditentukan sendiri oleh penulis.

Keywords—branch and bound; rute efektif; kidzania; permainan anak

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, semakin banyak taman rekreasi baik untuk umum maupun untuk anak-anak. Dufan, Taman Mini Indonesia Indah, dan Trans Studio adalah contoh taman rekreasi yang tak asing lagi bagi warga Indonesia. Berbagai wahana menarik ditawarkan di taman rekreasi tersebut. Selain tiga taman bermain yang telah disebutkan tadi, terdapat satu taman rekreasi untuk anak-anak yang cukup unik. Nama taman bermain tersebut adalah Kidzania.

Kidzania adalah taman rekreasi bernuansa edukasi yang resmi dibuka pada bulan November 2007. Taman rekreasi yang terdiri dari dua lantai ini terletak di Pacific Place Jakarta dan memiliki luas 7500m². Pada hari Senin sampai Kamis, Kidzania dibuka pada pukul 09.00 – 16.00 WIB sedangkan pada hari Jumat sampai Minggu, Kidzania dibuka pada pukul 09.00 – 20.00 WIB. Wahana-wahana di Kidzania dapat dimainkan oleh anak usia 4 – 16 tahun dengan lama bermain 5 atau 7 jam (bergantung sesuai tiket yang dipilih).

Mengapa Kidzania disebut sebagai taman rekreasi yang unik? Taman rekreasi ini memiliki ‘kota’ yang sama dengan nama taman itu sendiri, yaitu Kidzania; dan hanya di kota Kidzania, anak-anak dapat memainkan peran sebagai orang dewasa dengan menjalankan dan mempelajari berbagai profesi. Untuk merealisasikan suasana, anak-anak yang bermain di Kidzania dipanggil dengan sebutan “Ibu” atau “Bapak” oleh para pemandu kegiatan di Kidzania yang disebut “Zupervisor”.

Saat pertama memasuki kota Kidzania, pemain akan diberikan ‘modal’ dalam bentuk cek sebesar 50 Kidzos (mata uang resmi di kota Kidzania) dan dipersilahkan untuk

membuka rekening bank (opsional). Di kota ini terdapat lebih dari 100 jenis profesi dan pekerjaan, seperti dokter, tukang salon, pengisi suara, maupun penyiar. Pada masing-masing kegiatan, pemain akan diberikan segaram sesuai dengan profesi atau pekerjaan yang sedang ‘dimainkan’. Pekerjaan pada umumnya dilakukan secara berkelompok. Setelah menyelesaikan pekerjaan, pemain akan diberikan ‘gaji’. Gaji tiap pekerjaan berbeda-beda, berada di kisaran 5 – 20 Kidzos.

Selain wahana yang mensimulasikan pekerjaan untuk mendapatkan uang, terdapat juga wahana yang ‘menghabiskan uang’. Wahana ini pada umumnya wahana yang bersifat konsumtif namun tetap mendidik, seperti belajar membuat pizza, membuat mie, dan sekolah mengemudi untuk mendapatkan Surat Izin Mengemudi (SIM).

Karena seru dan uniknya wahana di Kidzania, tentunya akan banyak pemain yang merasa kurang puas dalam artian ingin terus bermain, ditambah lagi dengan banyaknya variasi wahana dan durasi bermain yang terbatas. Oleh karena itu, untuk mendapatkan pengalaman yang maksimal, pemain disarankan untuk dapat menentukan rute yang efektif dalam menentukan wahana apa saja yang akan dimainkan.

Makalah ini bertujuan untuk memudahkan pemain dalam menentukan rute wahana yang sebaiknya diambil. Dengan begitu, rasa puas dari pemain yang memilih wahana secara efektif diharapkan dapat meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan memilih wahana secara acak.

Ide dari makalah ini juga dapat dengan mudah diimplementasikan dengan pembuatan aplikasi berbasis mobile yang dapat diunduh oleh pemain. Dengan hal ini, diharapkan pemain dapat memilih rute efektif dengan mudah tanpa harus menghitung sendiri proses-proses branch and bound yang terjadi.

Algoritma branch and bound dipilih untuk menyelesaikan masalah ini karena algoritma inilah yang meng-cover kebutuhan pemecahan masalah, yaitu fitur bound sehingga penulis dapat mendefinisikan fungsi yang mempengaruhi pemilihan rute dengan pertimbangan-pertimbangan yang cukup matang.

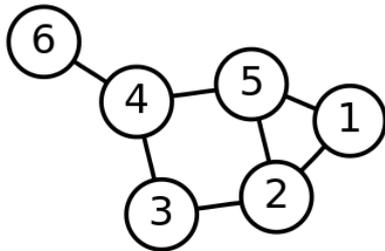
II. DASAR TEORI

A. Graf

Graf merupakan representasi yang biasa digunakan untuk memodelkan hubungan objek-objek. Objek digambarkan dengan simpul dan hubungannya digambarkan dengan sisi atau garis yang menghubungkan objek tersebut dengan objek lainnya. Secara matematis, graf G didefinisikan dengan pasangan himpunan (V, E) , dengan:

- V adalah himpunan tak kosong dari simpul (dapat disebut titik, *vertex*, atau *node*)
- E adalah himpunan sisi yang menghubungkan dua buah simpul (dapat disebut *edge*, rusuk, atau *line*)

Dari definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa objek-objek dalam graf mungkin tidak memiliki keterhubungan. Akan tetapi, untuk membentuk graf, harus terdapat suatu objek.



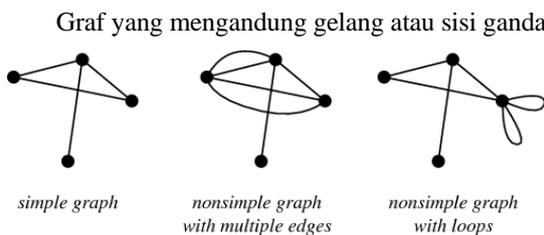
Gambar 2-1 Graf

(Sumber: http://teori-graf.cb.web.id/ind/1303-1193/Teori-graf_52208_uic_teor-graf-cb.html)

Himpunan simpul untuk Gambar 2-1 adalah $V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ dan himpunan sisinya adalah $E = \{(1, 2), (1, 5), (2, 3), (2, 5), (3, 4), (4, 5), (4, 6)\}$

Graf terdiri dari beberapa jenis. Jenis-jenis tersebut terbagi berdasarkan sudut pandang bagaimana graf tersebut dilihat. Berikut ini jenis-jenis graf:

1. Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada graf
 - Graf sederhana (*simple graph*)
Graf yang tidak memiliki gelang atau sisi ganda
 - Graf tak-sederhana (*nonsimple graph*)
Graf yang mengandung gelang atau sisi ganda

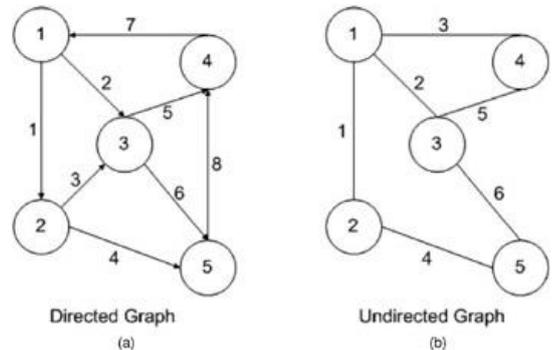


Gambar 2-2 Graf berdasarkan gelang dan sisi

(Sumber: <http://mathworld.wolfram.com/SimpleGraph.html>)

2. Berdasarkan jumlah simpul
 - Graf berhingga (*limited graph*)
Graf yang memiliki jumlah simpul n , dengan n adalah angka yang berhingga
 - Graf tak berhingga (*unlimited graph*)
Graf yang memiliki simpul yang tak berhingga banyaknya

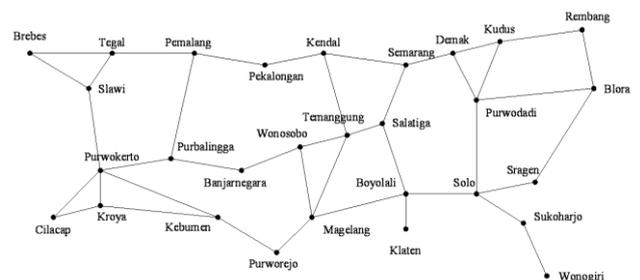
3. Berdasarkan orientasi arah ada sisi
 - Graf tak berarah (*undirected graph*)
Graf yang sisinya tidak memiliki arah. Jadi, simpul (v_i, v_j) dan (v_j, v_i) merupakan sisi yang sama
 - Graf berarah (*directed graph* atau *digrah*)
Graf yang sisinya memiliki arah. Masing-masing sisi memiliki simpul asal dan simpul terminal. Oleh karena itu, (v_i, v_j) dan (v_j, v_i) merupakan sisi yang berbeda. Pada sisi (v_i, v_j) , v_i disebut simpul asal dan v_j disebut simpul terminal



Gambar 2-3 (a) Graf berarah, (b) Graf tak berarah

(Sumber: <http://www.globalspec.com/reference/78896/203279/appendix-3-graph-model-for-network>)

Penerapan graf dalam kehidupan sehari-hari cukup banyak. Graf dapat dimanfaatkan sebagai model rangkaian listrik, gugus kimia, dan yang paling sering adalah model dari keterhubungan suatu wilayah.



Gambar 2-4 Graf wilayah Jawa Timur

(Sumber: <http://getmorefiles.net/peta-jalan-jawa-timur/>)

B. Algoritma Branch and Bound

Algoritma Branch and Bound merupakan salah satu metode pencarian dalam ruang solusi. Ruang solusi algoritma Branch and Bound dibangun dengan skema Breadth-First Search, akan tetapi penelusurannya tidak berdasarkan urutan pembangkitannya. Setiap simpul solusi pada pohon Branch and Bound diberi cost, sehingga penelusurannya dilakukan berdasarkan *cost* ($\hat{c}(i)$) setiap simpul. Simpul mana yang akan diekspan bergantung dengan kebutuhan, apakah simpul dengan *cost* minimum atau simpul dengan *cost* maksimum yang dibutuhkan.

Secara singkat, algoritma Branch and Bound dapat disebut strategi algoritma yang mengusahakan agar pohon pencarian menjadi sekecil mungkin. Sesuai dengan namanya, Branch and Bound terdiri dari 2 tahap, yaitu:

1. Branch, artinya membangun semua cabang pohon yang mungkin menuju solusi
2. Bound, artinya menghitung simpul mana yang masih hidup dan simpul mana yang merupakan simpul mati dengan menggunakan fungsi batas.

Terdapat 3 teknik Branch and Bound, yaitu:

1. FIFO Branch and Bound
Teknik ini menerapkan prinsip *queue* dengan mekanisme *first in first out*. Simpul yang lebih dulu dibangkitkan akan lebih dulu diproses.
2. LIFO Branch and Bound
Teknik ini menggunakan prinsip *stack* dengan mekanisme *last in first out*. Simpul yang terakhir dibangkitkan akan lebih dulu diproses.
3. *Least Cost* Branch and Bound
Teknik ini menggunakan penghitungan *cost* setiap simpul. Simpul mana yang akan diproses lebih dulu akan disesuaikan dengan kebutuhan.

Algoritma Branch and Bound secara umum:

1. Masukkan simpul ke dalam antrian Q, jika simpul adalah solusi, maka *goal* telah didapat dan pencarian dihentikan
2. Jika Q kosong, solusi tidak ditemukan, hentikan pencarian
3. Jika Q tidak kosong, pilih simpul *i* yang memiliki nilai *cost* $\hat{c}(i)$ yang sesuai dengan kebutuhan ($\hat{c}(i)$ minimum jika membutuhkan nilai simpul yang minimum dan $\hat{c}(i)$ maksimum jika membutuhkan nilai simpul yang maksimum). Jika terdapat lebih dari 1 simpul yang memenuhi, pilih salah satu secara sembarang
4. Jika simpul *i* adalah solusi, *goal* telah didapat dan pencarian dihentikan. Jika simpul *i* bukan solusi, bangkitkan seluruh anak dari simpul *i*. Akan tetapi, jika simpul *i* bukan solusi dan tidak memiliki anak, kembali ke langkah 2

5. Untuk setiap simpul *j* yang merupakan anak dari simpul *i*, hitung $\hat{c}(j)$. Masukkan semua anak tersebut ke antrian Q
6. Kembali ke langkah 2 hingga solusi ditemukan atau hingga antrian kosong.

Kriteria pemangkasan simpul secara umum:

1. Nilai simpul tidak lebih baik dari nilai terbaik simpul sejauh ini
2. Simpul tidak merepresentasikan nilai yang '*feasible*' karena adanya batasan yang dilanggar
3. Solusi yang '*feasible*' pada simpul tersebut hanyalah satu simpul, sehingga tidak ada simpul lain yang memenuhi.

III. PENERAPAN ALGORITMA BRANCH AND BOUND UNTUK MENENTUKAN RUTE PERMAINAN

Wahana di Kidzania cukup banyak dan hampir tidak mungkin untuk menyelesaikan semua wahana dalam durasi 5-7 jam. Oleh karena itu, sebaiknya pemain menentukan rute mana yang paling efektif untuk dimainkan, terutama saat waktu bermain sudah hampir habis.



Gambar 3-1 Peta lantai atas Kidzania

(Sumber: <http://www.kidzania.co.id/>)



Gambar 3-2 Peta lantai bawah Kidzania

(Sumber: <http://www.kidzania.co.id/>)



Gambar 3-3 Legenda peta Kidzania

(Sumber: <http://www.kidzania.co.id/>)

Berdasarkan peta, terdapat wahana yang dapat dimainkan untuk menambah uang (dengan bekerja) maupun membelanjakan uang. Uang yang dapat diperoleh dan dibelanjakan dapat berbeda pada masing-masing wahana. Setiap wahana juga memiliki durasi untuk menyelesaikan kegiatannya sendiri.

Pada makalah ini, akan dibahas cara untuk menentukan rute dengan penghasilan yang maksimal. Didefinisikan *bound* sebagai berikut:

$$\hat{c}(i) = \sum m + (t \times d) \quad (1)$$

- m = uang yang diperoleh
- t = waktu yang tersisa (dalam menit)
- d = densitas terbesar yang bisa didapatkan selanjutnya (densitas akan didefinisikan)

A. Contoh Komputasi

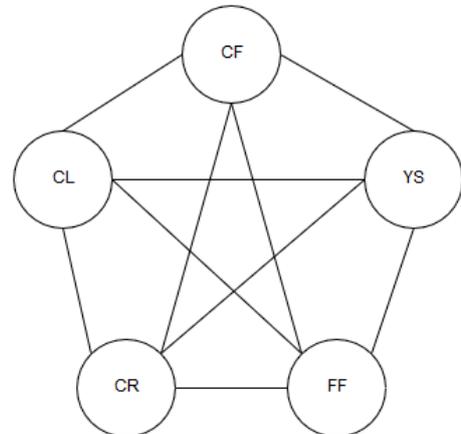
Pada subbab ini, akan dibahas contoh penentuan rute efektif yang sebaiknya diambil. Akan digunakan fungsi batas yang sebelumnya telah didefinisikan pada persamaan (1).

Misalkan seorang anak memiliki waktu sisa bermain sebanyak 70 menit dengan rincian wahana yang belum dimainkan sebagai berikut:

Tabel 3-1 Detil wahana

Nama Wahana	Durasi Bermain (D)	Earned (E)	Spent (S)	Densitas (E-S)/D
Chocolate Factory	20 menit	10 Kidzos	-	1/2
CSI Lab	30 menit	20 Kidzos	-	2/3
Yakult Science Lab	25 menit	20 Kidzos	-	4/5
Car Racing	25 menit	-	20 Kidzos	-(4/5)
Fire Fighter	30 menit	10 Kidzos	-	1/3

Graf yang terbentuk adalah:

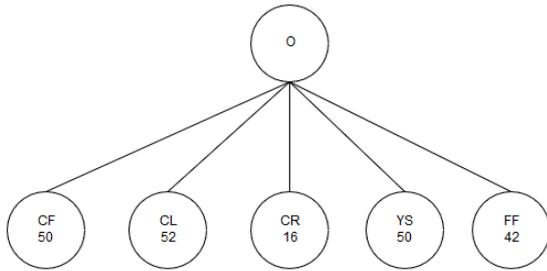


Gambar 3-4 Graf wahana yang belum dimainkan

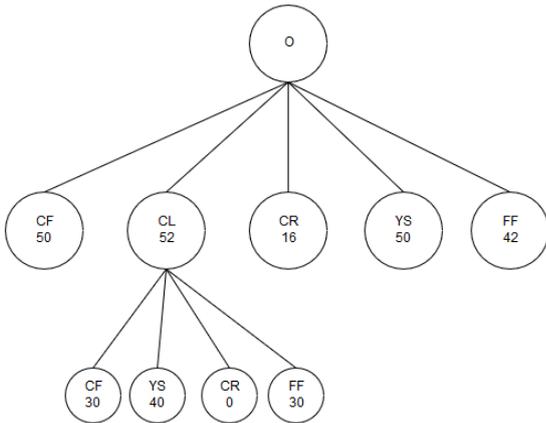
Perhatikan bahwa graf yang terbentuk adalah graf lengkap tak berarah karena suatu wahana dapat dituju dan menuju seluruh wahana lainnya. Penamaan simpul graf disesuaikan dengan inisial masing-masing wahana. Densitas yang bernilai 0 (tidak mengambil) dapat dipilih jika sisa wahana densitasnya hanya yang bernilai negatif. Pengambilan rute selalu berbeda.

Tahapan:

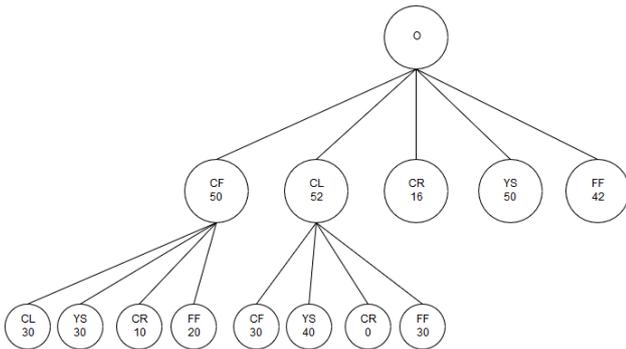
1. Hidupkan seluruh simpul dan hitung seluruh bound-nya



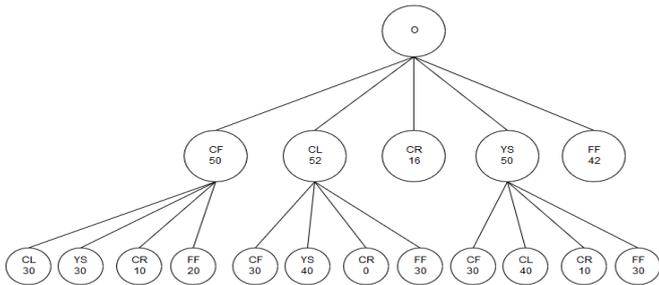
2. Bound terbesar bernilai 52, ekspansi CL



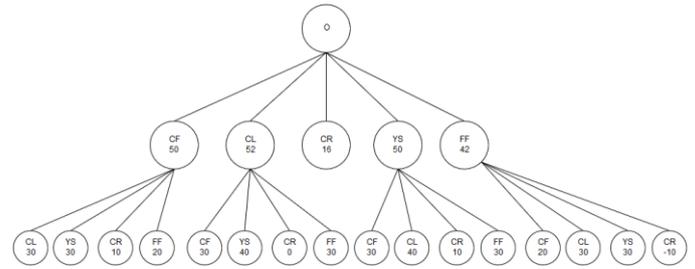
3. Bound terbesar bernilai 50, ekspansi CF



4. Bound terbesar bernilai 50, ekspansi YS



5. Bound terbesar bernilai 42, ekspansi FF



Sudah tidak ada simpul yang dapat diekspan lagi karena waktu yang tersisa. Bound terbesar adalah 40 dengan simpul CL dan YS. Oleh karena itu, wahana yang sebaiknya dimainkan dengan waktu yang tersisa adalah CSI Lab dan Yakult Science Lab untuk mendapatkan 40 Kidzos tambahan.

B. Implementasi pada Aplikasi Mobile

Akan menjadi kurang praktis jika penerapan Branch and Bound ini tidak memiliki *tools* pembantu bagi penggunanya. Jika pemain memiliki sisa waktu dan jumlah wahana yang belum dimainkan yang relatif banyak, Waktu yang dimiliki pemain justru akan habis terbuang untuk menghitung seluruh kemungkinan yang ada.

Agar penerapan ini dapat bermanfaat dan praktis digunakan oleh pemain, pembuatan aplikasi *mobile* dapat dilakukan. Aplikasi tersebut dapat diunduh sendiri ke *gadget* pemain ataupun disediakan sendiri *gadget* khusus oleh pihak Kidzania.

Berikut ini adalah usulan *interface* yang dapat digunakan:

- Main Menu



Gambar 3-5 Main Menu

Aplikasi ini bernama "Where Should I Go?". Pada menu awal, pengguna akan dipersilahkan memilih bahasa.

- Menu untuk input pengguna



Gambar 3-6 Input Menu

Ini adalah menu yang ditampilkan setelah pengguna memilih bahasa Indonesia. Tempat yang ditampilkan terurut membesar sesuai abjad. Menu input ini berfungsi untuk ‘memberitahu’ aplikasi wahana apa saja yang telah dikunjungi pengguna dan sisa waktu yang dimilikinya untuk komputasi selanjutnya. Untuk menampilkan hasil, pengguna harus menekan tulisan “cari tahu harus ke mana lagi!”

- Tampilan hasil



Gambar 3-7 Hasil

Akan ditampilkan wahana yang sebaiknya dikunjungi pengguna, jumlah Kidzoz yang diperoleh, serta waktu yang tersisa jika wahana tersebut dikunjungi. Jika pengguna ingin melakukan komputasi dengan wahana yang berbeda, pengguna dapat menekan tulisan “cari tahu lagi!”

Aplikasi ini merupakan aplikasi yang sangat sederhana sehingga tidak perlu memerlukan banyak *memory* dari *gadget* pengguna. Info durasi bermain serta banyaknya Kidzoz yang akan didapat maupun dikeluarkan pada wahana tertentu juga telah tersedia dalam aplikasi ini. Jika terjadi perubahan, akan dilakukan *update* dan pengguna dianjurkan untuk mengunduh versi terbaru aplikasi.

Bahasa pada aplikasi ini juga dirancang dengan bahasa yang menyenangkan untuk menyesuaikan dengan bahasa anak-anak. Dengan begitu, diharapkan pengguna yang umurnya berada dalam rentang 4 – 16 tahun dapat dengan nyaman menggunakan aplikasi ini.

IV. SIMPULAN

Algoritma Branch and Bound dapat diterapkan untuk mencari rute efektif dalam memilih wahana di Kidzania. Bukan hanya itu saja, penerapan ini dapat diimplementasikan secara nyata, contohnya dengan membuat aplikasi *mobile*. Dengan adanya aplikasi ini, bukan hanya pengunjung yang memudahkan tetapi pihak Kidzania juga mendapat keuntungan karena semakin praktis pengunjung bermain di Kidzania, pengunjung akan cenderung ingin kembali bermain di Kidzania.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya dalam pengerjaan makalah ini hingga makalah ini dapat diselesaikan. Saya juga mengucapkan terima kasih pada Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT. dan Dr. Nur Ulfa Maulidevi, ST., M.Sc. selaku dosen IF2211 Strategi Algoritma prodi Teknik Informatika ITB atas bimbingannya. Tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan inspirasi dalam penyempurnaan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2006. *Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika STEI ITB.
- [2] Munir, Rinaldi. 2009. *Diktat Kuliah IF2211 Strategi Algoritma*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika STEI ITB.
- [3] Slide Presentasi T0034: Perancangan & Analisis Algoritma Branch and Bound (1)
Diakses pada 6 Mei 2016, pukul 17.20 WIB
- [4] Slide Presentasi IF2211: Strategi Algoritma Branch & Bound
Diakses pada 6 Mei 2016, pukul 20.05 WIB
- [5] <http://www.kidzania.co.id/>
Diakses pada 7 Mei 2016, pukul 12.56 WIB
- [6] <http://london.kidzania.com/en-uk/activities>
Diakses pada 7 Mei 2016, pukul 12.56 WIB

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 7 Mei 2016

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized letter 'A' followed by several overlapping, cursive-like strokes.

Arnettha Septinez (135141093)