

# Pemanfaatan Algoritma Branch and Bound untuk Gembala Domba Qurban

Mahdiar Naufal - 13515022  
Sekolah Teknik Elektro Informatika  
Institut Teknologi Bandung  
Bandung, Indonesia  
13515022@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**— Paper ini merupakan makalah tentang pemanfaatan algoritma yang diajarkan pada mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma untuk masyarakat umum, penulis memilih menggunakan algoritma *Branch and Bound* untuk dimanfaatkan oleh masyarakat umum agar dapat meringankan pekerjaannya (Abstrak)

**Kata kunci**— algoritma;manfaat;masyarakat;gembala;

## I. KATA PENGANTAR

Makalah ini dibuat dengan motivasi penulis yaitu untuk menjadi mahasiswa yang dapat bermanfaat bagi masyarakat baik sedang menjadi mahasiswa atau sudah menjadi masyarakat itu sendiri. Penulis berpikir bahwa dengan ilmu yang didapatkan dari jurusan Teknik Informatika ini dapat membuat masyarakat bermanfaat bahkan untuk bidang yang tidak ada hubungannya dengan teknologi sama sekali, Karena pada dasarnya teknologi sendiri dibuat untuk memudahkan pekerjaan orang agar dapat bekerja lebih optimal. Maka dari itu penulis mencari profesi pada masyarakat yang tidak ada hubungannya sama sekali dengan bidang teknologi tetapi dapat dijadikan berhubungan dengan teknologi itu sendiri, seperti contoh yang akan penulis gunakan adalah pemanfaatan algoritma *Branch and Bound* (untuk kedepannya penulis akan menggunakan singkatan B&B) untuk gembala domba. Penulis bekerja sama dengan gembala lokal yaitu bapak Denny Prasetya, beliau merupakan teman orang tua penulis dan juga seorang gembala domba di jalan Terusan Jakarta. Penulis mengambil sampel beberapa hewan ternak, kendaraan yang dimilikinya, dan daftar pembeli hewan ternak ini untuk digunakan sebagai sampel data untuk pemanfaatan algoritma B&B ini. Penulis akan memanfaatkan data hewan ternak dan kendaraan angkut ternak tersebut sebagai persoalan *Knapsack*, bagaimana caranya memilih hewan ternak yang akan dikirimkan dahulu berdasarkan harga dan keterbatasan angkutan ternak tersebut membawa hewan ternak. Kemudian dari hewan ternak yang dipilih penulis memanfaatkan data pembeli hewan ternak tersebut untuk dijadikan suatu persoalan TSP atau *Travelling Salesman Problem*, dimana pengirim ternak dapat mengirimkan semua hewan ternak yang sudah dipilih ke pembelinya dengan biaya pengiriman yang lebih optimum, sehingga penjualan yang didapat lebih efisien. Dengan pemanfaatan algoritma B&B ini penulis berharap dapat membantu meringankan pekerjaan dalam distribusi domba ketika mendekati hari pengurbanan agar lebih cepat, sehingga

tujuan penulis yaitu memanfaatkan ilmu yang diajarkan di kuliah untuk masyarakat dan dapat membuat hidup masyarakat lebih baik. Kritik dan saran pembaca sangat diharapkan penulis agar menjadikan tolak ukur kemampuan penulis baik dalam kemampuan menulis maupun dalam ilmu yang penulis manfaatkan sebagai bahan tulisan ini dan juga dapat memotivasi penulis untuk terus mengasah kemampuan yang dimiliki oleh penulis.

## II. DASAR TEORI

Dilansir dari buku diktat Strategi Algoritma yang disusun oleh Dr. Ir. Rinaldi Munir, M. T. algoritma B&B adalah algoritma dengan menggunakan metode pencarian di dalam ruang solusi secara sistematis[1]. Ruang solusi yang dibentuk, diurutkan kembali ke dalam pohon ruang status. Pembentukan pohon ruang status pada algoritma B&B berbeda dengan pembentukan pohon status pada algoritma backtrack karena ketika pada algoritma backtrack ruang solusi dibentuk berdasarkan dengan skema DFS atau Depth-first Search. Di algoritma B&B pembangkitan ruang solusi berdasarkan dengan skema BFS atau Breadth-first Search. Setiap simpul juga diberi nilai (cost). Simpul berikutnya yang akan diekspansi tidak lagi berdasarkan urutan pembangkitannya (tidak seperti BFS pada umumnya), tetapi simpul yang memiliki nilai yang paling kecil diantara simpul hidup lainnya lah yang menjadi dasar urutan pembangkitan simpulnya. Nilai ongkos pada setiap simpul  $i$  menyatakan taksiran ongkos termurah lintasan dari simpul  $i$  ke simpul solusi (goal node) :

$$\hat{C}(i) = \text{nilai taksiran lintasan termurah dari simpul } i \text{ ke tujuan} \quad (1)$$

Dengan kata lain, persamaan (1) menyatakan batas bawah (lower bound) dari ongkos pencarian solusi dari status  $i$ . Ongkos ini dihitung dengan fungsi pembatas. Seperti pada algoritma backtrack, fungsi pembatas digunakan untuk membatasi pembangkitan simpul yang tidak mengarah ke simpul solusi.

### A. Algoritma BFS (Breadth-first Search)

Breadth-first Search atau BFS adalah salah satu algoritma yang paling sederhana untuk mencari grafik dan pola dasar pada algoritma grafik. Algoritma tur terpendek Dijkstra mengambil ide serupa dengan algoritma BFS[2].

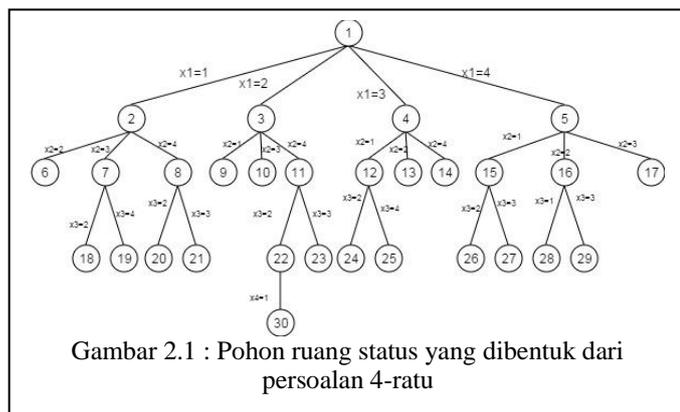
Diberikan grafik  $G = (V,E)$  dan simpul terdepan  $s$ , BFS mencari simpul secara sistematis dari grafik  $G$  untuk menemukan setiap daun yang bisa dicapai dari simpul  $s$ . Kemudian jarak dari  $s$  ke daun tersebut dihitung. Setelah itu pohon BFS dihasilkan dengan  $s$  sebagai akar pohonnya. Untuk setiap ujung  $v$  yang dicapai dari  $s$ , jalan pada pohon BFS dari  $s$  ke  $v$  sesuai dengan jarak terpendek dari  $s$  ke  $v$  di  $G$ , dengan begitu jalan mengandung jumlah tepi yang paling sedikit. Algoritma ini berfungsi baik untuk graf berarah ataupun graf tidak berarah[2].

BFS juga dinamakan begitu karena memperluas batasan antara simpul yang sudah ditemukan dan yang belum ditemukan seragam sepanjang luasan dari perbatasan tersebut. Dengan begitu, algoritma ini menemukan semua simpul pada jarak  $k$  dari  $s$  sebelum menemukan simpul yang jaraknya  $k+1$ [2].

Algoritma BFS memerlukan table *boolean* untuk menyimpan semua simpul yang telah dikunjungi agar simpul yang sudah dikunjungi tidak dikunjungi lagi.

### B. Prinsip Pencarian Solusi Algoritma Branch and Bound

Kita lihat bagaimana algoritma BFS bekerja dalam mencari solusi. Di sini semua simpul yang dibangkitkan dari simpul-E berada pada tingkat yang sama. Algoritma BFS menggunakan antrian untuk menyimpan simpul – simpul yang baru dibangkitkan. Simpul – simpul yang baru dibangkitkan disimpan di urutan terbelakang dari antrian tersebut. Simpul yang berada di depan antrian (kepala antrian) akan diperluas kemudian. Prinsip antrian pada metode BFS merupakan urutan yang masuk duluan adalah yang keluar duluan. Dengan skema ini, simpul hidup dimasukkan ke dalam antrian dan simpul berikutnya yang akan menjadi simpul-E adalah simpul yang pertama masuk ke dalam antrian.



Gambar 2.1 : Pohon ruang status yang dibentuk dari persoalan 4-ratu

Sebagai contoh menggunakan persoalan 4-ratu[1]. Metode BFS mencari solusi di dalam pohon ruang status yang simpul – simpulnya dibentuk secara dinamis. Setiap simpul dinomori secara melebar sesuai dengan urutan pembangkitannya. Gambar 2.1 memperlihatkan pembentukan pohon ruang status secara dinamis selama pencarian solusi.

Pada algoritma B&B, pencarian ke simpul solusi dapat dipercepat dengan memilih simpul hidup berdasarkan nilai (cost). Setiap simpul hidup diberi nilai dan dihubungkan dengan sebuah ongkos yang menjadikan nilai batasan (bound). Untuk setiap simpul  $X$ , nilai batas dapat berupa dua [1]:

- Jumlah simpul dalam upapohon (subtree)  $X$  yang perlu dibangkitkan sebelum simpul solusi ditemukan, atau
- Panjang lintasan dari simpul  $X$  ke simpul solusi terdekat (di dalam upapohon  $X$  yang bersangkutan).

Misal digunakan nilai batas (b) maka,

- Simpul akar diberi nilai 4 (panjang lintasan dari 1 ke 30 adalah 4).
- Simpul 3 dan 4 akan diberi nilai 3 (di upapohon simpul 4 juga ada simpul solusi).
- Simpul 2 dan 5 diberi nilai  $\infty$  karena di upapohonnya tidak memiliki simpul solusi,

Kemudian dipilih yang akan menjadi simpul-E, simpul – simpul tersebut diurutkan berdasarkan urutan nilai dari yang terkecil menuju nilai terbesar. Simpul yang dipilih menjadi simpul-E adalah simpul dengan nilai terkecil. Strateginya dinamakan *least cost search*.

Setelah simpul 1 diperluas, urutan simpul hidupnya adalah 3,4,2,5. Karena simpul 3 berada di depan antrian atau berada di kepala antrian maka simpul 3 dipilih menjadi simpul-E.

Setelah simpul 3 diperluas dan membangkitkan simpul 9,10, dan 11, urutan simpul hidupnya adalah 11, 4, 2, 5, 9, 10. Simpul 9 dan 10 diberi nilai  $\infty$  dikarenakan tidak memiliki simpul solusi. Simpul 11 diberi nilai 2 dan karena 2 lebih kecil dari 3 (simpul 4 bernilai 3) maka simpul 11 berada di depan antrian.

Dari simpul 11 dipilih menjadi simpul-E, maka simpul 11 diperluas dengan membangkitkan simpul 22 dan 23. Karena simpul 23 tidak memiliki simpul solusi, simpul 23 diberi nilai  $\infty$ , simpul 22 diberi nilai 1. Urutan simpul hidup setelah perluasan simpul 11 adalah 22, 4, 2, 5, 9, 10, 23.

Dari simpul 22 dipilih menjadi simpul-E, maka simpul 22 diperluas dan membangkitkan simpul 30. Karena simpul 30 merupakan simpul solusi, maka solusi pertama dari persoalan 4-ratu sudah ditemukan.

Pemberian nilai Batasan pada persoalan 4-ratu diatas adalah nilai batas yang ideal, karena letak simpul solusinya diketahui. Pada umumnya letak simpul solusi tidak diketahui, maka dari itu kebanyakan nilai batas solusi pada praktiknya merupakan nilai taksiran.

Fungsi heuristic untuk menghitung taksiran nilai tersebut dinyatakan sebagai :

$$\hat{c}(i) = f(i) + \hat{g}(i) \tag{2}$$

Dengan pengertian,

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

$f(i)$  = nilai dari jarak dari akar ke simpul  $i$ .

$\hat{g}(i)$  = nilai dari simpul  $i$  ke simpul tujuan.

Nilai dari persamaan (2) digunakan untuk mengurutkan simpul. Simpul dengan nilai  $\hat{c}$  paling kecil akan dipilih menjadi simpul-E untuk diperluas.

### C. Persoalan Integer Knapsack

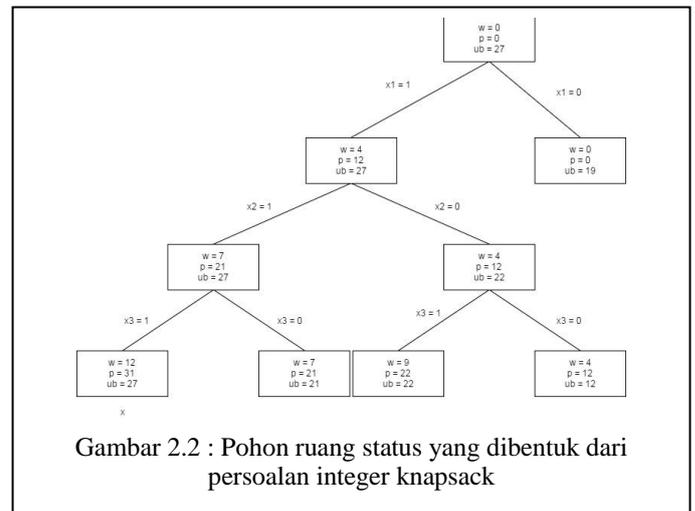
Pada persoalan Integer Knapsack, pertama – tama barang diurutkan berdasarkan harga per satuan berat. Misalkan ada 3 buah benda masing – masing memiliki berat 3, 4, dan 5 lalu benda tersebut masing – masing memiliki harga 9, 12, dan 10. Dengan kendala kita hanya dapat memilih benda tidak lebih dari 10 satuan berat, maka kita dapat nilai harga per satuan beratnya adalah 3, 3, dan 2. Ketiga benda tersebut diurutkan dari nilai harga per satuan berat yang paling besar ke yang paling kecil. Agar tidak membingungkan pembaca penulis menyajikan tabel berupa urutan benda beserta harga, beban, dan nilai harga per satuan berat.

TABEL I. TABEL BENDA

Tabel Benda	Keterangan Benda		
	Harga	Berat	Harga per satuan Berat
1	12	4	3
2	9	3	3
3	10	5	2

Kemudian kita membuat pemodelan integer knapsack ini dalam bentuk pohon biner dengan simpul akar dimana semua benda belum dipilih, dibentuk juga nilai batasan atas yang merupakan penjumlahan dari nilai taksiran yang didapat dari nilai harga per satuan berat terbesar. Dapat dilihat dari tabel I kita dapat memilih benda ke-1 dan benda ke-2 karena jumlah berat dari benda 1 dan benda 2 jika dipilih adalah 7 satuan berat, kita mendapatkan nilai batasan atasnya 27, nilai 27 kita dapat dari penjumlahan harga benda ke-1 dan benda ke-2, dari penjumlahan tersebut kita masih mendapatkan sisa berat 3 satuan berat, kita dapat memasukkan benda 3 tetapi secara pecahan, maka kita kalikan  $3/5$  dengan harga benda 3, dijumlahkan harga benda 1, benda 2, dan  $3/5$  harga benda 3 mendapatkan nilai  $12+9+6 = 27$ . Setelah kita mengetahui nilai Batasan atas pada simpul akar kita mengetahui bahwa berat disitu 0 karena kita belum mengambil satu pun benda, kita juga mengetahui bahwa harga di simpul akar adalah 0 karena belum mengambil barang satupun.

Setelah kita memberi identitas pada simpul akar, kita dapat membangkitkan simpul baru berdasarkan pengambilan barang ke-1. Jika kita ambil barang ke-1 kita mendapatkan sebuah simpul dengan berat bernilai 4, harga bernilai 12, dan harga batasan atas bernilai 27. Jika kita tidak mengambil barang ke-1 kita mendapatkan sebuah simpul dengan berat bernilai 0, harga bernilai 0, dan harga batasan atas bernilai 19. Angka 19 kita dapat karena ketika benda ke-1 tidak dipilih, kita menghitung ulang batasan atas tersebut berdasarkan harga per satuan berat tertinggi selain benda 1. Dilihat benda ke-2 dan ke-3 dapat dipilih untuk menjadi nilai batasan di simpul ini, jumlah berat



Gambar 2.2 : Pohon ruang status yang dibentuk dari persoalan integer knapsack

dari benda 2 dan benda 3 adalah 8, dan nilai batasannya adalah 19 didapat dari jumlah harga dari benda 2 dan benda 3. Setelah kedua simpul tadi dibangkitkan, kita memilih simpul mana yang akan dibangkitkan, dengan melihat nilai batasan terbesar. Simpul dimana kita memilih benda 1 memiliki nilai batasan 27 dan simpul dimana kita tidak memilih benda 1 memiliki nilai batasan 19, karena simpul dimana kita memilih benda 1 memiliki nilai batasan yang lebih besar, maka kita memilih simpul tersebut untuk dibangkitkan.

Setelah kita memilih simpul dimana kita memilih benda 1, kita bangkitkan simpul tersebut dan menghasilkan dua simpul lagi. Satu adalah simpul dimana kita memilih benda 2, dan satu lagi adalah simpul dimana kita tidak memilih benda 2. Kita tinjau simpul yang memilih benda 2, simpul ini memiliki berat 7, harga 21, dan nilai batasan 27. Di simpul yang tidak memilih benda 2, simpul ini memiliki berat 4, harga 12, dan nilai batasan 22. Nilai batasan 22 ini didapatkan ketika benda 2 tidak dipilih, kita menghitung nilai batasan atas baru dengan kondisi benda 1 diambil tetapi benda 2 tidak diambil, kita dapat menambahkan benda 3 karena ketika benda 1 dan benda 3 diambil jumlah beratnya tidak lebih dari 10. Kita dapatkan nilai batasannya dari jumlah harga benda 1 dan benda 3, yaitu 12 dan 10. Setelah kita bangkitkan simpulnya, kita bandingkan simpul dengan nilai batasan yang paling besar, kita dapatkan simpul yang memilih benda 2.

Setelah kita memilih simpul dimana kita memilih benda 2, kita bangkitkan simpul tersebut dan menghasilkan dua simpul lagi. Satu adalah simpul dimana kita memilih benda 3, dan satu lagi adalah simpul dimana kita tidak memilih benda 3. Kita tinjau simpul yang memilih benda 3, simpul ini memiliki berat 12, harga 31, dan nilai batasan 27, tetapi karena simpul ini melampaui kapasitas benda maka kita beri nilai batasan -1. Di simpul yang tidak memilih benda 3, simpul ini memiliki berat 7, harga 21, nilai batasan 21, dan simpul ini merupakan simpul solusi. Kita bandingkan dengan semua simpul yang belum kita bangkitkan, kita mendapatkan nilai batasan terbesar di simpul yang memilih benda 1 tetapi tidak memilih benda 2, maka kita bangkitkan simpul tersebut.

Setelah kita memilih simpul dimana kita memilih benda 1 tetapi tidak memilih benda 2, kita bangkitkan simpul tersebut dan menghasilkan dua simpul lagi. Satu adalah simpul dimana

kita memilih benda 3 dan satu lagi adalah simpul dimana kita tidak memilih benda 3. Kita tinjau simpul dimana kita memilih benda 3, simpul ini memiliki berat 9, harga 22, nilai batasan 22 dan simpul ini merupakan simpul solusi. Di simpul yang tidak memilih benda 3, simpul ini memiliki berat 4, harga 12, nilai batasan 12, dan merupakan simpul solusi. Kita bandingkan semua simpul yang belum dibangkitkan, didapatkan simpul dimana benda 1 diambil, benda 2 tidak diambil, dan benda 3 diambil memiliki nilai batasan terbesar dan merupakan simpul solusi, dengan begitu solusi optimum ditemukan dimana kita memilih benda 1 dan benda 3 dengan harga 22. Di bawah ini penulis menyajikan pohon ruang status hasil pembangkitan simpul – simpul tadi di dalam gambar 2.2.

**D. Persoalan Pedagang Keliling**

Persoalan pedagang keliling atau umumnya dikenal dengan nama Travelling Salesman Problem (TSP) adalah persoalan yang dilakukan apabila kita ingin mengunjungi N buah tempat tepat satu kali, dimulai dari tempat a dan berakhir di tempat a juga. Kemudian yang jadi persoalan adalah dimana kita memilih urutan tempat itu agar mendapatkan rute terpendek atau biaya perjalanan untuk mengunjungi setiap tempat tersebut dengan biaya termurah.

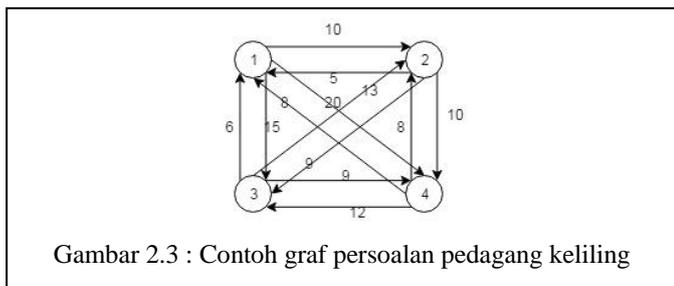
Dengan algoritma B&B ada metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan salah satunya adalah metode *reduced cost matrix*, dimana kita membuat matriks berukuran N x N dimana N tersebut adalah jumlah tempat yang akan dikunjungi, kemudian di dalam matriks itu diberi nilai sebesar harga rute dari tempat satu ke tempat lainnya. Untuk nilai matriks dari tempat itu ke diri sendiri akan diberi nilai tak hingga.

Setelah kita membuat model matriksnya kita mulai mereduksi matriks tersebut dengan dua langkah, yaitu :

1. Kurangi setiap nilai dengan angka terkecil dalam satu baris.
2. Kurangi setiap nilai dengan angka terkecil dalam satu kolom.

Dengan hasil pereduksian matriks tadi kita dapatkan matriks dengan minimal 1 angka 0 pada setiap baris dan minimal 1 angka 0 pada setiap kolom. Angka yang digunakan untuk mengurangi matriks tersebut digunakan untuk dijumlahkan dan dijadikan ongkos nilai dari posisi awal.

Agar lebih mudah dipahami, penulis menyajikan contoh berupa gambar grafik dan pemodelan matriks dari grafik tersebut beserta simulasi pengurangan matriksnya.



Gambar 2.3 : Contoh graf persoalan pedagang keliling

Dari gambar 2.3 kita dapat memodelkan graf diatas dalam bentuk matriks, dengan nilai matriks sebesar jarak dari simpul awal ke simpul tujuan. Simpul awal yang mengarah ke simpul itu sendiri diberi nilai tak hingga atau kita beri simbol  $\infty$ .

$$\begin{bmatrix} \infty & 10 & 15 & 20 \\ 5 & \infty & 9 & 10 \\ 6 & 13 & \infty & 9 \\ 8 & 8 & 12 & \infty \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dari persamaan (3) kita dapatkan pemodelan graf dalam bentuk matriks, misalkan kita akan memulai tur dari simpul 1, maka kita akan reduksikan matriksnya menjadi seperti persamaan (4).

$$\begin{bmatrix} \infty & 0 & 1 & 7 \\ 0 & \infty & 0 & 2 \\ 0 & 7 & \infty & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \infty \end{bmatrix} \quad (4)$$

Kita mencari biaya di simpul 1, hasil reduksi matriks di persamaan (3), dijumlahkan semua pengurang yang menghasilkan persamaan (4). Didapat nilai  $\hat{c}(1) = 10+5+6+8+4+3 = 36$ . Nilai 36 adalah nilai batas untuk simpul awalnya.

Setelah mendapatkan nilai batas untuk simpul akarnya, kita membuat pohon ruang status yang menjadikan simpul 1 akar dari pohon tersebut. Kita ketahui dari gambar 2.3 jika kita dapat bergerak ke simpul 2, 3, dan 4 dari simpul 1. Ini berarti kita akan membentuk 3 simpul dari akar simpul 1 dengan ketentuan tempat mana yang akan dipilih. Setelah simpul dibuat, kita akan menentukan nilai dari setiap simpulnya, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\hat{c}(S) = \hat{c}(R) + A(i,j) + r \quad (5)$$

Dengan pengertian,

$\hat{c}(S)$  = nilai untuk simpul s

$\hat{c}(R)$  = nilai untuk simpul akarnya

$A(i,j)$  = nilai dari matriks A berindeks R,S

r = jumlah semua pengurang dari proses reduksi matriks di simpul S.

Kita akan simulasikan pereduksian matriks untuk simpul 2 untuk lintasan 1,2 di persamaan (6), simpul 3 untuk lintasan 1,3 di persamaan (7), dan simpul 4 untuk lintasan 1,4 di persamaan (8).

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0 & 2 \\ 0 & \infty & \infty & 0 \\ 0 & \infty & 0 & \infty \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & \infty & \infty & 2 \\ \infty & 7 & \infty & 0 \\ 0 & 0 & \infty & \infty \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & \infty & 0 & \infty \\ 0 & 7 & \infty & \infty \\ \infty & 0 & 0 & \infty \end{bmatrix}$$

(8)

Dari hasil reduksian 3 matriks, didapat persamaan (6), persamaan (7), dan persamaan (8). Kita juga mendapatkan nilai  $\hat{c}(2)$ ,  $\hat{c}(3)$ , dan  $\hat{c}(4)$  yaitu 36, 37, dan 43. Karena nilai  $\hat{c}(2)$  paling kecil diantara 3 simpul yang dibangkitkan, maka simpul 2 akan dipilih untuk diperluas.

Setelah memilih simpul 2 kita akan perluas simpul dua dan menghasilkan 2 simpul yaitu simpul 5 untuk jalur 1,2,3 dan simpul 6 untuk jalur 1,2,4. Kemudian kita bentuk matriks reduksinya untuk simpul 5 di persamaan (9) dan simpul 6 di persamaan (10).

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 0 \\ 0 & \infty & \infty & \infty \end{bmatrix}$$

(9)

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0 & \infty \end{bmatrix}$$

(10)

Dari hasil reduksian 2 matriks, didapat persamaan (9) dan persamaan (10). Kita juga mendapatkan nilai  $\hat{c}(5)$  dan  $\hat{c}(6)$  dengan simpul akar 2 yaitu 36 dan 38. Karena nilai  $\hat{c}(5)$  lebih kecil dibandingkan nilai  $\hat{c}(6)$  maka simpul 5 akan dipilih untuk diperluas.

Setelah memilih simpul 5 dengan jalur 1, 2, 3 maka otomatis kita mendapatkan jalur berikutnya 4 di simpul 7 dengan bentuk matriks tereduksinya seperti persamaan (11).

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty \end{bmatrix}$$

(11)

Nilai dari  $\hat{c}(7)$  didapat 36 dan jalurnya adalah 1,2,3,4. Nilai akhir mendapatkan rute 1,2,3,4,1 dengan bobot 36.

### III. PENGUMPULAN DATA

Data yang penulis kumpulkan adalah data hewan ternak yang sudah terjual dan siap dikirim, alamat dikirimkannya hewan ternak tersebut, dan jenis kendaraan yang digunakan untuk mengangkut hewan ternak.

#### A. Data Hewan Ternak

Penulis hanya akan memilih 20 hewan ternak yang sudah dibeli dan siap dikirimkan.

TABEL II. TABEL DATA DOMBA YANG AKAN DIKIRIMKAN

Nomor	Table Column Head		
	Berat (kg)	Harga	Alamat Dikirim
1	26	Rp. 2.800.000	JL. Depok Raya, No. 2- A
2	29	Rp. 2.800.000	JL. Depok VI
3	30	Rp. 2.800.000	JL. Kuningan
4	27	Rp. 2.800.000	Jl. Cihaurkuku
5	28	Rp. 2.800.000	Jl. Tanjung Sari 3
6	28	Rp. 2.800.000	JL Senam I
7	29	Rp. 2.800.000	JL. Dirgantara
8	28	Rp. 2.800.000	JL. Dirgantara
9	27	Rp. 2.800.000	JL. Kadipaten
10	26	Rp. 2.800.000	Jl. Purworejo No.5
11	23	Rp. 2.300.000	JL. Depok Raya, No. 2- A
12	24	Rp. 2.300.000	JL. Depok VI
13	21	Rp. 2.300.000	JL. Kuningan
14	22	Rp. 2.300.000	Jl. Cihaurkuku
15	25	Rp. 2.300.000	Jl. Tanjung Sari 3
16	23	Rp. 2.300.000	JL Senam I
17	22	Rp. 2.300.000	JL. Dirgantara
18	24	Rp. 2.300.000	Jl. Purworejo No.5
19	25	Rp. 2.300.000	JL. Purwakarta 171
20	21	Rp. 2.300.000	JL. Purwakarta 171

#### B. Jenis Kendaraan Pengangkut

Kendaraan yang digunakan untuk mengantar hewan ternak tersebut menggunakan mobil jenis carry pickup tahun 2005, memiliki maksimal kapasitas angkut 1880 kg. Tetapi karena keterbatasan dimensi angkut, mobil angkutan hanya dapat membatasi angkutan sebanyak 13 ekor domba. Gambar 3.1 menampilkan contoh mobil yang serupa yaitu mobil carry tetapi bukan milik kepanitiaan gembala pak Denny.



Gambar 3.1 Contoh mobil sejenis yang digunakan untuk mengangkut domba

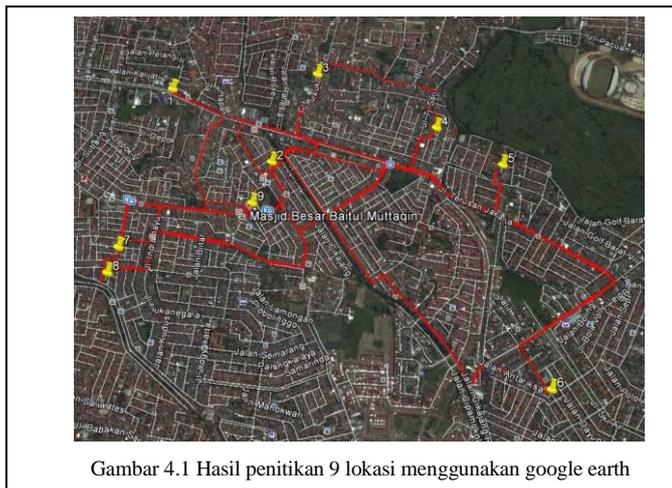
Sumber: <http://olx.co.id/iklan/carry-pick-up-2001-ok-IDmgr83.html#901710ffd01>

#### IV. PENGOLAHAN DATA

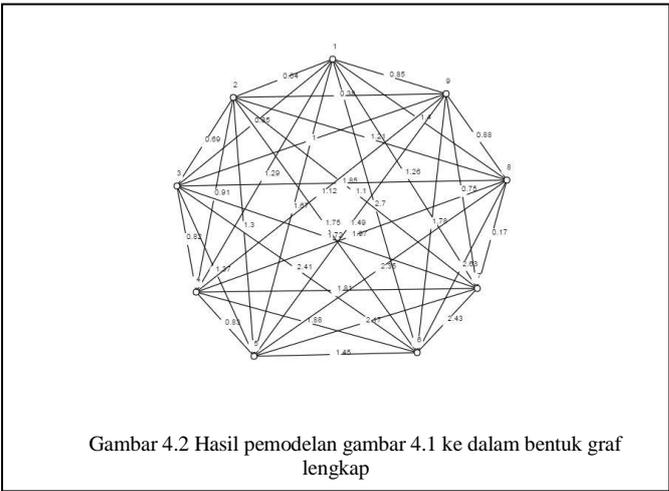
Pertama kita mengurutkan daftar domba berdasarkan harga per kg. Setelah itu dengan menggunakan algoritma B&B didapat urutan benda yang dipilih adalah benda nomor 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,20. Dengan total penghasilan Rp 33.900.000, sebenarnya masih banyak urutan solusi yang didapat dengan nilai penghasilan 33,9 juta tetapi urutan ini dipilih karena memiliki beban yang paling ringan dibandingkan dengan urutan yang lain.

Setelah kita memilih domba mana yang akan dikirim dengan mobil, kita tentukan urutan rute pengiriman yang baik agar mendapatkan jarak terpendek, dengan begitu biaya pengiriman akan lebih murah dan meningkatkan efektifitas. Pertama kita tentukan dulu grafik lokasinya. Setelah diberi titik pada tiap lokasi, kita beri jalur untuk masing masing titik sehingga membentuk graf komplit. Penulis menggunakan google earth untuk memberi titik pada setiap tempat, tempat gembala diberi titik 1, Jl. Kuningan diberi titik 2, Jl. Cihaurkuku diberi titik 3, Jl. Tanjung Sari 3 diberi titik 4, Jl. Senam I diberi titik 5, Jl. Dirgantara diberi titik 6, Jl. Kadipaten diberi titik 7, Jl. Purworejo diberi titik 8, dan Jl. Purwakarta 171 diberi titik 9. Setelah itu kita tentukan jarak antar titik berdasarkan rute yang bisa dilalui oleh mobil, pada gambar 4.1 bisa dilihat titik kuning merupakan lokasi dengan angka 1 merupakan titik awal, garis merah adalah jalur yang bisa dilalui antar titik tersebut. Di gambar 4.2 merupakan penyederhanaan titik tadi ke dalam bentuk graf komplit, sehingga lebih mudah untuk dipahami.

Setelah itu graf diproses oleh algoritma B&B sesuai dengan contoh pereduksian matriks di bab II, didapatlah urutan rute 1-3-4-5-6-2-8-7-9-1 dengan bobot tur sebesar 8.68 km.



Gambar 4.1 Hasil penitikan 9 lokasi menggunakan google earth



Gambar 4.2 Hasil pemodelan gambar 4.1 ke dalam bentuk graf lengkap

#### V. KESIMPULAN

Pemilihan domba dan penentuan rute pengirimannya sudah berhasil ditentukan dengan menggunakan algoritma B&B, didapat 13 domba bernomor 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14, dan 20 untuk dikirim pertama kali menggunakan mobil angkutan carry, dengan urutan rute 1-3-4-5-6-2-8-7-9-1 atau tempat gembala – Jl. Cihaurkuku – Jl. Tanjung Sari 3 – Jl. Senam I – Jl. Dirgantara – Jl. Kuningan – Jl. Purworejo no. 5 – Jl. Kadipaten – Jl. Purwakarta 171 – tempat gembala dengan bobot tur sebesar 8.68km. Dengan begitu algoritma ini dapat membantu Pak Denny mengirimkan domba – dombanya dengan ongkos yang murah.

#### REFERENSI

- [1] Rinaldi Munir, "Diktat Strategi Algoritma," bab. 8, hal. 150-166, 2007.
- [2] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, dan Clifford Stein, "Introduction to Algorithms," McGraw-Hill Book Company, edisi kedua, bab 22, hal. 531-532, 2001.

#### 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, 19 Mei 2017

Mahdiar Naufal - 13515022