

Implementasi Analisis Pohon Keputusan pada Manajemen Resiko Proyek

Vivianni / 13517060

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13517060@std.stei.itb.ac.id

Abstrak— Seorang manajer proyek yang baik harus dapat mengambil keputusan yang menguntungkan demi keberhasilan proyek tersebut. Salah satu tahap penting yang harus dilakukan sebelum mengambil keputusan adalah melakukan analisis terhadap semua resiko yang mungkin terjadi. Analisis harus dilakukan agar resiko yang mungkin muncul dan dapat mempengaruhi keberjalanan proyek dapat diminimalisir. Salah satu cara dalam melakukan analisis adalah dengan membuat pohon keputusan. Pohon keputusan akan memvisualisasikan seluruh resiko yang mungkin terjadi jika suatu keputusan diambil. Dengan membuat pohon keputusan, seluruh dampak yang divisualisasikan kemudian akan dianalisis dan diambil keputusan dengan hasil analisis yang paling baik.

Keywords— Analisis, Pohon Keputusan, Proyek, Resiko.

I. PENDAHULUAN

Analisis resiko dalam suatu proyek adalah suatu tahap awal yang harus dilakukan ketika memanajemen suatu proyek dan merupakan suatu tahap yang penting yang dapat mempengaruhi keberhasilan dari proyek. Analisis resiko bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap resiko yang mungkin terjadi sebelum dilakukannya pengambilan keputusan pada proyek tersebut. Jika analisis tidak dilakukan dengan benar, maka keputusan yang diambil mungkin adalah keputusan yang tidak efektif sehingga dapat menyebabkan munculnya masalah baru yang akan menyebabkan keberjalan proyek menjadi tidak efektif.

Proses memanajemen resiko adalah proses menganalisa resiko atau sumber dari resiko pada suatu proyek secara detail, mengevaluasi resiko berdasarkan besar kemungkinan kejadiannya dan besar dampak yang diberikan, mengambil keputusan yang mengeliminasi resiko tersebut atau meminimalisir dampak negatif yang dapat mempengaruhi keberjalanan proyek dan kemudian tetap memantau resiko-resiko lain selama keberjalan proyek. Manajemen resiko yang baik dalam keberjalanan suatu proyek dapat meningkatkan persentase keberhasilan dari proyek tersebut.

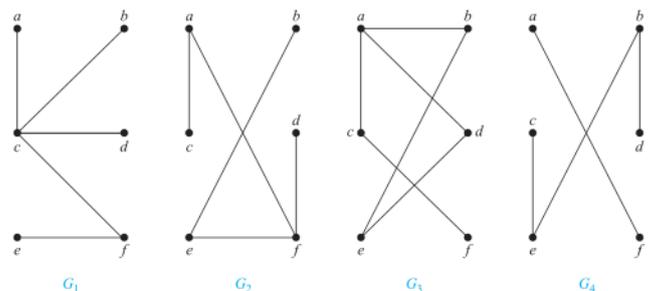
Analisis pohon keputusan dapat digunakan oleh seorang proyek manajer untuk mempermudah pekerjaannya. Pohon keputusan akan digunakan untuk memvisualisasi semua resiko yang mungkin terjadi jika diambilnya keputusan tersebut. Melalui visualisasi dari pohon keputusan ini, proyek manajer dapat mempertimbangkan alternatif terbaik untuk keberjalanan proyek, dan mempersiapkan timnya untuk menghadapi semua

resiko yang mungkin terjadi jika keputusan tersebut diambil. Resiko yang mungkin terjadi dapat dipikirkan dengan akal manusia, namun sangat kompleks. Oleh karena itu dapat digunakan pohon keputusan sebagai alternatif untuk memvisualisasikannya. Pohon keputusan memvisualisasi semua resiko dari satu keputusan yang kompleks secara terstruktur.

II. TEORI DASAR

A. Definisi Pohon

Pohon adalah salah satu bentuk dari graf tidak berarah yang semua simpulnya terhubung dan tidak mengandung sirkuit. Struktur pohon banyak digunakan untuk merepresentasikan informasi dalam bentuk yang terstruktur sehingga lebih mudah untuk dipahami.



Gambar 1. Contoh pohon dan bukan pohon

Sumber : *Discrete Mathematics and Its Applications Seventh Edition, Kenneth H Rosen, Page 746*

Graf G_1 dan G_2 adalah contoh dari pohon karena memenuhi definisi dari pohon yaitu terhubung dan tidak mengandung sirkuit. Graf G_3 bukan merupakan contoh dari pohon karena terdapat sirkuit di dalam graf tersebut sehingga tidak memenuhi definisi dari pohon. Graf G_4 juga bukan merupakan contoh dari pohon karena *node a-d* tidak terhubung dengan *node* lainnya sehingga sifat pohon yaitu terhubung tidak terpenuhi.

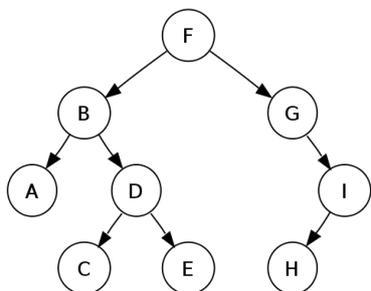
Definisi lain dari pohon yaitu, misalkan graf $G = (V, E)$ adalah graf tak-berarah sederhana dan jumlah simpulnya n . Maka semua pernyataan di bawah ini ekuivalen :

1. G adalah pohon.
2. Setiap pasang simpul di dalam G terhubung dengan lintasan tunggal.
3. G terhubung dan memiliki $m = (n-1)$ buah sisi

- G tidak mengandung sirkuit dan memiliki sisi sebanyak $m = (n-1)$ buah.
- G tidak mengandung sirkuit dan penambahan satu sisi pada graf akan menyebabkan munculnya satu sirkuit.
- G terhubung dan semua sisinya adalah jembatan. (jembatan adalah sisi yang bila dihapus menyebabkan graf terpecah menjadi dua komponen) ^[3].

B. Pohon Berakar (Rooted Tree)

Pohon berakar adalah pohon yang salah satu simpulnya dijadikan akar dan sisi-sisinya berarah meninggalkan akar dan menjadi graf berarah.



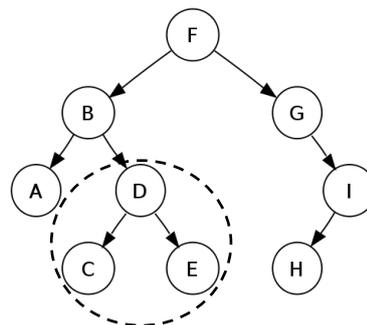
Gambar 2. Pohon berakar (rooted tree)

Sumber : <https://jeremykun.com/2012/09/16/trees-a-primer/> diakses 07 Desember 2018 pukul 22.57

Adapun terminologi pada pohon berakar yaitu :

- Akar**
Akar adalah simpul yang tidak mempunyai orangtua sehingga dapat disimpulkan akar adalah simpul teratas dari sebuah pohon berakar. Pada Gambar 2, simpul F merupakan akar dari pohon berakar T.
- Anak dan Orangtua**
Misalkan terdapat dua simpul x dan y di suatu pohon. y diapat dikatakan anaknya x jika terdapat sisi dari x ke y, dan x adalah orangtua dari y. Pada Gambar 2, simpul B adalah orangtua dari A dan simpul A adalah anak dari simpul B.
- Lintasan**
Lintasan dari simpul v_1 ke simpul v_k adalah runtutan simpul-simpul v_1, v_2, \dots, v_k sedemikian sehingga $v(i)$ adalah orangtua dari $v(i+1)$ untuk $1 \leq i \leq k$. Panjang lintasan adalah jumlah sisi yang dilalui dalam suatu lintasan, yaitu $k-1$. Pada Gambar 2, lintasan dari F ke D adalah F-B-D. Panjang lintasannya adalah 2.
- Keturunan dan leluhur**
Jika terdapat lintasan dari simpul x ke simpul y di dalam pohon, maka x adalah leluhur dari simpul y dan y adalah keturunan dari simpul x. Pada Gambar 2, B adalah leluhur dari E dan E adalah keturunan dari B.
- Saudara kandung**
Jika simpul-simpul memiliki orang tua yang sama maka simpul-simpul tersebut adalah saudara kandung satu sama lain. Pada Gambar 2, D adalah saudara kandung dari A karena memiliki orangtua yang sama yaitu B.
- Upapohon**
Misalkan x adalah sebuah simpul di dalam pohon T. Upapohon dapat dibentuk dengan menjadikan simpul x sebagai akarnya merupakan sebuah upagraf $T' = (V', E')$

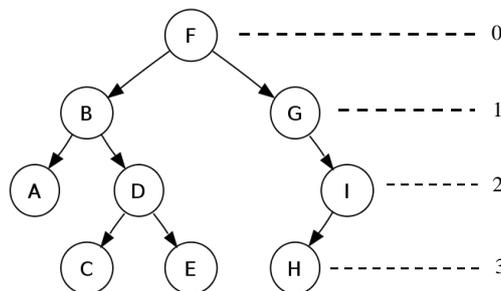
sedemikian sehingga V' mengandung x dan seluruh keturunannya dan E' mengandung seluruh sisi-sisi dalam lintasan yang berasal dari x. Pada Gambar 3, bagian yang didalam lingkaran merupakan upapohon dari pohon T dengan $V' = \{D,C,E\}$ dan $E' = \{(D,C),(D,E)\}$. Pada suatu pohon, mungkin terdapat lebih dari 1 upapohon.



Gambar 3. Upapohon dari suatu pohon

Sumber : <https://jeremykun.com/2012/09/16/trees-a-primer/> diakses 08 Desember 2018 pukul 01.57

- Derajat**
Derajat pada pohon berakar adalah jumlah upapohon atau jumlah anak pada simpul tersebut. Pada Gambar 2, F berderajat 2, G berderajat 1 dan E berderajat 0. Derajat maksimum dari semua simpul merupakan derajat dari pohon itu sendiri. Pada Gambar 2, derajat dari pohon adalah 2.
- Daun**
Daun adalah semua simpul yang berderajat 0, atau dapat dikatakan simpul yang berada pada paling bawah pohon. Pada Gambar 2, daun dari pohon adalah simpul C, E, H.
- Simpul dalam**
Simpul dalam adalah simpul pada pohon yang memiliki anak. Akar tidak termasuk simpul dalam. Pada Gambar 2, simpul B, G, D merupakan simpul dalam.
- Aras atau Tingkat**
Akar mempunyai aras 0, sedangkan aras simpul lainnya adalah $1 +$ panjang lintasan dari akar ke simpul tersebut.



Gambar 4. Pohon dan keterangan arasnya

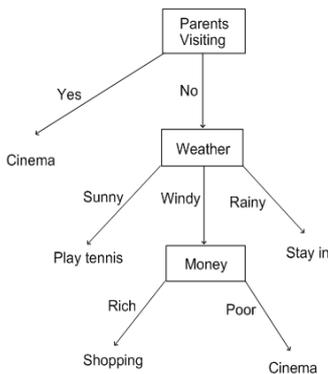
Sumber : <https://jeremykun.com/2012/09/16/trees-a-primer/> diakses 08 Desember 2018 pukul 01.57

- Tinggi atau Kedalaman**
Aras maksimum dari suatu pohon merupakan tinggi pohon tersebut atau panjang maksimum lintasan dari akar ke daun. Pada Gambar 2, tinggi pohon adalah 3.

Terdapat beberapa jenis penerapan pada pohon berakar seperti pohon ekspresi, pohon keputusan, pohon *Huffman*. Namun yang akan dibahas disini hanya pohon keputusan.

C. Pohon Keputusan

Pohon keputusan adalah pohon berakar yang digunakan untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari serangkaian keputusan yang mengarah ke solusi. Tiap simpul dalam pada pohon menyatakan keputusan dan daun menyatakan solusi.



Gambar 5. Contoh Pohon Keputusan

Sumber :

<http://www.doc.ic.ac.uk/~sgc/teaching/pre2012/v231/lecture11.html> diakses pada 08 Desember 2018 pukul 02.37

D. Analisis Resiko pada Manajemen Proyek

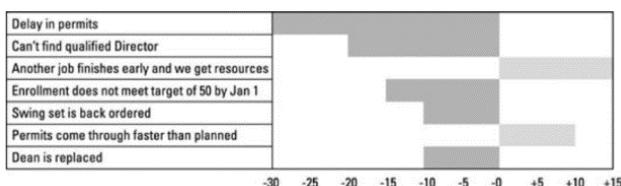
Proses menganalisis resiko pada manajemen proyek terdiri dari 2 tahap yaitu :

- Analisis resiko secara kualitatif
Pada tahap ini, semua kemungkinan resiko yang dapat muncul dianalisa dan dikategorikan berdasarkan besar dampak yang diberikan.
- Analisis resiko secara kuantitatif

Setelah mengkategorikan resiko yang mungkin terjadi, maka diambil resiko yang memberikan dampak paling besar dan dilakukan analisa secara kuantitatif. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan besar nilai dampak negatif resiko yang ditimbulkan terhadap keberhasilan suatu proyek. Teknik analisa resiko secara kuantitatif terbagi menjadi tiga tahap yaitu :

1. Sensitivity Analysis

Tujuan dari proses ini yaitu mendapatkan variabel yang paling mempengaruhi keberhasilan dari proyek. Prosedur menganalisa jika-maka dapat membantu mengidentifikasi dampak yang diberikan baik dari segi waktu maupun segi uang. Biasanya hasilnya akan digambarkan dalam bentuk diagram *tornado*.



Gambar 5. Diagram Tornado hasil Sensitivity Analysis

Sumber : <https://www.dummies.com/careers/project-management/pmp-certification/quantitative-risk-analysis-scenarios-modeling-and-simulations-for-the-pmp-certification-exam/> diakses pada 08 Desember 2018 pukul 03.37

Semakin panjang bar pada tornado diagram menunjukkan semakin berpengaruh resiko tersebut terhadap keberhasilan proyek.

2. Expected Monetary Value (EMV)

EMV adalah cara untuk menganalisis dampak resiko yang telah teridentifikasi secara kuantitatif. Langkah-langkah menganalisis dengan EMV yaitu :

- Menentukan probabilitas dalam bentuk angka (0.0 – 1.0) untuk dampak dari resiko yang teridentifikasi
- Hitung nilai EMV dengan rumus:
 $EMV = Probability (P) * Impact of Risk (I)$
Probabilitas bernilai minus untuk resiko dan bernilai positif untuk dampak positif dari resiko tersebut.
- Hasil EMV dari tiap kejadian dijumlahkan dan hasil tersebut merupakan nilai yang diekspektasi dari resiko yang ditimbulkan.

EMV merupakan suatu nilai yang boleh dihabiskan untuk menghindari resiko tersebut. Jika nilai yang dibutuhkan untuk menghindari resiko tersebut lebih kecil daripada nilai EMV, maka kita harus menghabiskan dana tersebut untuk menghindari resiko tersebut, tetapi jika lebih besar, maka sebaiknya keputusan tersebut tidak diambil. EMV digunakan untuk analisis biaya ataupun untuk analisis *timeline* yang dibutuhkan untuk suatu proyek.

Risk Event Alternative	Probability	Cost	Expected Value
Little customization	60%	\$152,000	\$91,200
Much customization	40%	\$188,000	\$75,200
Expected Monetary Value		\$166,400	

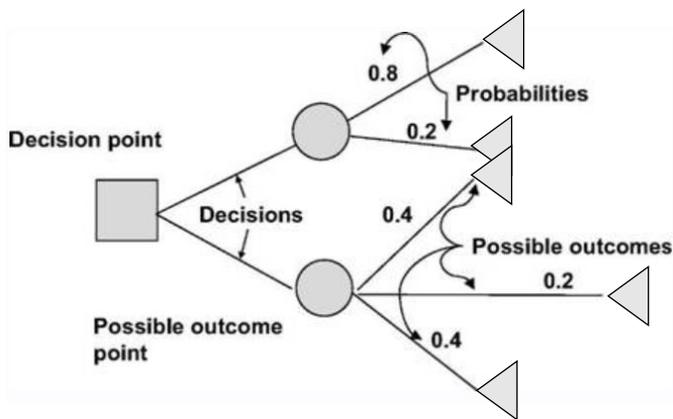
Gambar 6. Contoh Tabel Hasil EMV

Sumber : <https://www.dummies.com/careers/project-management/pmp-certification/quantitative-risk-analysis-scenarios-modeling-and-simulations-for-the-pmp-certification-exam/> diakses pada 08 Desember 2018 pukul 11.05

3. Decision Tree Analysis (DTA)

Analisis pohon keputusan adalah analisis dengan menggunakan suatu pohon yang digunakan untuk memvisualisasikan data yang ada pada tabel EMV. Pohon keputusan menggambarkan semua alternatif yang mungkin diambil serta semua dampak baik yang positif ataupun yang negatif yang mungkin terjadi. Ketika membuat pohon keputusan, harus dipastikan bahwa semua alternatif dan dampak yang diakibatkan oleh alternatif tersebut berada di tempat yang logis dan sesuai di dalam pohon keputusan dan harus dipastikan bahwa semua alternatif dan dampak yang mungkin terjadi sudah diikutsertakan ke dalam pohon keputusan serta memastikan bahwa jumlah dari nilai probabilitas pada setiap cabang pohon berjumlah 1.0. Simbol yang digunakan pada pohon keputusan antara lain :

- ■ melambangkan keputusan atau alternatif yang akan diambil.
- ● melambangkan kemungkinan yang akan terjadi jika alternatif tersebut diambil
- ◀ melambangkan akhir dari cabang



Gambar 7. Analisis Pohon Keputusan

Sumber :

https://ebrary.net/3406/management/expected_value_analysis diakses pada 08 Desember 2018 pukul 11.29

III. APLIKASI ANALISIS POHON KEPUTUSAN DALAM MANAJEMEN PROYEK

A. Sampel Proyek

Anda sedang bekerja untuk membuat *prototype* dari suatu proyek sebelum membuat proyek, tetapi anda meragukan apakah *prototype* ini harus dilanjutkan atau tidak. Jika anda membuat *prototype* ini, anda harus menghabiskan \$100000. Jika *prototype* dibuat, terdapat 25 persen bahwa *prototype* yang dibuat gagal dan akan menghabiskan \$50000. Tetapi jika proyek berhasil maka akan menghasilkan \$500000. Jika anda tidak membuat *prototype*, persentase keberhasilan dari proyek tersebut adalah 20 persen dan akan memberikan dampak sebesar \$250000. Tetapi jika proyek berhasil, anda tetap akan mendapatkan \$500000. Apa yang harus anda lakukan?^[6]

B. Analisis Masalah

Sesuai dengan teori analisis resiko pada manajemen proyek, maka pertama-tama dilakukan analisis secara kualitatif terhadap pilihan yang ada pada proyek tersebut. Terdapat dua alternatif untuk proyek tersebut yaitu, membuat *prototype* terlebih dahulu atau langsung membuat proyeknya tanpa ada *prototype*. Jika diambil alternatif membuat *prototype*, maka akan terdapat resiko bahwa *prototype* yang dibuat mungkin gagal, dan terdapat dampak positif jika *prototype* tersebut berhasil. Jika alternatif tanpa

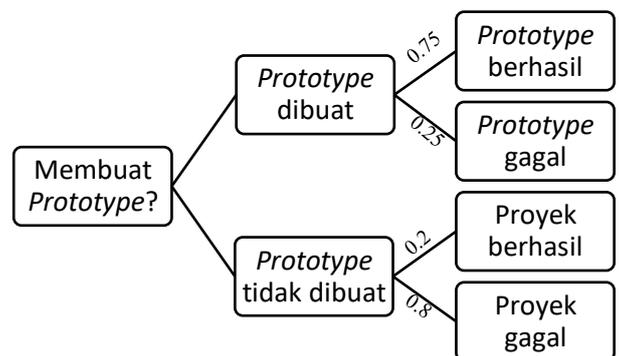
membuat *prototype* diambil, maka terdapat resiko proyek tersebut gagal atau proyek berhasil.

Setelah dilakukan analisis secara kualitatif, maka akan dilakukan analisis secara kuantitatif yang terdiri dari beberapa tahap untuk membentuk pohon keputusan.

Dari data sampel proyek :

1. Jika alternatif membuat *prototype* diambil, maka akan menghabiskan biaya \$100000. Setelah itu terdapat dua kemungkinan :
 - Resiko *prototype* gagal 25 persen, dimana jika *prototype* gagal akan menghabiskan dana \$50000.
 - Probabilitas *prototype* berhasil yang menandakan proyek berhasil 80 persen, dan berarti akan menghasilkan dana sebesar \$500000.
2. Jika alternatif yang diambil adalah tidak membuat *prototype* terlebih dahulu, maka tidak akan menghabiskan biaya sama sekali dan akan terdapat dua kemungkinan yaitu :
 - Kemungkinan proyek tersebut gagal adalah 80 persen dan akan menghabiskan biaya sebesar \$250000.
 - Persentase keberhasilan proyek adalah sebesar 20 persen, dan jika proyek berhasil maka akan menghasilkan dana sebesar \$500000 tanpa menghabiskan dana di awal.

Setelah menganalisis semua kemungkinan, akan dilanjutkan dengan menghitung EMV dari semua resiko dari setiap keputusan yang diambil. Untuk mempermudah proses perhitungan, lebih baiknya data yang ada divisualisasikan terlebih dahulu dalam bentuk pohon keputusan,



Gambar 8. Pohon keputusan dari analisis sampel proyek versi sederhana

EMV analisis :

Analisis dilakukan dari kanan pohon hingga ke akarnya. Jadi pertama-tama, lakukan perhitungan terhadap total dana yang diperlukan untuk setiap kasus.

- Kasus *Prototype* dibuat-berhasil :
Dana yang dikeluarkan : \$100000
Dana yang dihasilkan : \$500000
Total dana : \$400000

- Kasus *Prototype* dibuat-gagal :
Dana yang dikeluarkan : \$100000 + \$50000
Dana yang dihasilkan : 0
Total dana : -\$150000
- Kasus *Prototype* tidak dibuat-berhasil :
Dana yang dikeluarkan : 0
Dana yang dihasilkan : \$500000
Total dana : \$500000
- Kasus *Prototype* tidak dibuat-gagal :
Dana yang dikeluarkan : \$250000
Dana yang dihasilkan : 0
Total dana : -\$250000

$$EMV = Probability(P) * Impact of Risk (I)$$

Untuk kasus ini :

$$EMV = (0.8 * -$250000) + (0.2 * $500000)$$

$$= -$100000$$

Kasus	Dana	Probabilitas	Expected Value
Proyek berhasil	\$500000	0.2	\$100000
Proyek gagal	-\$250000	0.8	-\$200000
<i>Expected Moneter Value</i>			-\$100000

Tabel 2. EMV untuk kasus *Prototype* tidak dibuat

Setelah menganalisis jumlah dana yang dihasilkan atau dikeluarkan pada setiap kasus yang mungkin terjadi, kita akan melakukan EVM analisis untuk masing-masing alternatif :

1. *Prototype* dibuat

Berdasarkan teori yang telah dijabarkan sebelumnya, rumus EVM adalah :

$$EMV = Probability(P) * Impact of Risk (I)$$

Untuk kasus ini :

$$EMV = (0.75 * $400000) + (0.25 * -$150000)$$

$$= $262500$$

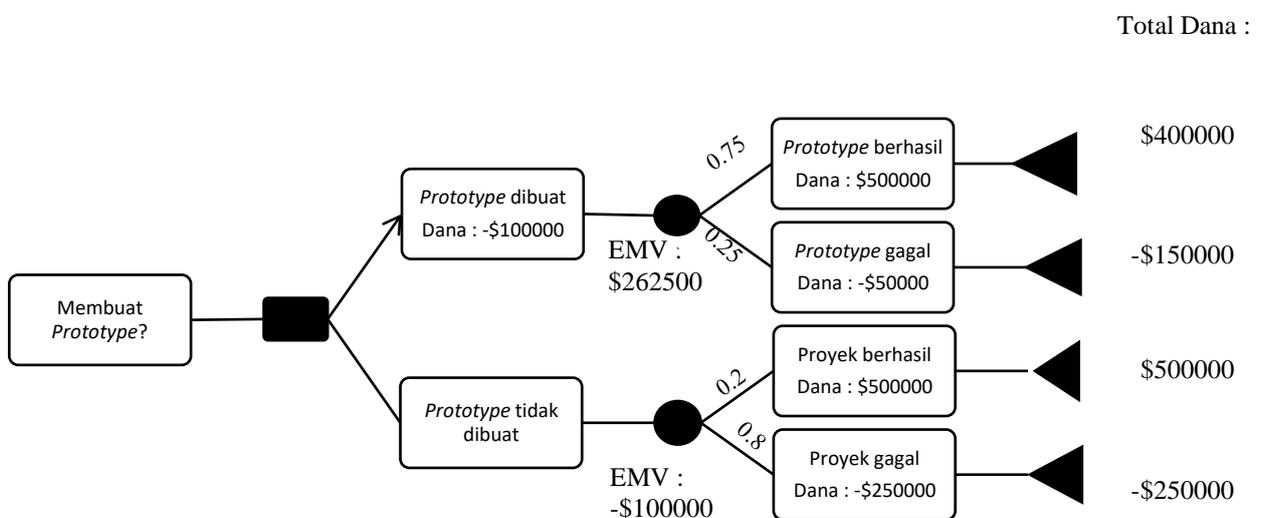
Kasus	Dana	Probabilitas	Expected Value
<i>Prototype</i> berhasil	\$400000	0.75	\$300000
<i>Prototype</i> gagal	-\$150000	0.25	-\$37500
<i>Expected Moneter Value</i>			\$262500

Tabel 1. EMV untuk kasus *Prototype* dibuat

2. *Prototype* tidak dibuat

Berdasarkan teori yang telah dijabarkan sebelumnya, rumus EVM adalah :

Setelah menganalisis nilai dari EMV, visualisasi data dari hasil analisis EMV dalam bentuk analisis pohon keputusan akan sangat membantu pengambilan keputusan dalam proses menentukan keputusan yang akan diambil. Langkah-langkah membuat analisis pohon keputusan hampir sama dengan langkah membuat pohon keputusan, hanya saja pada pohon analisis sebelum terbagi menjadi simpul lainnya, ada suatu lambang (kotak atau segitiga) yang melambangkan apakah hasil dari anak pada simpul tersebut merupakan keputusan atau kemungkinan yang akan diambil. Gambar 9 merupakan bentuk pohon analisis keputusan dari sampel proyek yang memvisualisasikan semua kemungkinan baik dan buruk yang mungkin terjadi, total dana untuk semua resiko, nilai EMV dari setiap keputusan sehingga dapat membandingkan semua alternatif yang mungkin terjadi dari nilainya dan mengambil keputusan yang terbaik untuk keberhasilan dari proyek tersebut.



Gambar 9. Analisis Pohon Keputusan dari Sampel Proyek

C. Hasil Analisis

Berdasarkan analisis pohon keputusan yang diperoleh dan nilai hasil EMV yang diperoleh, jika *prototype* dibuat, maka EMV yang diperoleh adalah positif dan lebih besar daripada jika alternatif *prototype* tidak dibuat yang memiliki nilai EMV negatif sehingga dapat disimpulkan bahwa alternatif terbaik untuk proyek ini adalah dibuatnya *prototype* dari proyek tersebut terlebih dahulu.

IV. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN DARI APLIKASI DECISION TREE ANALYSIS UNTUK MANAJEMEN RESIKO PROYEK

Sebelum dilaksanakannya pengerjaan terhadap suatu proyek, biasanya seorang proyek manajer akan melakukan analisis terhadap semua resiko yang mungkin terjadi. Resiko ini jika tidak dijabarkan akan terasa luas sekali jangkauannya dan membuat seorang proyek manajer bingung dalam mengambil keputusan yang tepat. Analisis pohon keputusan dapat menjadi suatu teknik yang dapat membantu pengambilan keputusan karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

1. Menyusun semua resiko dari suatu alternatif menjadi suatu bentuk yang terstruktur sehingga memudahkan pembacaan.
2. Mempertimbangkan semua resiko yang dapat terjadi untuk setiap alternatif.
3. Memprediksi kemungkinan yang akan terjadi jika diambilnya suatu keputusan dalam suatu keberjalanan proyek sehingga dapat membantu tim untuk mempersiapkan solusi jika resiko tersebut benar-benar terjadi.
4. Akurasi karena pada analisis pohon keputusan kita dapat menambah keterangan angka yang akan membantu dari keakurasian perhitungan.

Adapun kekurangan dari penggunaan *decision tree analysis* dalam pengambilan keputusan adalah :

1. Ketidakstabilan dalam perhitungan, karena pohon ini sangat bergantung pada data yang ada pada setiap daun pohon, sehingga jika terdapat perubahan kecil pada daun, akan mempengaruhi seluruh data hasil perhitungan pada pohon.
2. Jika analisis pohon keputusan ini digunakan dalam pengambilan keputusan berskala besar, mungkin akan memudahkan sang pengambil keputusan, tetapi pohon yang dibuat akan memiliki sangat banyak simpul, sehingga untuk memprosesnya akan memakan waktu yang tidak sedikit.
3. Jika terdapat suatu pohon analisis keputusan yang besar dan kompleks, diperlukan seseorang yang handal dalam bidang statistika agar keputusan yang diambil adalah keputusan yang benar.
4. Perhitungan dalam analisis pohon keputusan yang terbatas. Pohon ini tidak dapat menghitung data dengan cara regresi, dan data yang merupakan representasi dari fungsi eksponensial.

V. KESIMPULAN

Pohon memiliki aplikasi yang luas di berbagai bidang kehidupan, salah satunya adalah untuk analisis resiko pada manajemen proyek. Salah satu bagian dari pohon, yaitu pohon keputusan memiliki manfaat yang besar dalam bidang manajemen resiko dari proyek. Pohon keputusan dapat membantu seorang proyek manajer untuk mengidentifikasi semua dampak baik ataupun buruk yang mungkin terjadi dan menggambarkannya dalam sebuah pohon yang terstruktur, sehingga mempermudah untuk menghitung nilai-nilai dari resiko yang ada dan yang diperlukan sebelum mengambil keputusan yang tepat untuk keberjalanan proyek.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Judhi Santoso M. Sc. selaku dosen mata kuliah matematika diskrit atas bimbingan yang diberikan selama satu semester ini, dan juga untuk teman dan keluarga yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Lavanya, N. & Malarvizhi, T. 2008. *Risk Analysis and Management : a vital key to effective project management*.
- [2] Rosen, Kenneth H. 2012. *Discrete Mathematics and Its Applications*. 7th edition. New York: McGraw-Hill International.
- [3] Munir, Rinaldi. 2006. *Matematika Diskrit*. Edisi Ketiga. Bandung : Informatika Bandung.
- [4] <https://www.dummies.com/careers/project-management/pmp-certification/quantitative-risk-analysis-scenarios-modeling-and-simulations-for-the-pmp-certification-exam/> diakses pada 07 Desember 23.43
- [5] https://ebrary.net/3406/management/expected_value_analysis diakses pada 08 Desember 2018 pukul 01.53
- [6] <https://www.mpug.com/articles/pmp-prep-decision-tree-analysis-in-risk-management/> diakses pada 08 Desember 2018 pukul 09.53
- [7] <https://www.brighthubpm.com/project-planning/106005-disadvantages-to-using-decision-trees/> diakses pada 08 Desember 2018 pukul 19.58

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, 8 Desember 2018



Vivianni
13517060