

Menentukan Susunan Terbaik Tim Proyek dengan Algoritma *Branch and Bound*

Arief Pradana / 13511062
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13511062@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Dalam menyelesaikan suatu proyek, dibutuhkan seorang *project manager* yang handal. Salah satu tugas seorang *project manager* adalah menentukan susunan tim dan pembagian kerja agar proyek terselesaikan secara efisien. Dalam melakukan hal tersebut *project manager* menentukannya dengan berbagai *parameter* pertimbangan. Dalam makalah ini akan dijelaskan langkah untuk menentukan susunan tim proyek terbaik dengan menggunakan algoritma *branch and bound* .

Kata kunci—*Branch and Bound*, *Project manager*, Proyek, Susunan Tim, Tim proyek.

I. INTRODUCTION

Proyek adalah kegiatan temporer yang menggunakan kombinasi berbagai *resource* seperti *human*, *technical*, *administrative* dan *financial*, untuk mencapai tujuan spesifik dalam periode waktu yang terbatas. Ada beberapa orang yang berkaitan dengan sebuah proyek, orang – orang atau perusahaan tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Project sponsor*, pemilik pekerjaan atau pemberi tugas.
2. *Project manager*, orang yang mengatur dan menjadi perantara orang – orang tersebut.
3. *Project team*, sekumpulan orang utama yang mengerjakan proyek .
4. *Support staff*, membantu *project team* dalam mengerjakan proyek.
5. *Supplier*, memberikan suatu objek yang dibutuhkan oleh team.
6. *Environment*, lingkungan dari proyek.
7. *Executive*, atasan dari perusahaan.

Dalam pengerjaan proyek, banyak hal yang perlu dipenuhi. Kriteria yang harus diperhatikan adalah *scope*, *time*, *cost*, dan *quality*. Untuk memenuhi seluruh kriteria yang ada dan memenuhi tujuan dari proyek dengan efisien dan efektif maka dibutuhkan *project manager*.

Project manager adalah seseorang yang dipilih untuk mengelola proyek yang ditanganinya. *Project manager* memiliki 5 fungsi utama, yaitu *planning*, *organizing*, *staffing*, *leading*, dan *controlling*. Dengan memadukan fungsi – fungsi tersebut *project manager* harus mengatur proses pencapaian tujuan organisasi dengan sumberdaya yang terbatas.

Planning, menentukan misi dan tujuan organisasi serta kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan. *Organizing*, menentukan struktur organisasi untuk melaksanakan tindakan yang telah ditetapkan. *Staffing*, pengisian orang yang tepat pada struktur organisasi, apakah orang tersebut cocok, mampu atau tidak. *Leading*, mempengaruhi orang untuk bekerjasama mencapai tujuan organisasi. *Controlling*, memeriksa apakah pelaksanaan sesuai dengan rencana dan memperbaikinya jika dibutuhkan.

Salah satu hal yang paling penting dalam pengerjaan proyek adalah *human resources*. Dengan *human resources* yang terbatas, *project manager* harus menentukan orang – orang tersebut melakukan pekerjaan yang mana. Dalam menentukan orang yang cocok dalam suatu pekerjaan digunakan beberapa *parameter* yang akan menjadi dasar dalam penyusunan.

II. DASAR TEORI

Algoritma *Branch and Bound* pada umumnya dikenal dengan B&B merupakan sebuah algoritma dengan metode pencarian solusi dalam sebuah ruang permasalahan secara sistematis. B&B merupakan sebuah algoritma BFS (*Breadth First Search*) yang membentuk pohon ruang dengan menghidupkan simpul hidup berdasarkan *least cost* serach.

Algoritma BFS menggunakan antrian untuk menyimpan simpul – simpul yang baru dibangkitkan. Simpul – simpul yang dibangkitkan ditaruh dibelakang antrian. Metode BFS dalam mengekspansi simpul adalah FIFO (*First In First Out*), sehingga pembentukan pohon ruang oleh BFS akan dilakukan dengan menghidupkan semua simpul yang dapat dihidupkan pada kedalaman tersebut setelah itu baru menghidupkan simpul di kedalaman berikutnya dan berhenti ketika sampai di simpul solusi.

Dengan menggabungkan BFS dan *least cost search*, maka pencarian solusi relatif lebih cepat karena menghidupkan simpul anak dari simpul hidup berdasarkan nilai ongkos (*cost*). Setiap simpul hidup diasosiasikan dengan sebuah ongkos yang menyatakan nilai batas (*bound*). Pencarian akan lebih terarah dengan bantuan dari *cost* dan *bound* tersebut. Algoritma B&B secara umum memiliki langkah seperti berikut :

1. Simpul akar dimasukkan kedalam sebuah *queue* Q. Jika simpul akar merupakan simpul solusi, maka pencarian dihentikan karena solusi telah ditemukan.
2. Jika Q kosong, maka pencarian dihentikan karena tidak ada solusi.
3. Jika Q tidak kosong, dari *queue* Q dicari simpul yang mempunyai nilai $c(i)$ yang paling kecil. Jika terdapat beberapa simpul yang memenuhi, maka akan dipilih secara sembarang.
4. Jika simpul tersebut adalah simpul solusi, maka solusi telah ditemukan dan pencarian dihentikan. Jika bukan solusi maka dibangkitkan simpul anaknya. Jika simpul tidak memiliki anak, maka ulang kembali langkah 2.
5. Untuk setiap anak dari simpul tersebut, $c(j)$ dihitung dan semua anak tersebut dimasukan ke dalam *queue* Q.
6. Kembali ke langkah 2 samapi solusi ditemukan.

Pada makalah ini akan membahas masalah *assignment problem* menggunakan algoritma B&B. Tujuan yang diharapkan adalah menentukan sebuah pilihan sehingga dicapai susunan penugasan yang memiliki nilai *cost* seminimal mungkin.

Akan dilakukan matriks reduksi untuk memberikan nilai *cost* pada tiap simpul. Matriks tereduksi yang dimaksud adalah matriks yang tiap baris dan kolom memiliki satu nilai 0 dan yang lainnya tidak ada yang negatif. Untuk mendapatkan matriks seperti itu, setiap baris dan kolom yang belum memiliki nilai 0, dikurangi dengan nilai terkecil yang ada pada baris atau kolom tersebut.

Semua nilai yang telah dipakai untuk mengurangi setiap baris dan kolom di atas, kemudian dijumlah. Hasil penjumlahan tersebut akan dijadikan sebagai *cost* simpul awal, $c(\text{akar})$. *Cost* tersebut menandakan bahwa solusi tersebut memiliki *cost* minimal sebesar $c(\text{akar})$.

Kemudian misalkan A sebagai matriks tereduksi untuk simpul S dan R adalah anak dari simpul S sehingga (S,R) pada pohon ruang status melambangkan sisi (i,j) pada suatu graf. Jika R bukan simpul daun, maka untuk mendapatkan matriks yang tereduksi untuk simpul R adalah dengan menggunakan cara sebagai berikut :

1. Semua elemen matriks pada baris i dan kolom j menjadi bernilai ∞ .
2. Elemen matriks di baris j kolom pertama menjadi bernilai ∞ .
3. Matriks direduksi kembali dengan cara sebelumnya.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, fungsi pembatas yang juga merupakan *cost* untuk simpul R adalah :

$$c(R) = c(S) + A(i, j) + r$$

Keterangan :

1. $c(R)$ adalah *cost minimum* yang melalui R.
2. $c(S)$ adalah *cost minimum* yang melalui S, S merupakan simpul orang tua dari R.
3. $A(i,j)$ adalah nilai pada baris ke i dan kolom ke j pada matriks suatu graf yang berkoresponden dengan sisi (S,R) pada pohon ruang status.
4. r adalah jumlah dari nilai – nilai pengurang pada

proses reduksi matriks untuk simpul R.

Hasil reduksi matriks diatas kemudian disebut sebagai matriks B. Proses mereduksi matriks yang telah dijelaskan diulangi terus menerus sampai mencapai solusi.

III. PENERAPAN ALGORITMA

Pada bab ini akan dibahas bagaimana menentukan *task* anggota tim proyek agar pengerjaan proyek *optimum*.

A. Batasan permasalahan

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan beberapa hal penting dalam pengerjaan proyek, salah satunya adalah menentukan susunan anggota tim proyek. Untuk kasus yang dibahas jumlah anggota yang akan disusun adalah 6 dan jumlah pekerjaan yang akan dilakukan adalah 6. Anggota tim memiliki beberapa *parameter* yang dipakai sebagai dasar dalam penentuan pekerjaan. Dari *parameter-parameter* yang ada, digabung dan dikalkulasikan menjadi sebuah nilai yang akan dipakai dalam matriks untuk menentukan pekerjaan setiap orang.

Berikut adalah matriks yang akan digunakan dalam makalah. Kolom pada matriks tersebut adalah *task* dan baris pada matriks tersebut adalah pekerja. Matriks dimulai dari pojok kiri atas dengan *index* 1, untuk kolom *index* akan bertambah 1 setiap ke kanan dan untuk baris *index* akan bertambah 1 setiap ke bawah.

8	6	3	4	10	9
2	9	6	8	3	7
10	1	4	9	6	5
5	5	10	2	8	9
4	6	7	9	8	1
5	8	8	7	2	4

Gambar 1. Matriks Awal

Pada gambar 1 dapat dilihat nilai setiap pekerja pada tiap *task* yang ditentukan. Nilai tersebut adalah biaya yang dibutuhkan oleh pekerja untuk mengerjakan pekerjaan tersebut. Semakin sedikit biayanya semakin bagus.

B. Penerapan Algoritma

Pertama – tama yang akan dilakukan adalah menentukan nilai dari $c(\text{akar})$. Akan dilakukan reduksi pada matriks awal seperti yang terlihat pada gambar 1 sampai membentuk matriks yang memiliki nilai ∞ untuk setiap baris dan kolomnya. Nilai yang dipakai untuk mereduksi matriks akan dituliskan dibawah matriks sebelumnya. Matriks tersebut akan direduksi menjadi seperti dibawah :

8	6	3	4	10	9
2	9	6	8	3	7
10	1	4	9	6	5
5	5	10	2	8	9
4	6	7	9	8	1
5	8	8	7	2	4

B1 -3, B2 -2, B3 -1, B4 -2, B5 -1, B6 -2

$$\begin{bmatrix} 5 & 3 & 0 & 1 & 7 & 6 \\ 0 & 7 & 4 & 6 & 1 & 5 \\ 9 & 0 & 3 & 8 & 5 & 4 \\ 3 & 3 & 8 & 0 & 6 & 7 \\ 3 & 5 & 6 & 8 & 7 & 0 \\ 3 & 6 & 6 & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix} = A$$

Gambar 2. Matriks awal tereduksi

Matriks A merupakan matriks reduksi dari matriks awal. Dari hasil reduksi tersebut didapatkan nilai $c(\text{akar})$ yaitu jumlah total yang dipakai untuk mereduksi matriks tersebut.

$$c(\text{akar}) = 3 + 2 + 1 + 2 + 1 + 2 = 11$$

Setelah mendapatkan nilai $c(\text{akar})$ maka selanjutnya akan dilakukan ekspansi untuk mendapatkan simpul anak – anaknya. Dari setiap simpul anak tersebut akan dilakukan analisis untuk mendapatkan cost nya. Berikut adalah gambar matriks setelah perhitungan dan nilai cost yang didapat dari setiap simpul anak :

1. Simpul 2, Pekerja 1 > Pekerjaan 1

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 7 & 4 & 6 & 1 & 5 \\ \infty & 0 & 3 & 8 & 5 & 4 \\ \infty & 3 & 8 & 0 & 6 & 7 \\ \infty & 5 & 6 & 8 & 7 & 0 \\ \infty & 6 & 6 & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

B2 -1, C3 -3

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 6 & 0 & 5 & 0 & 4 \\ \infty & 0 & 0 & 8 & 5 & 4 \\ \infty & 3 & 5 & 0 & 6 & 7 \\ \infty & 5 & 3 & 8 & 7 & 0 \\ \infty & 6 & 3 & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix} = B$$

Gambar 2. Matriks B

$$c(2) = 11 + 5 + 4 = 20$$

2. Simpul 3, Pekerja 1 > Pekerjaan 2

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & \infty & 4 & 6 & 1 & 5 \\ 9 & \infty & 3 & 8 & 5 & 4 \\ 3 & \infty & 8 & 0 & 6 & 7 \\ 3 & \infty & 6 & 8 & 7 & 0 \\ 3 & \infty & 6 & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

B3 -3

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & \infty & 1 & 6 & 1 & 5 \\ 9 & \infty & 0 & 8 & 5 & 4 \\ 3 & \infty & 5 & 0 & 6 & 7 \\ 3 & \infty & 3 & 8 & 7 & 0 \\ 3 & \infty & 3 & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix} = C$$

Gambar 3. Matriks C

$$c(3) = 11 + 3 + 3 = 17$$

3. Simpul 4, Pekerja 1 > Pekerjaan 3

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & 7 & \infty & 6 & 1 & 5 \\ 9 & 0 & \infty & 8 & 5 & 4 \\ 3 & 3 & \infty & 0 & 6 & 7 \\ 3 & 5 & \infty & 8 & 7 & 0 \\ 3 & 6 & \infty & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix} = D$$

Gambar 4. Matriks D

$$c(4) = 11 + 0 + 0 = 11$$

4. Simpul 5, Pekerja 1 > Pekerjaan 4

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & 7 & 4 & \infty & 1 & 5 \\ 9 & 0 & 3 & \infty & 5 & 4 \\ 3 & 3 & 8 & \infty & 6 & 7 \\ 3 & 5 & 6 & \infty & 7 & 0 \\ 3 & 6 & 6 & \infty & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

B4 -3, C3 -3

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & 7 & 1 & \infty & 1 & 5 \\ 9 & 0 & 0 & \infty & 5 & 4 \\ 0 & 0 & 2 & \infty & 3 & 4 \\ 3 & 5 & 3 & \infty & 7 & 0 \\ 3 & 6 & 3 & \infty & 0 & 2 \end{bmatrix} = E$$

Gambar 5. Matriks E

$$c(5) = 11 + 1 + 6 = 18$$

5. Simpul 6, Pekerja 1 > Pekerjaan 5

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & 7 & 4 & 6 & \infty & 5 \\ 9 & 0 & 3 & 8 & \infty & 4 \\ 3 & 3 & 8 & 0 & \infty & 7 \\ 3 & 5 & 6 & 8 & \infty & 0 \\ 3 & 6 & 6 & 5 & \infty & 2 \end{bmatrix}$$

B6 -2, C3 -3

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & 7 & 1 & 6 & \infty & 5 \\ 9 & 0 & 0 & 8 & \infty & 4 \\ 3 & 3 & 5 & 0 & \infty & 7 \\ 3 & 5 & 3 & 8 & \infty & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 3 & \infty & 0 \end{bmatrix} = F$$

Gambar 6. Matriks F

$$c(6) = 11 + 7 + 5 = 23$$

6. Simpul 7, Pekerja 1 > Pekerjaan 6

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & 7 & 4 & 6 & 1 & \infty \\ 9 & 0 & 3 & 8 & 5 & \infty \\ 3 & 3 & 8 & 0 & 6 & \infty \\ 3 & 5 & 6 & 8 & 7 & \infty \\ 3 & 6 & 6 & 5 & 0 & \infty \end{bmatrix}$$

B5 -3, C3 -3

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 0 & 7 & 1 & 6 & 1 & \infty \\ 9 & 0 & 0 & 8 & 5 & \infty \\ 3 & 3 & 5 & 0 & 6 & \infty \\ 0 & 2 & 0 & 5 & 4 & \infty \\ 3 & 6 & 3 & 5 & 0 & \infty \end{bmatrix} = G$$

Gambar 7. Matriks G

$$c(7) = 11 + 6 + 6 = 23$$

Dari hasil matriks tereduksi diatas, dapat dilihat bahwa simpul 4 memiliki nilai *cost* yang terkecil. Selanjutnya simpul 4 akan diekspansi. Simpul anak hasil ekspansi tersebut, seperti berikut :

(Untuk gambar berikutnya hanya akan menampilkan matriks hasil akhir reduksi dan nilai pereduksi diatasnya.)

1. Simpul 8, Pekerja 2 > Pekerjaan 1

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 0 & \infty & 8 & 5 & 4 \\ \infty & 3 & \infty & 0 & 6 & 7 \\ \infty & 5 & \infty & 8 & 7 & 0 \\ \infty & 6 & \infty & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix} = H$$

Gambar 8. Matriks H

$$c(8) = 11 + 0 + 0 = 11$$

2. Simpul 9, Pekerja 2 > Pekerjaan 2

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 2 & \infty & \infty & 4 & 1 & 0 \\ 0 & \infty & \infty & 0 & 6 & 7 \\ 0 & \infty & \infty & 8 & 7 & 0 \\ 0 & \infty & \infty & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix} = I$$

Gambar 9. Matriks I

$$c(9) = 11 + 7 + 7 = 25$$

3. Simpul 10, Pekerja 2 > Pekerjaan 4

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 9 & 0 & \infty & \infty & 5 & 4 \\ 0 & 0 & \infty & \infty & 3 & 4 \\ 3 & 5 & \infty & \infty & 7 & 0 \\ 3 & 6 & \infty & \infty & 0 & 2 \end{bmatrix} = J$$

Gambar 10. Matriks J

$$c(10) = 11 + 6 + 3 = 20$$

4. Simpul 11, Pekerja 2 > Pekerjaan 5

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 8 & 0 & \infty & 8 & \infty & 4 \\ 2 & 3 & \infty & 0 & \infty & 7 \\ 2 & 5 & \infty & 8 & \infty & 0 \\ 0 & 4 & \infty & 3 & \infty & 0 \end{bmatrix} = K$$

Gambar 11. Matriks K

$$c(11) = 11 + 1 + 3 = 15$$

5. Simpul 12, Pekerja 2 > Pekerjaan 6

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 9 & 0 & \infty & 8 & 5 & \infty \\ 3 & 3 & \infty & 0 & 6 & \infty \\ 0 & 2 & \infty & 5 & 4 & \infty \\ 3 & 6 & \infty & 5 & 0 & \infty \end{bmatrix} = L$$

Gambar 12. Matriks L

$$c(12) = 11 + 5 + 3 = 19$$

Dari hasil matriks tereduksi diatas, dapat dilihat bahwa simpul 8 memiliki nilai *cost* yang terkecil. Selanjutnya simpul 8 akan diekspansi. Simpul anak hasil ekspansi tersebut, seperti berikut :

1. Simpul 13, Pekerja 3 > Pekerjaan 2

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 0 & 6 & 7 \\ \infty & \infty & \infty & 8 & 7 & 0 \\ \infty & \infty & \infty & 5 & 0 & 2 \end{bmatrix} = M$$

Gambar 13. Matriks M

$$c(13) = 11 + 0 + 0 = 11$$

2. Simpul 14, Pekerja 3 > Pekerjaan 4

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 0 & \infty & \infty & 3 & 4 \\ \infty & 5 & \infty & \infty & 7 & 0 \\ \infty & 6 & \infty & \infty & 0 & 2 \end{bmatrix} = M$$

Gambar 14. Matriks M

$$c(14) = 11 + 4 + 3 = 18$$

3. Simpul 15, Pekerja 3 > Pekerjaan 5

$$\begin{array}{c} \text{B6 -2, C2 -3} \\ \left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 0 & \infty & 0 & \infty & 7 \\ \infty & 2 & \infty & 8 & \infty & 0 \\ \infty & 1 & \infty & 3 & \infty & 0 \end{array} \right] = N \end{array}$$

Gambar 15. Matriks N

$$c(15) = 11 + 5 + 5 = 21$$

4. Simpul 16, Pekerja 3 > Pekerjaan 6

$$\begin{array}{c} \text{B5 -5} \\ \left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 3 & \infty & 0 & 6 & \infty \\ \infty & 0 & \infty & 3 & 2 & \infty \\ \infty & 6 & \infty & 5 & 0 & \infty \end{array} \right] = O \end{array}$$

Gambar 16. Matriks O

$$c(16) = 11 + 4 + 5 = 20$$

Dari hasil matriks tereduksi diatas, dapat dilihat bahwa simpul 13 memiliki nilai *cost* yang terkecil. Selanjutnya simpul 13 akan diekspansi. Simpul anak hasil ekspansi tersebut, seperti berikut :

1. Simpul 17, Pekerja 4 > Pekerjaan 4

$$\left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & 7 & 0 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & 0 & 2 \end{array} \right] = P$$

Gambar 17. Matriks P

$$c(17) = 11 + 0 + 0 = 11$$

2. Simpul 18, Pekerja 4 > Pekerjaan 5

$$\begin{array}{c} \text{B6 -2, C4 -3} \\ \left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 5 & \infty & 0 \\ \infty & \infty & \infty & 0 & \infty & 0 \end{array} \right] = Q \end{array}$$

Gambar 18. Matriks Q

$$c(18) = 11 + 3 + 5 = 19$$

3. Simpul 19, Pekerja 4 > Pekerjaan 6

$$\begin{array}{c} \text{B5 -7, C4 -1} \\ \left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 0 & 0 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 1 & 0 & \infty \end{array} \right] = Q \end{array}$$

Gambar 19. Matriks Q

$$c(19) = 11 + 7 + 8 = 26$$

Dari hasil matriks tereduksi diatas, dapat dilihat bahwa simpul 17 memiliki nilai *cost* yang terkecil. Selanjutnya simpul 17 akan diekspansi. Simpul anak hasil ekspansi tersebut, seperti berikut :

1. Simpul 20, Pekerja 5 > Pekerjaan 5

$$\begin{array}{c} \text{B6 -2} \\ \left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 0 \end{array} \right] = R \end{array}$$

Gambar 20. Matriks R

$$c(20) = 11 + 7 + 2 = 20$$

2. Simpul 21, Pekerja 5 > Pekerjaan 6

$$\left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & 0 & \infty \end{array} \right] = S$$

Gambar 21. Matriks S

$$c(21) = 11 + 0 + 0 = 11$$

Dari hasil matriks tereduksi diatas, dapat dilihat bahwa simpul 21 memiliki nilai *cost* yang terkecil. Selanjutnya simpul 21 akan diekspansi. Simpul anak hasil ekspansi tersebut, seperti berikut :

1. Simpul 22, Pekerja 6 > Pekerjaan 5

$$\left[\begin{array}{cccccc} \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \end{array} \right] = T$$

Gambar 22. Matriks T

$$c(22) = 11 + 0 + 0 = 11$$

Karena solusi ditemukan, maka tidak ada lagi simpul hidup yang diekspansi pada pohon ruang status. Pada solusi didapat jalur pohon jawaban berupa :

Simpul $4 > 8 > 13 > 17 > 21 > 22$

C. Solusi menentukan susunan terbaik tim proyek

Dari hasil pencarian kasus ini dengan menggunakan algoritma B&B, maka dapat disimpulkan bahwa susunan tim proyek yang terbaik adalah :

1. Pekerja 1 > Pekerjaan 3
2. Pekerja 2 > Pekerjaan 1
3. Pekerja 3 > Pekerjaan 2
4. Pekerja 4 > Pekerjaan 4
5. Pekerja 5 > Pekerjaan 6
6. Pekerja 6 > Pekerjaan 5

IV. ANALISIS

Dari kasus yang diangkat dalam makalah ini, algoritma Branch and Bound menunjukkan proses yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan algoritma Breadth First Search.

Simpul yang diekspansi dan dianalisa tidak seluruhnya dari tiap tahap, tetapi ada fungsi pembatas dalam algoritma B&B yang menentukan simpul mana yang akan dianalisis. Dapat dilihat dalam analisis di atas bahwa pola ekspansi yang ditunjukkan algoritma B&B berbeda dengan algoritma BFS.

Hasil kedua algoritma memiliki perbandingan yang signifikan yaitu, BFS harus menelusuri semua simpul hingga mencapai solusi persoalan. Dari hasil analisa pada persoalan, dapat disimpulkan bahwa algoritma B&B mampu memberikan solusi yang optimal dengan efisien untuk jenis *assignment problem*. Kesimpulan ini didukung dengan hasil pembuatan simpul tanpa harus mengekspansi setiap daunnya.

Tetapi dengan kesimpulan yang telah disebutkan, belum dinyatakan bahwa algoritma B&B merupakan algoritma terbaik untuk memecahkan persoalan ini, diperlukan studi yang lebih mendalam untuk membuktikannya.

V. KESIMPULAN

Setelah menganalisa persoalan *assignment problem* dalam menyusun posisi pekerja pada tim proyek dengan menggunakan algoritma branch and bound, adalah sebagai berikut :

1. Algoritma Branch and Bound memiliki dasar algoritma yaitu algoritma Breadth First Search sebagai skema traversal dalam membentuk graf disertai dengan nilai *cost* sebagai dasar prioritas pembentukan pohon. Algoritma Branch and Bound merupakan algoritma pencarian solusi yang efisien.
2. *Assignment problem* dapat diselesaikan dengan

menggunakan algoritma Branch and Bound.

3. Dapat disimpulkan bahwa susunan tim proyek terbaik pada persoalan di atas yang diselesaikan dengan menggunakan algoritma Branch and Bound, sebagai berikut :

- a. Pekerja 1 > Pekerjaan 3
- b. Pekerja 2 > Pekerjaan 1
- c. Pekerja 3 > Pekerjaan 2
- d. Pekerja 4 > Pekerjaan 4
- e. Pekerja 5 > Pekerjaan 6
- f. Pekerja 6 > Pekerjaan 5

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. 2009. *Diktat Kuliah IF3051 Strategi Algoritma*. Program Studi Teknik Informatika STEI ITB
- [2] <http://www.pmhut.com/project-manager-responsibilities> diakses tanggal 18 Desember 2013, pukul 19.33.
- [3] http://kuliah.itb.ac.id/file.php/356/Materi_IF3150_MPPL/MPPL-03-13-Prj_Mgt_Processes.pdf diakses tanggal 19 Desember 2013, pukul 18.00.
- [4] http://kuliah.itb.ac.id/file.php/356/Materi_IF3150_MPPL/MPPL-03-13-Prj_Mgt_Processes.pdf diakses tanggal 19 Desember 2013, pukul 18.05.

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, 20 Desember 2013

ttd



Arief Pradana dan 13511062