

Pemilihan Lokasi Pembangunan Tower BTS dengan Memanfaatkan Algoritma Greedy dan Branch & Bound

13514061 – Robert Sebastian Herlim¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

¹ngiooong@yahoo.com

Abstract—Pemilihan lokasi pembangunan tower BTS kini menjadi sebuah persoalan klasik yang dihadapi oleh perusahaan operator seluler. Pemilihan lokasi tower BTS yang baik adalah lokasi tower BTS yang lokasi yang murah, strategis, ramai pengguna, dan tepat sasaran. Tentunya dengan total kerugian pembangunan sekecil-kecilnya. Pada makalah ini akan dibahas bagaimana melakukan optimasi pemilihan lokasi pembangunan tower BTS di suatu kota dengan beberapa pendekatan, yaitu pendekatan yang menggunakan algoritma Greedy dan pendekatan dengan algoritma Branch & Bound. Tiap pendekatan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang juga akan diuraikan dalam makalah ini.

Keywords—base transceiver station, branch and bound, greedy, optimasi, pemilihan lokasi.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, teknologi komunikasi telah berkembang dengan pesat. Berbagai jenis *smartphone*, koneksi internet, *internet service provider*, dan operator seluler bermunculan dimana-mana. Kebutuhan internet semakin dibutuhkan untuk segala aspek kehidupan, mulai dari pendidikan, ekonomi, politik, kesehatan, industri, hingga aspek sosial budaya. Bahkan dengan proyek *internet.org*, Facebook menargetkan seluruh wilayah di dunia (terutama negara-negara berkembang) untuk mendapatkan akses internet yang memadai. Manusia zaman sekarang yang hidup tanpa internet bagaikan seekor burung yang dipotong sayapnya, karena tidak lagi bisa terbang dan melihat perkembangan dunia di lingkungan sekitarnya.

Kini, tiap operator seluler selalu berlomba-lomba untuk mengeluarkan paket-paket berlangganan internet rentang harga, kecepatan internet, serta kestabilan sinyal yang bervariasi juga. Pemilihan paket oleh konsumen tentu saja akan didasarkan pada ketiga parameter yang saling berhubungan tersebut. Tak ada gunanya paket yang menjanjikan kecepatan tinggi namun sinyal tidak stabil, begitu pula sebaliknya. Karena itu, konsumen harus cerdas dalam menentukan paket internet yang akan digunakannya.

Ada banyak cara yang dapat dilakukan oleh perusahaan operator seluler untuk meningkatkan kualitas kestabilan sinyal suatu operator seluler. Salah satu caranya yaitu dengan menambah jumlah tower Base Transceiver Station (BTS).

Semakin banyak jumlah BTS di suatu kota, semakin kuat sinyal operator seluler di kota tersebut. Dengan penambahan tower BTS juga akan berdampak daerah-daerah pelosok di kota tersebut lebih memungkinkan untuk mendapat sinyal.



Gambar 1 Salah satu tower BTS di Bandung (Sumber : <http://techno.okezone.com/read/2010/03/16/54/312936/96-bts-di-bandung-diduga-tak-miliki-izin> diakses pada 6 Mei 2016 pukul 15.10 WIB)

Dalam kenyataannya, pembangunan sebuah tower BTS tidak semudah perencanaannya. Sudah banyak sekali titik-titik rencana pembangunan tower BTS, namun sangat sulit untuk direalisasikan. Hal ini dipicu oleh faktor-faktor antara lain, penduduk tidak mau terganggu, biaya pembangunan, kurang padatnya penduduk di daerah tersebut, dan lain sebagainya. Untuk itu, perlu adanya optimasi pemilihan lokasi-lokasi pembangunan tower BTS sehingga mampu mencakup seluruh tempat dalam wilayah administrasi tertentu dengan keuntungan sebesar-besarnya, atau kerugian sekecil-kecilnya, sehingga pembangunan tower BTS yang dilakukan diharapkan menjadi tower yang produktif, mangkus, dan sangkil.

II. DASAR TEORI

A. Algoritma Greedy

Algoritma Greedy merupakan pendekatan untuk menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan optimasi. Algoritma Greedy merupakan algoritma yang didasarkan oleh sifat dasar manusia yang rakus dan tamak, yaitu menekankan untuk mengambil apa yang bisa diambil pada kondisi saat ini tanpa mempertimbangkan konsekuensi yang mungkin dapat terjadi akibat dari pemilihan kondisi tersebut.

Algoritma Greedy membentuk sebuah solusi langkah per langkah, dimana pada setiap langkah terdapat beberapa pilihan

yang akan diseleksi untuk dipilih oleh algoritma *Greedy*. Penyeleksian ini akan dilakukan oleh sebuah *fungsi seleksi* yang ditentukan oleh pembuat solusi. Dalam setiap langkah yang dipilih, algoritma *Greedy* akan menghasilkan sebuah langkah *optimum lokal* yang belum tentu mengarah ke solusi paling optimal (*optimum global*), namun merupakan solusi yang paling optimal dalam langkah tersebut.

Beberapa elemen-elemen penyusun sebuah algoritma *Greedy* antara lain,

1. Himpunan kandidat, yaitu himpunan seluruh kemungkinan solusi yang masih memungkinkan untuk dapat mengarah ke solusi.
2. Himpunan solusi, yaitu sebuah himpunan bagian dari himpunan kandidat yang dianggap menjadi solusi. Sebuah solusi yang terbentuk akan terbentuk dari hasil seleksi oleh fungsi seleksi, fungsi kelayakan, dan fungsi obyektif.
3. Fungsi seleksi, yaitu fungsi yang digunakan untuk melakukan pemilihan di tiap langkah. Pilihan yang akan diambil merupakan pilihan yang dapat memberikan keuntungan paling maksimal.
4. Fungsi kelayakan, yaitu fungsi yang digunakan untuk melakukan verifikasi sebuah kelayakan sebuah solusi dengan batasan-batasan yang didefinisikan pada permasalahan.
5. Fungsi obyektif, yaitu fungsi yang menyatakan obyektif (*goal*) dari algoritma *Greedy*.

B. Algoritma Branch & Bound

Algoritma *Branch & Bound* adalah algoritma perpaduan dari *Breadth-First Search* dan *Least-Cost Search*, yaitu mengekspansi simpul berikutnya berdasarkan nilai *cost* (biaya) yang dimiliki oleh tiap simpul. Umumnya algoritma *Branch & Bound* digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimasi, yaitu persoalan yang meminimalkan atau memaksimalkan fungsi obyektifnya yang tetap dianggap *feasible* (layak) oleh fungsi kelayakannya. Dengan kata lain, solusi yang dihasilkan tidak boleh melanggar batasan-batasan yang didefinisikan pada persoalan.

Salah satu karakteristik unik dari algoritma B&B yaitu dengan adanya *fungsi pembatas* (*bounding function*). Setiap simpul diberikan sebuah nilai *cost* (biaya), yang merupakan nilai taksiran batas bawah biaya minimal yang diperlukan untuk mencapai simpul daun dengan melewati simpul tersebut. Dengan atribut *cost* ini, algoritma B&B akan menentukan simpul mana yang perlu diekspansi terlebih dahulu, yaitu simpul yang memiliki total nilai *cost* paling kecil. Selain itu, nilai *cost* juga dapat menentukan apakah suatu simpul masih mungkin mengarah ke sebuah solusi dan perlu diekspansi lebih lanjut dengan memanfaatkan nilai *cost minimum* yang ditemukan ketika menemukan sebuah solusi.

Nilai *cost* pada sebuah simpul merupakan penjumlahan dari 2 jenis *cost*, yaitu

$$\hat{c}(i) = \hat{f}(i) + \hat{g}(i)$$

$\hat{c}(i)$ = ongkos untuk simpul i

$\hat{f}(i)$ = ongkos mencapai simpul i dari akar

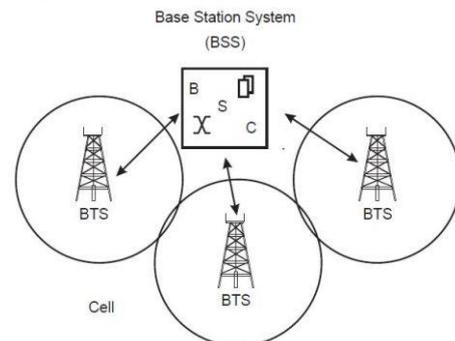
$\hat{g}(i)$ = ongkos mencapai simpul tujuan dari simpul i .

Secara umum, prosedur untuk menyelesaikan suatu masalah dengan algoritma B&B memiliki skema *pseudocode* seperti berikut ini

1. Masukkan simpul akar ke dalam agenda Q.
2. Ambil sebuah simpul dari agenda Q yang memiliki nilai *cost* paling kecil.
3. Apabila simpul tersebut adalah solusi, ubah nilai *minimum_cost_so_far* dengan nilai *cost* tersebut.
4. Apabila simpul tersebut bukan simpul solusi dan masih dapat dilakukan ekspansi, lanjutkan ekspansi simpul tersebut dan masukkan ke agenda Q.
5. Ulangi langkah 2 hingga agenda Q sudah kosong. Nilai minimum tersimpan dalam *minimum_cost_so_far*.

C. Base Transceiver Station

Base Transceiver Station (BTS) merupakan sebuah bagian dari *Base Station Subsystem* (BSS) yang digunakan untuk memantau perkembangan untuk suatu sistem manajemen. Sebuah BSS dilengkapi dengan peralatan untuk melakukan enkripsi dan dekripsi komunikasi, spektrum penyaringan alat (*band pass filter*), dan lain-lain. Salah satu fungsi BTS adalah sebagai perantara perangkat komunikasi antara pengguna dengan jaringan menuju jaringan lain. Suatu area cakupan pancaran BTS disebut sebuah *sel*. Dari beberapa BTS kemudian dikontrol oleh suatu *Base Station Controller* (BSC) yang terhubung dengan koneksi *microwave* atau serat optik.



Gambar 2 Struktur Base Station Subsystem (Sumber: <https://fast1991.wordpress.com/2011/09/07/sekilas-mengenai-sistem-selular/> diakses pada 6 Mei 2016 pukul 15.32 WIB)

Sebuah BTS dilengkapi dengan perlengkapan radio yang diperlukan untuk mendefinisikan suatu sel dan menangani protocol jalur radio dengan stasiun bergerak. Di daerah-daerah yang padat penduduk yang luas, dibutuhkan banyak BTS untuk mencakup seluruh pengguna di wilayah tersebut. Untuk itu, BTS harus memenuhi beberapa prasyarat, yaitu tahan banting (*ruggedness*), reabilitas, portabilitas, dan biaya minimum.

III. STRATEGI PEMILIHAN LOKASI TOWER BTS

A. Pendekatan Greedy

Salah satu tujuan pemilihan lokasi *tower* BTS dengan pendekatan *Greedy* antara lain supaya seluruh wilayah dalam suatu kota dapat tercakup oleh sinyal operator yang baik sehingga kestabilan koneksi internet dapat terjamin. Algoritma ini didasarkan dengan pegangan “*apabila ada suatu wilayah yang belum tercakup oleh sinyal operator, maka sebuah tower BTS perlu dibangun di wilayah tersebut*”

Secara umum, langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk melakukan pemilihan dengan algoritma ini antara lain sebagai berikut

1. Pilih sebuah wilayah yang belum dapat dijangkau oleh sinyal operator yang bersangkutan.
2. Pilih sebuah kandidat lokasi *tower* BTS yang terdekat dari wilayah tersebut, bangun *tower* BTS pada lokasi tersebut.
3. Ulangi langkah pertama hingga seluruh wilayah pada kota yang bersangkutan sudah tercakup oleh *tower*-*tower* BTS.

Namun, dapat dimungkinkan melakukan pemilihan dengan algoritma *Greedy* dengan variasi fungsi seleksi yang lain. Beberapa jenis fungsi seleksi yang lain yang juga dapat diterapkan dalam pemilihan dengan pendekatan algoritma *Greedy* antara lain

1. *Greedy by* harga tanah
2. *Greedy by* profit *tower* BTS

Greedy by harga tanah cocok digunakan untuk kota-kota yang memiliki harga tanah yang relatif tinggi, sehingga anggaran yang dikeluarkan harus sekecil mungkin. Namun tentu saja, pendekatan dengan menggunakan fungsi seleksi harga tanah minimal seringkali tidak tepat sasaran dan banyak pemilihan BTS di titik-titik yang berdekatan. Selain itu juga wilayah yang memiliki harga tanah yang rendah biasanya kurang padat penduduknya.

Sedangkan *Greedy* dengan *profit* masih dapat dimungkinkan untuk dilakukan. Parameter keuntungan pembangunan sebuah *tower* BTS dapat ditentukan dari beberapa hal, antara lain

1. Kepadatan pengguna dalam wilayah tersebut,
2. Densitas sinyal di wilayah tersebut,
3. Jumlah kebutuhan pengguna di wilayah tersebut, dan
4. Wilayah *cell* baru yang baru ter-*cover* akibat pembangunan *tower* BTS tersebut,

B. Pendekatan Branch & Bound

Seperti yang sudah diuraikan pada subbab sebelumnya, pembangunan sebuah *tower* BTS tidak hanya ditentukan oleh wilayah-wilayah yang belum tercakup. Banyak pertimbangan-pertimbangan lain yang dapat menyebabkan pembangunan sebuah *tower* BTS di sebuah wilayah yang sebetulnya sudah memiliki sebuah *tower* BTS. Pertimbangan tersebut misalnya dengan mempertimbangkan jumlah kebutuhan dan kepadatan

pengguna di suatu wilayah. Sangat merugikan apabila perusahaan operator seluler membangun sebuah *tower* BTS di wilayah yang tidak memiliki pengguna. Sebaliknya, akan sangat menguntungkan bagi perusahaan operator seluler untuk membangun sebuah *tower* BTS di wilayah yang sangat padat penduduknya dan jumlah kebutuhan akses internetnya cukup tinggi (atau bahkan melampaui batas normal). Untuk itu, perlu ada sebuah pendekatan baru yang akan mempertimbangkan *profit* (keuntungan) pembangunan sebuah *tower* BTS bersamaan dengan mempertimbangkan biaya yang akan dikeluarkan untuk membangun *tower* BTS tersebut.

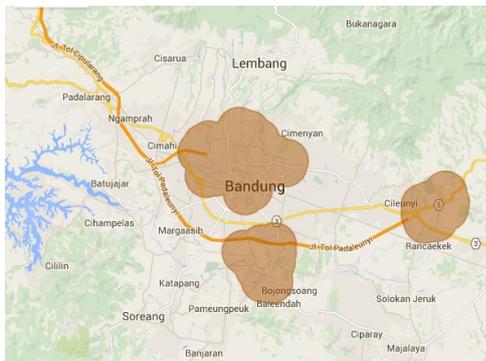
Untuk mempermudah perhitungan, setiap faktor penentu keuntungan pembangunan sebuah *tower* BTS dapat direpresentasikan sebagai sebuah angka numerik. Misalkan, densitas sinyal di suatu wilayah dapat dinyatakan dalam persentase wilayah yang memiliki densitas sinyal yang baik, atau kepadatan pengguna yang umumnya memiliki angka numerik yang besar dapat dinyatakan dalam bentuk logaritma. Biarlah seorang *pakar* atau statistikawan yang akan menentukan nilai tersebut. Nilai tersebut akan dijadikan sebagai *fungsi pembatas* (*upper bound*) untuk menentukan pemilihan kombinasi lokasi *tower* BTS yang akan dibangun nantinya.

Karena biaya pembangunan sebuah *tower* BTS relatif mahal, seringkali perusahaan operator seluler membatasi jumlah kerugian yang boleh dikeluarkan sebagai anggaran pembangunan *tower* BTS di suatu kota. Parameter penentu biaya pembangunan sebuah *tower* BTS bukan hanya harga tanah, melainkan banyak faktor-faktor penentu lain yang juga perlu dipertimbangkan untuk membangun sebuah *tower* BTS. Faktor-faktor tersebut misalnya tingkat kerugian yang dialami penduduk sekitar akibat pembangunan *tower* BTS, medan lapangan tanah lokasi *tower* BTS yang akan dibangun, ongkos tenaga kerja yang terlibat dalam pembangunan *tower*, dan lain sebagainya. Seperti halnya nilai *profit*, nilai biaya secara keseluruhan yang diperlukan untuk membangun sebuah *tower* BTS juga perlu dikalkulasi.

Sampai pada tahap ini, setiap kandidat lokasi *tower* BTS yang akan dibangun akan memiliki 2 buah atribut nilai numerik, yaitu *profit* yang didapatkan ketika lokasi *tower* tersebut terpilih dan biaya/total kerugian secara keseluruhan yang harus dibayar oleh perusahaan operator seluler untuk membangun sebuah *tower* BTS di lokasi tersebut. Jika dilihat secara keseluruhan sampai tahap ini, persoalan ini sudah mirip dengan persoalan *1/0 Knapsack Problem*, yaitu persoalan memilih sejumlah barang dari barang-barang yang diberikan yang tidak melebihi bobot w dan memperoleh keuntungan sebesar-besarnya.

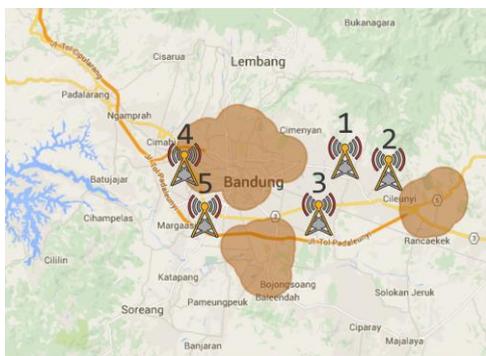
Secara umum, langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk melakukan pemilihan kombinasi lokasi-lokasi pembangunan *BTS* adalah sebagai berikut

1. Mulailah dari simpul akar, yaitu simpul yang menyatakan belum mengambil sebuah lokasi dari himpunan kandidat lokasi pembangunan *tower* BTS. Simpul akar adalah simpul dengan total anggaran yang



Gambar 4 Persebaran sinyal 4G operator 3 (Three) di kota Bandung
(Sumber: http://tri.co.id/coverage?utm_source=website&utm_medium=sitemenu diakses pada 7 Mei 2016 pukul 12.47 WIB)

Dari peta kondisi persebaran sinyal oleh operator Three, dapat dilihat bahwa persebaran sinyal 4G di Kota Bandung ternyata masih belum semua wilayah sudah tercover di kota Bandung. Untuk itu, perusahaan operator Three akan melakukan survei beberapa lokasi yang mungkin akan menjadi kandidat dibangunnya tower BTS untuk mencakup area yang belum ter-cover tersebut.



Keterangan :  titik rencana pembangunan tower BTS

Gambar 5 Peta perencanaan pembangunan tower BTS 4G
(Sumber gambar: http://tri.co.id/coverage?utm_source=website&utm_medium=sitemenu diakses pada 7 Mei 2016 pukul 12.47 WIB)

A. Pemilihan dengan Pendekatan Greedy

Hal yang terpenting untuk melakukan seleksi dengan pendekatan Greedy adalah fungsi seleksi yang diambil. Terdapat banyak sekali fungsi seleksi yang dapat dipakai untuk menentukan letak-letak tower BTS baru yang akan dibangun. Salah satu fungsi seleksi yang cukup umum adalah dengan mengambil titik-titik pada wilayah yang belum ter-cover oleh sinyal operator. Berdasarkan Gambar 6, lokasi-lokasi yang akan diambil dengan pendekatan Greedy adalah lokasi-lokasi bernomor 1, 2, 3, dan 5. Hal ini disebabkan karena pengambilan titik-titik tersebut menciptakan sebuah area coverage baru yang sebelumnya belum tercakup. Sebaliknya lokasi bernomor 4 tidak akan diambil karena sebagian besar lokasi baru yang akan tercakup sudah di-cover oleh BTS lain yang sudah berdiri di kota Bandung.

Fungsi seleksi yang lain yang mungkin dipakai antara lain dengan menggunakan harga tanah titik-titik kandidat pembangunan tower BTS tersebut. Penggunaan fungsi seleksi ini cocok digunakan apabila anggaran yang disediakan oleh perusahaan operator seluler terbatas, sehingga biaya pembangunan menjadi faktor penentu utama pemilihan lokasi pembangunan.

B. Pemilihan dengan Pendekatan Branch & Bound

Dalam penggunaan pendekatan yang menggunakan algoritma Branch & Bound, perlu ditentukan terlebih dahulu fungsi pembatas yang akan digunakan. Dalam hal ini, fungsi pembatas simpul akan dihitung dengan menggunakan taksiran nilai profit maksimum yang dapat diperoleh dari simpul sekarang, yang diperoleh dari persamaan

$$\hat{p}(x) = \hat{f}(x) + \hat{g}(x)$$

$\hat{p}(x)$ = taksiran total keuntungan yang dapat diperoleh melalui simpul x

$\hat{f}(x)$ = total keuntungan yang diperoleh dari simpul akar ke simpul x

$\hat{g}(x)$ = perkiraan keuntungan maksimum yang mungkin dapat diperoleh apabila melalui simpul tersebut, dihitung dengan

$$\hat{g}(x) = \text{sisal_anggaran} * \text{densitas_keuntungan_tower_berikutnya}$$

Untuk itu, perlu ditetapkan sebuah angka numerik seperti yang sudah dipaparkan pada Bab III untuk merepresentasikan nilai keuntungan dari pembangunan dan total biaya yang diperlukan. Pembobotan faktor-faktor tersebut akan ditentukan oleh seorang expert agent yang sudah ahli dalam bidangnya, supaya nilai-nilai yang akan dipakai sebagai fungsi pembatas “masuk akal” dan dapat dipakai untuk mengarahkan branching pada algoritma B&B ke simpul daun yang paling optimal. Misalkan berikut ini adalah data hasil pengolahan seorang expert agent tentang titik-titik lokasi kandidat pembangunan tower BTS.

Tabel 1 Tabel densitas keuntungan pembangunan tower BTS

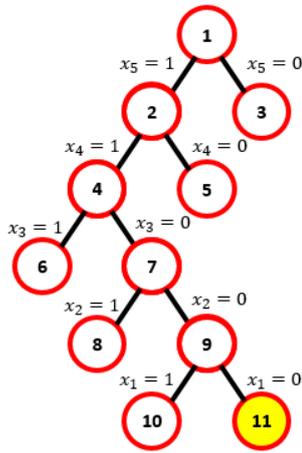
NO BTS	BIAYA (JUTA)	PROFIT	DENSITAS KEUNTUNGAN
1	400	100	0.25
2	250	250	1
3	500	550	1.1
4	650	800	1.23
5	800	1250	1.5625

Pembentukan simpul-simpul akan dimulai dari BTS yang memiliki densitas paling tinggi, dilanjutkan ke BTS yang memiliki densitas lebih rendah. Misalkan anggaran yang disediakan oleh perusahaan operator seluler Three sebesar Rp. 1.500.000.000,00. Berikut ini merupakan konfigurasi simpul yang dibangkitkan oleh algoritma Branch & Bound.

Tabel 2 Daftar simpul yang dibangkitkan algoritma Branch & Bound

No Simpul	Sisal anggaran	Total profit	Fungsi pembatas	Keterangan
1	1500	0	2343.75	
2	700	1250	2111	
3	1500	0	1845	Dibunuh
4	50	2050	2105	
5	700	1250	2020	Dibunuh
6	-450	-	-	Tidak feasible

7	50	2050	2100	
8	-200	-	-	Tidak <i>feasible</i>
9	50	2050	2062.5	
10	-350	-	-	Tidak <i>feasible</i>
11	50	2050	2050	Solusi



Gambar 7 Visualisasi simpul-simpul hasil pemilihan lokasi BTS dengan pendekatan menggunakan algoritma *Branch & Bound*. Simpul solusi ditandai dengan warna kuning.

Dari Gambar 8, dapat dilihat bahwa simpul solusi memiliki total keuntungan sejumlah 2050, dengan biaya yang perlu dikeluarkan sebesar Rp. 1.450.000.000,00. Konfigurasi pemilihan untuk memperoleh simpul solusi yaitu dengan memilih titik lokasi 4 dan 5.

V. KESIMPULAN & SARAN

A. Kesimpulan

Dari analisis kedua pendekatan yang telah dipaparkan pada bab III, dapat disimpulkan bahwa setiap pendekatan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Perusahaan operator seluler perlu menentukan sendiri pendekatan mana yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan dan target *marketing* dari perusahaan operator seluler tersebut.

B. Saran

Salah satu saran yang dapat penulis berikan kepada perusahaan operator seluler antara lain, sebaiknya utamakan kepuasan konsumen mayoritas. Dalam hal ini, perusahaan operator seluler perlu mempertimbangkan faktor-faktor lain disamping biaya dalam pemilihan lokasi *tower* BTS. Masalah-masalah terkait dengan kuat sinyal dan koneksi internet yang baik juga umumnya lebih sering ditemui di daerah yang ramai penduduk. Untuk itu, perusahaan operator seluler perlu memperhatikan kualitas pelayanannya supaya pengguna puas dalam menggunakan layanan yang diberikan.

Saran lain yang dapat penulis berikan kepada seluruh pembaca antara lain, sebaiknya hilangkan prinsip “*satu nomor satu kali pakai*” dalam *mindset* pengguna. Meskipun harga sebuah nomor kartu perdana tergolong murah, tetapi pengguna operator juga harus memikirkan dampak *traffic* yang mungkin ditimbulkan berkat jumlah *request* pada satu *tower* BTS yang dapat mengakibatkan berkurangnya kualitas layanan internet di suatu wilayah apabila jumlah *traffic*nya kian meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama, penulis panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, dan penyertaannya penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik dan tepat waktu. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis yang sudah membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada dosen pengampu kuliah IF2211 Strategi Algoritma yaitu Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT. dan Dr. Nur Ulfa Maulidevi, S.T., M.Sc atas bimbingan dan kesabaran beliau yang sudah menuangkan ilmunya sehingga penulis mampu menulis makalah ini. Tak terkecuali, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada teman-teman penulis yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu karena sudah menjadi teman yang baik bagi penulis.

REFERENSI

- [1] <http://sir.stikom.edu/213/5/BAB%20III.pdf> diakses pada tanggal 6 Mei 2016 pukul 23.16 WIB
- [2] <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/126647-R0308123-Rancang%20bangun-Literatur.pdf> diakses pada tanggal 6 Mei 2016 pukul 23.19 WIB
- [3] [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2015-2016/Algoritma-Branch-&-Bound-\(2016\).pptx](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2015-2016/Algoritma-Branch-&-Bound-(2016).pptx) diakses pada tanggal 6 Mei 2016 pukul 23.20 WIB
- [4] [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2013-2014-genap/Algoritma%20Greedy%20\(2014\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2013-2014-genap/Algoritma%20Greedy%20(2014).ppt) diakses pada tanggal 6 Mei 2016 pukul 23.22 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 2015

Robert Sebastian Herlim

13514061