

Penggunaan Pohon Keputusan pada Tragedi Kilang Minyak Texas yang Berdasarkan EMV

Wilhelmus Andrian Tanujaya / 13513071
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13513071@std.stei.itb.ac.id

Makalah ini berisikan pohon keputusan yang seharusnya dipertimbangkan oleh kilang minyak Texas yang dimiliki oleh British Petroleum Company. Keputusan akan didasarkan pada biaya yang mungkin dikeluarkan, sesuai dengan ilmu manajemen operasional. Di dalam makalah ini, saya akan membahas mengenai sejarah singkat tragedi kilang minyak Texas, graf, pohon, aplikasi pohon keputusan dan pengambilan keputusan dalam manajemen operasional.

EMV, Graf, Kilang Minyak Texas, Manajemen Operasional, Pohon

I. PEMBUKAAN

British Petroleum (BP), didirikan pada tahun 1908 sebagai sebuah perusahaan Anglo-Persian dengan hanya satu sumur minyak di daerah terpencil di Persia, setelah 8 tahun dilakukan pencarian minyak. Dalam kurun waktu setengah abad, firma ini berkembang menjadi perusahaan besar di dunia, dengan memperkerjakan 100.000 orang di 100 negara.

Pada tahun 1999, raksasa minyak ini membeli semua saham Amoco, sebuah perusahaan minyak raksasa milik Amerika Serikat, beserta semua kilang minyaknya. Salah satu di antara sekian banyak kilang minyak yang dimiliki Amoco adalah kilang minyak Texas yang merupakan kilang minyak terbesar ketiga di negara tersebut. ^[1]



Gambar 1. Kilang Texas Setelah Ledakan

(Sumber :

http://www.smh.com.au/ffximage/2005/03/24/bp1_wideweb_430x285.jpg diakses pada 7 Desember 2014 pukul 17.29 WIB)

Pada tanggal 23 Mei 2005, kilang minyak Texas meledak dan memakan 15 korban jiwa dan 180 korban luka-luka^[2]. Ketika ditelusuri lebih dalam, ditemukan fakta bahwa kebijakan-kebijakan yang dikeluarkan BP sangat berpengaruh terhadap ledakan yang terjadi di kilang minyak tersebut.

Kilang minyak Texas pada awalnya dibangun oleh Pan America tahun 1930. Kilang minyak ini berganti kepemilikan berkali-kali sebelum diakuisisi oleh British Petroleum. Setelah diambil alih, BP dengan cepat mengurangi biaya operasionalnya dengan memangkas jumlah inspektur dan pekerja pemelihara, meniadakan biaya pembelian sepatu keselamatan, dan menghilangkan *safety awards* dari program kerja mereka. Biaya operasional pun dipotong \$48 juta dari total \$300 juta. Bahkan, manajer-manajer kilang memberhentikan pemugaran kilang yang dianjurkan oleh Telos Group, sebuah firma konsultan, yang diperkirakan sebesar \$235 juta. Pemugaran sempat dilakukan untuk beberapa lama, namun para manajer takut kehilangan profit, maka anjuran itu pun diabaikan^[1].

Dengan pemotongan budget besar-besaran, dan pengabaian aturan keselamatan yang diterapkan oleh manajer-manajer kilang, kilang Texas pun terkena batunya.

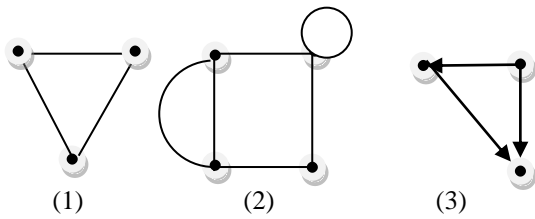
II. TEORI DASAR

A. Graf

Graf adalah pasangan dari himpunan-himpunan tak kosong yang berisikan simpul (vertex) dan sisi (edge). Himpunan simpul biasa dilambangkan dengan V, sedangkan himpunan sisi dilambangkan dengan E. Graf umumnya digunakan untuk melambangkan permasalahan-permasalahan yang ada seperti mesin jaja, dan rangkaian listrik^[3].

Graf dapat dibedakan berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda. Graf yang tidak memiliki gelang disebut sebagai graf sederhana. Graf yang memiliki gelang disebut graf tak-sederhana^[3].

Perbedaan graf juga dapat dilihat pada ada tidaknya arah pada sisinya. Graf dengan arah pada sisinya disebut sebagai graf berarah. Sebaliknya, graf yang memiliki simpul tanpa arah disebut graf tak-berarah^[3].



Gambar 2. (1) Graf Tak-berarah Sederhana, (2) Graf Tak-berarah Tak-sederhana, (3) Graf Berarah

Ada beberapa terminologi yang terdapat dalam permasalahan graf seperti^[3]:

- Ketetangaan adalah keadaan di mana dua simpul saling berdekatan.
- Bersisian adalah hubungan antara simpul dan sisi, di mana simpul tersebut terhubung langsung dengan sisi yang dikatakan bersisian dengannya.
- Derajat adalah jumlah sisi yang bersisian dengan sebuah simpul.
- Lintasan adalah panjang dari simpul awal ke simpul tujuan.
- Sirkuit adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama.
- Graf berbobot adalah graf yang tiap sisinya memiliki bobot.

B. Pohon

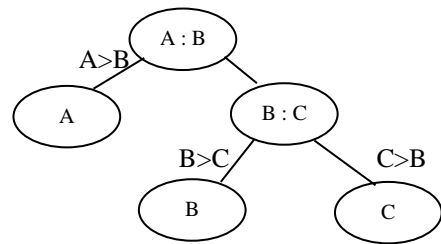
Graf tak berarah yang tidak mengandung sirkuit di dalamnya disebut pohon. Bila G adalah pohon, maka setiap pasang simpul di dalam G terhubung dengan satu sisi saja. Jumlah sisi pohon G (m) adalah jumlah sisi (n) - 1, dan setiap pohon memiliki pohon-pohon kecil di dalamnya yang disebut upa-pohon. Kumpulan pohon yang saling lepas disebut sebagai hutan^[3].

Beberapa terminologi pada pohon berakar:

- Anak dan orang tua
Pada umumnya, di dua simpul yang bertetangga, orang tua adalah simpul yang berada di posisi yang lebih atas, sedangkan anak berada di posisi yang lebih rendah.
- Lintasan merupakan panjang dari simpul ke simpul.
- Saudara kandung adalah dua atau lebih simpul yang memiliki orang tua yang sama.
- Derajat adalah jumlah upapohon atau jumlah anak yang dimiliki simpul tersebut.
- Daun adalah simpul yang berderajat nol.
- Simpul Dalam adalah simpul yang memiliki orang tua dan berderajat tidak nol.
- Aras adalah tingkat di mana simpul itu berada. Simpul yang tidak memiliki orang tua dikatakan memiliki aras 0. Anaknya memiliki aras 1, dan seterusnya.
- Tinggi atau kedalaman adalah aras maksimum dari sebuah pohon.

Layaknya graf yang dapat digunakan untuk

mendeskripsikan masalah, pohon juga dapat digunakan untuk mendeskripsikan dan menyelesaikan masalah. Salah satu bentuk pengaplikasian pohon adalah pohon pengambilan keputusan^[3].

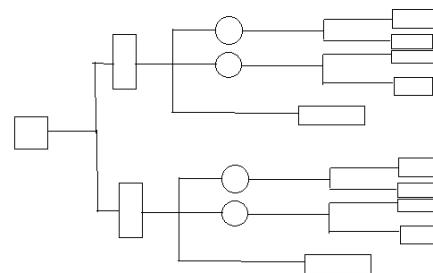


Gambar 3. Pohon Pengambilan Keputusan

Gambar di atas adalah contoh pohon keputusan dalam menentukan batu permata yang asli dari 3 batu yang ada. Batu permata yang asli akan memiliki berat lebih dari kedua batu palsu lainnya, yang beratnya sama. Pengaplikasian pohon keputusan juga sangat digunakan dalam dunia manajemen, terutama dalam membuat keputusan yang besar.

C. Aplikasi Pohon Keputusan dengan EMV

Pohon keputusan dalam dunia manajemen digunakan untuk memperhitungkan biaya-biaya yang akan dikeluarkan yang juga dipengaruhi oleh kemungkinan berhasil tidaknya keputusan tersebut bila diambil. Di bawah ini adalah contoh pohon keputusan dalam dunia manajemen.



Gambar 4. Pohon Pengambilan Keputusan di Dunia Manajemen

Lambang kotak (\square) adalah simpul awal pengambilan keputusan. Lingkaran (\circ) adalah *nature node* yang mempertimbangkan hasil apa yang akan keluar bila keputusan tertentu diambil. Persegi panjang tegak merepresentasikan keputusan berikutnya yang harus diambil. Persegi panjang horizontal adalah besar biaya yang dikeluarkan untuk keperluan tersebut^[4].

D. Penerapan EMV dan Perhitungan Persentase

Expected Monetary Value (EMV) adalah rata-rata biaya yang mungkin dikeluarkan dalam pengambilan sebuah keputusan. Nilai EMV juga bergantung pada kemungkinan berhasil tidaknya sebuah keputusan diambil. Tiap kemungkinan dinyatakan di antara 0-1, di mana semua kemungkinan bila dijumlahkan hasilnya adalah 1^[4].

Rumus EMV adalah:

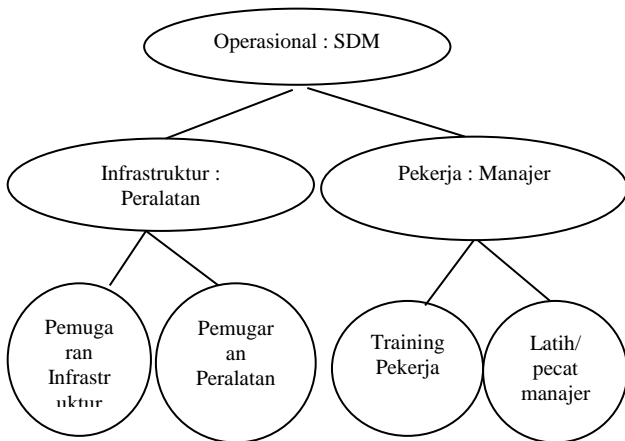
EMV (bergantung pada jumlah i) = (biaya untuk kemungkinan 1) x (besar kemungkinan 1) + (biaya kemungkinan 2) x (besar kemungkinan 2) + ... + (biaya kemungkinan i) x (besar kemungkinan i)

Presentase didapat melalui 3 cara, yaitu^[5]:

1. *Subjective probability* yaitu angka kemungkinan yang diberikan oleh ahli berdasarkan pengalaman dan pengetahuannya mengenai kasus tersebut.
2. *Uniform probability* yaitu dengan menganggap semua kemungkinan memiliki peluang yang sama, sehingga dapat dibagi berdasarkan kemungkinan yang ada sama rata. Misal, kemungkinan untuk Andi menendang bola masuk ke gawang adalah 0,5 banding 0,5. Kemungkinannya hanya dua yaitu bola masuk ke gawang, atau keluar gawang.
3. *Probability matrix* adalah dengan memberikan uraian kuantitatif dan kualitatif berdasarkan statistik. Semuanya ditulis di dalam tabel, lengkap dengan sebutan-sebutannya.

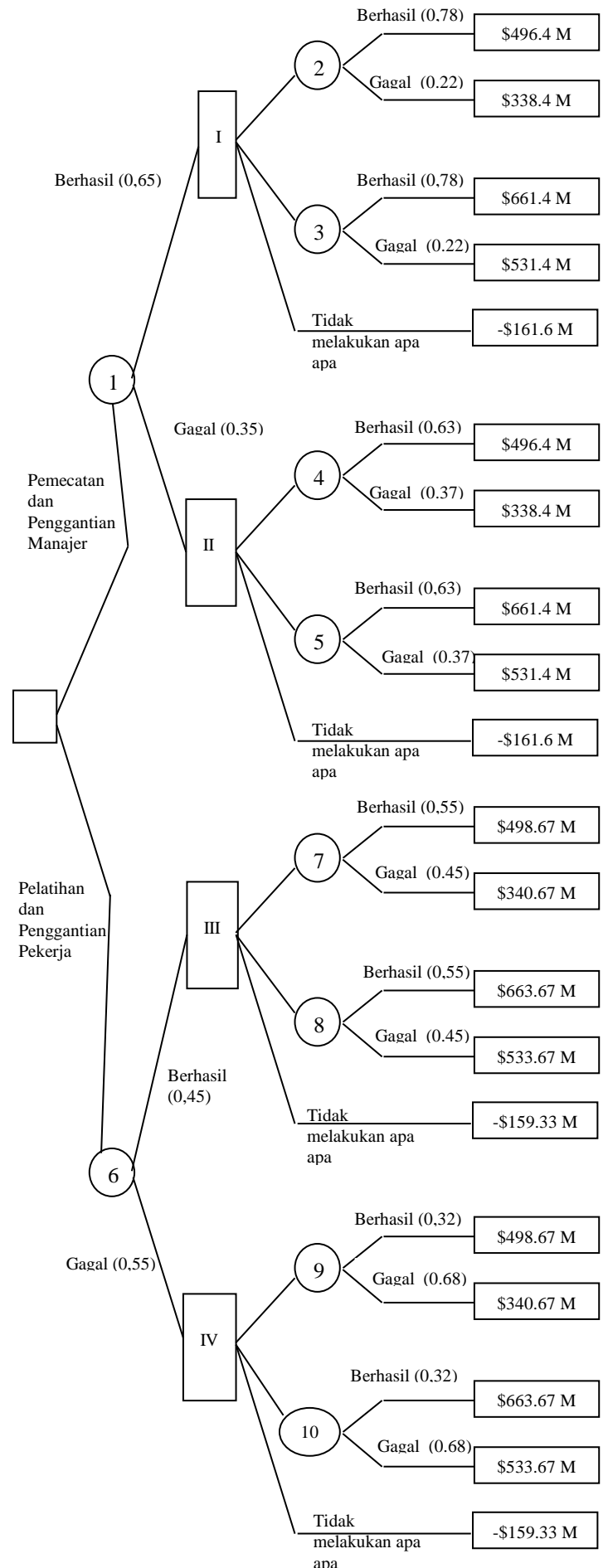
III. APLIKASI POHON KEPUTUSAN DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN KILANG MINYAK TEXAS

Dalam kasus kilang minyak Texas, ada beberapa faktor yang vital yang menyebabkan ledakan terjadi pada tanggal 23 Mei 2005 tersebut. Semuanya saya rangkum dan saya gambarkan pada pohon di bawah ini.



Gambar 5. Pohon Permasalahan yang Dihadapi oleh Kilang Minyak Texas

Pohon permasalahan ini saya ubah ke pohon keputusan yang mempertimbangkan EMV. Tujuannya adalah, agar kita dapat melihat, mungkin tidaknya sebuah kebijakan diambil untuk memperbaiki kilang minyak Texas tersebut. Ini saya lakukan karena manajer-manajer kilang minyak Texas dengan mentah-mentah menolak untuk merenovasi kilang mereka yang berakibat sangat fatal. Berikut adalah pohon keputusan pengambilan kebijakan di kilang minyak Texas beserta penjelasannya.



Pembahasan pohon keputusan:

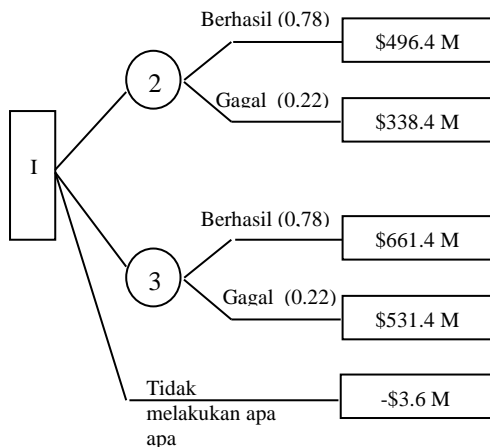
- Mengenai kemungkinan berhasil tidaknya pemecatan manajer dan pelatihan pekerja:

Kemungkinan yang didapat di dalam kasus ini saya dapatkan dari hasil wawancara yang saya dapat dari berbagai sumber yang bekerja pada perusahaan British Petroleum di Texas. Para manajer mengatakan bahwa, masalah utama berada pada para pekerja yang tidak mematuhi peraturan yang telah mereka buat. Di lain pihak, para pekerja mengklaim bahwa manajer mereka lah yang mengabaikan standar logistik kilang minyak^[6].

Pernyataan para pekerja didukung oleh pernyataan Telos Group yang mengatakan bahwa para manajer mengabaikan usulan mereka untuk memperbaiki kondisi kilang, meskipun pada awalnya mereka sangat menyetujuinya^[7]. Beberapa manajer pun mempublikasikan bagaimana diskusi mengenai keamanan di kilang minyak Texas hanya dipandang sebelah mata. Anjuran Telos untuk memperbaiki kilang hanya dijalankan beberapa bulan kemudian dihentikan dengan alasan perusahaan kehilangan untung dan merugi^[2].

Oleh karena itu, saya mengasumsikan bahwa masalah utama ada pada manajemen kilang minyak Texas. Bila sistem manajemen kilang dibenahi, saya percaya bahwa kemungkinan kebijakan berikutnya dilaksanakan dengan baik adalah 65%. Bila masalah yang ditangani hanya masalah pekerja, saya mengasumsikan kebijakan berikutnya untuk berjalan hanya sebesar 45%.

- Mengenai simpul :



Gambar 6. Potongan Pohon Keputusan Permasalahan Kilang Minyak Texas

Simpul dengan bentuk persegi panjang tegak dan diisi dengan angka romawi memiliki 3 anak yang merepresentasikan kebijakan mengenai infrastruktur dan peralatan.

Anak pertama(sisi paling atas), adalah saran dari Amoco Regulatory Cluster Project yang diisukan pada tahun 1993. Amoco menyarankan agar semua *blowdown stacks* digantikan dengan *flares* dan *knockout drums*. Beberapa daerah berbahaya juga perlu ditambah kerusakannya dan diberi saluran untuk mengatur pembuangan sisa-sisa produksi dari kilang minyak. Usulan ini diperkirakan sebesar \$400 juta^[8].

Anak kedua adalah saran dari Telos Group yang mengusulkan agar kilang minyak Texas mengucurkan dana sebesar \$235 juta untuk memperbaiki infrastruktur dan peralatannya^[2]. Sedangkan anak ketiga adalah pilihan bila Telos Group tidak melakukan apa-apa untuk memperbaiki infrastruktur dan peralatannya.

- Mengenai angka yang ditulis di pohon:

Kilang minyak Texas memperoleh \$900 juta per bulannya. Total tuntutan dari korban dan ganti rugi yang harus dibayar oleh perusahaan adalah \$158 juta^[2]. Biaya untuk mengubah dan merombak jajaran manajer kilang minyak tersebut adalah \$3.6 juta, yang telah saya hitung dengan biaya rata-rata pemecatan yang dikeluarkan perusahaan untuk 5 manajer (jumlah manajer utama kilang minyak Texas)^[9]. Biaya untuk melatih keseluruhan pekerja kilang minyak dengan paket termahal diperkirakan sebesar \$1.33 juta^[10].

Rincian biaya:

- $\$496.4 \text{ M} = \$ (900 - 400 - 3.6) \text{ M}$ {pendapatan – biaya penggantian drum penyimpanan dan penambalan – biaya perombakan jajaran manajemen}
- $\$338.4 \text{ M} = \$ (496.4 - 158) \text{ M}$ { \$ 496.4 M dikurangi dengan biaya ganti rugi yang dikeluarkan perusahaan ketika kilang meledak }
- $\$661.4 \text{ M} = \$ (900 - 235 - 3.6) \text{ M}$ {pendapatan – biaya infrastruktur – biaya perombakan jajaran manajemen}
- $\$531.4 \text{ M} = \$ (661.4 - 158) \text{ M}$ { \$ 661.4 M dikurangi dengan biaya ganti rugi yang dikeluarkan perusahaan ketika kilang meledak }
- $-\$161.6 \text{ M} = \$ (-158 - 3.6) \text{ M}$ {total ganti rugi dan biaya perombakan manajemen}
- $\$498.67 = \$ (900 - 400 - 1.33) \text{ M}$ {pendapatan – biaya penggantian drum penyimpanan dan penambalan – biaya pelatihan pekerja}
- $\$340.67 = \$ (498.67 - 158) \text{ M}$ { \$ 498.67 M dikurangi dengan biaya ganti rugi yang dikeluarkan perusahaan ketika kilang meledak }

- h. $\$663.67 = \$ (900 - 235 - 1.33) \text{ M}$ {pendapatan – biaya infrastruktur – biaya pelatihan pekerja}
- i. $\$533.67 = \{ \$ 663.67 \text{ M dikurangi dengan biaya ganti rugi yang dikeluarkan perusahaan ketika kilang meledak} \}$
- j. $-\$159.33 = \{ \text{total ganti rugi dan biaya pelatihan pekerja} \}$

- *Perhitungan EMV pada aras ke-3 dari pohon*

- a. $\text{EMV (simpul 2)} = (0.78) \times (\$496.4 \text{ M}) + (0.22) \times (\$338.4 \text{ M})$
= \$ 461.4 M
- b. $\text{EMV (simpul 3)} = (0.78) \times (\$661.4 \text{ M}) + (0.22) \times (\$531.4 \text{ M})$
= \$ 632.8 M
- c. $\text{EMV (simpul 4)} = (0.63) \times (\$496.4 \text{ M}) + (0.37) \times (\$338.4 \text{ M})$
= \$ 437.94 M
- d. $\text{EMV (simpul 5)} = (0.63) \times (\$661.4 \text{ M}) + (0.37) \times (\$531.4 \text{ M})$
= \$ 541.89 M
- e. $\text{EMV (simpul 7)} = (0.55) \times (\$498.67 \text{ M}) + (0.45) \times (\$340.67 \text{ M})$
= \$ 427.57 M
- f. $\text{EMV (simpul 8)} = (0.55) \times (\$663.67 \text{ M}) + (0.45) \times (\$533.67 \text{ M})$
= \$ 605.17 M
- g. $\text{EMV (simpul 9)} = (0.32) \times (\$498.67 \text{ M}) + (0.68) \times (\$340.67 \text{ M})$
= \$ 391.23 M
- h. $\text{EMV (simpul 10)} = (0.32) \times (\$663.67 \text{ M}) + (0.68) \times (\$533.67 \text{ M})$
= \$ 575.27 M

- *Perhitungan nilai simpul di aras ke-2*

Nilai simpul pada aras ke-2 adalah nilai maksimum dari anak-anaknya.

- a. Simpul I = \$632.8
- b. Simpul II = \$541.89
- c. Simpul III = \$605.17
- d. Simpul IV = \$575.27

- *Perhitungan EMV pada aras ke-1 pohon*

- a. $\text{EMV (simpul 1)} = (0.65) \times (\$632.8 \text{ M}) + (0.35) \times (\$541.89 \text{ M})$
= \$ 600.98 M
- b. $\text{EMV (simpul 6)} = (0.45) \times (\$605.17 \text{ M}) + (0.55) \times (\$575.27 \text{ M})$
= \$ 588.725 M

- *Pembahasan hasil*

Dari EMV pada aras pertama pohon, kita dapat simpulkan bahwa merombak sistem manajemen kilang minyak Texas akan memberikan hasil yang lebih baik daripada melatih para pekerja.

Selain itu, pada aras ketiga pohon, kita dapat melihat bahwa opsi kedua (memugar infrastruktur kilang senilai \$235 juta) lebih menguntungkan daripada menggunakan opsi pertama. Tetapi beberapa hal yang perlu diingat adalah, tidak semua data telah saya masukkan ke dalam perhitungan. Data mengenai total kerusakan yang mungkin terjadi bila kilang diperbarui seluruhnya (opsi 1) dan hanya diperbaiki infrastrukturnya (opsi 2) mungkin akan berbeda. Opsi 1 juga mengatur limbah yang dihasilkan kilang. Oleh karena itu, pilihan tersebut masih dapat berubah bila ada data-data lain yang ditambahkan.

IV. KELEMAHAN ANALISIS

Dalam permasalahan ini, tidak ada data yang pasti dalam menentukan persentase keberhasilan sesuatu. Semuanya hanyalah asumsi dari beberapa orang saja (*subjective probability*) yang saya sajikan dalam bentuk angka. Saya bukanlah seorang ahli dalam manajemen, dan data-data persentase saya dapatkan berasal dari wawancara yang dilakukan beberapa sumber kepada pekerja-pekerja di kilang minyak Texas, bukan ahli manajemen.

Perhitungan juga belum memasukkan beberapa data seperti perkiraan kerugian bila sebuah keputusan tersebut diambil dan bila tidak diambil. Contohnya: Perkiraan kerugian yang dialami selama kilang direnovasi, Perkiraan biaya yang dikeluarkan bila limbah kilang tidak ditanggulangi, dan lain-lain. Ini dikarenakan kurangnya sumber yang ada. Selain itu, data mengenai biaya yang dikeluarkan oleh BP untuk menutupi kerugiannya juga tidak saya masukkan ke dalam hitungan. Ini karena BP hanya memberikan klaim bahwa perusahaannya telah menghabiskan \$1.7 miliar untuk menutupi kerugian akibat ledakan.

Namun, model pengambilan keputusan yang saya buat dapat digunakan oleh orang yang lebih ahli dan disempurnakan dengan mengubah angka-angka yang sekiranya tidak cocok dengan kenyataan.

V. KESIMPULAN

Teori graf dan pohon dapat digunakan untuk menentukan keputusan yang mungkin dapat berakibat fatal bila salah memilih. Harapan saya adalah, perusahaan-perusahaan yang beresiko besar dalam pengoperasiannya dapat menggunakan model pengambilan keputusan seperti yang saya buat untuk menentukan kebijakan yang perlu mereka ambil. Dengan demikian, keputusan yang diambil dapat dipertimbangkan lebih dahulu, dan bencana besar seperti ledakan di Texas dapat dihindari.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama – tama saya ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya makalah ini dapat saya selesaikan. Tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada orang tua saya yang telah membesarkan dan mendidik saya, serta menyekolahkan saya hingga ke jenjang perguruan tinggi ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Pak Rinaldi Munir dan Ibu Harlii sebagai dosen Mata Kuliah IF2120 Matematika Diskrit atas pengetahuan tentang teori-teori Matematika Diskrit yang telah diajarkan kepada saya, sehingga saya bias menyelesaikan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Richard Ivey School of Business, *British Petroleum and John Browne: A Culture of Risk Beyond Petroleum*, Ontario, Canada, 2008.
- [2] Knutson, Ryan. *Blast at BP Texas Refinery in '05 Foreshadowed Gulf Disaster*. <http://www.propublica.org/article/blast-at-bp-texas-refinery-in-05-foreshadowed-gulf-disaster>, 2010, diakses pada 7 Desember 2014.
- [3] Rinaldi Munir, *Matematika Diskrit*, edisi kedua. Bandung : Penerbit Informatika Bandung, 2003, halaman 209 – 401.
- [4] J.Heizer, Barry Render, *Operations Management*, edisi kesepuluh. New Jersey: Penerbit Pearson New Jersey, 2011, halaman 699-711.
- [5] Leo J. Susilo, Victor Riwo Kaho, *Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 untuk Industri Nonperbankan*, edisi revisi. Jakarta Pusat : Penerbit PPM, 2011, halaman 138-139.
- [6] The Report of the BP U.S. *Refineries Independent Safety Review Panel*, 2007.
- [7] Telos Perspective and Recommendations, *The Telos Group* , 2004, halaman 10-14.
- [8] U.S Chemical Safety and Hazard Investigation Board, *Investigation Report Refinery Explosion and Fire*, Maret 2007.
- [9] [http://hr.bpglobal.com/LifeBenefits/Sites/Core/BP-Life-benefits/Employee-benefits-handbook/BP-Retirement-Accumulation-Plan-\(RAP\)/Appendix-for-Amoco-Heritage-Participants/Grandfather-Provision.aspx](http://hr.bpglobal.com/LifeBenefits/Sites/Core/BP-Life-benefits/Employee-benefits-handbook/BP-Retirement-Accumulation-Plan-(RAP)/Appendix-for-Amoco-Heritage-Participants/Grandfather-Provision.aspx) diakses pada 7 Desember 2014.
- [10] http://www.worldeducation.net/catalog/course/oil_refinery_operations diakses pada 7 Desember 2014.

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 Desember 2013



Wilhelmus Andrian Tanujaya, 13513071