



PENERAPAN TEORI KEPUTUSAN DALAM MODEL PENGAMBILAN KEPUTUSAN TERKAIT MASALAH EKONOMI PERTAHANAN KONSEP POHON KEPUTUSAN

Endro Tri Susdarwono¹⁾
Ananda Setiawan²⁾

Universitas Peradaban, Brebes, Indonesia
¹⁾susdarwonoendrotri@gmail.com
Universitas Selamat Sri, Batang, Indonesia
²⁾setiawananda89@gmail.com

Abstract

The shift in global paradigm and threat perspective has led to a wide variety of possible risks and uncertainties. This situation also occurs in the defense economy, so understanding the basic principles of risk and uncertainty is important, especially in a decision-making process. There are several elements and concepts that are usually used in all decision models. Almost all models, whether complex or simple, can be formulated using a standard structure and solved by using general evaluation procedures. For decisions involving a series of decisions and relating to various basic sequential conditions, the decision tree is an appropriate conceptual and schematic modeling tool. A decision tree is a schematic representation of a decision problem. A decision tree is a diagram made like a tree with branches and branches in a chronological order of events, with each having a choice and possibility of occurrence, as well as the results of each choice. The term decision tree is taken from the form of diagrams that have branches and twigs, just like a tree.

Keywords: *Decision theory; decision tree; defense economy*

PENDAHULUAN

Pergeseran paradigma global dan perspektif ancaman telah menyebabkan lebarnya berbagai kemungkinan risiko dan ketidakpastian. Situasi ini juga terjadi dalam ekonomi pertahanan, sehingga pemahaman mengenai prinsip-prinsip dasar tentang risiko dan ketidakpastian menjadi penting, terutama dalam suatu proses pengambilan keputusan. Dalam proses pengambilan keputusan di berbagai masalah ekonomi pertahanan, baik yang bersifat makro, maupun mikro, pengambil keputusan dihadapkan pada banyaknya keadaan yang mungkin terjadi. Atau keadaan yang tidak pernah terbayangkan akan terjadi sebelumnya dan bahkan terkadang sulit untuk dihindari dampak negatif yang ditimbulkannya. Keadaan seperti ini, merefleksikan situasi dengan risiko dan ketidakpastian. Proses pengambilan keputusan sering dihadapkan pada rentang yang lebar, keadaan yang mungkin akan terjadi dari yang bersifat pasti sampai dengan yang bersifat tidak



pasti. Keadaan yang demikian itu, dapat saja dinyatakan dengan ukuran kualitatif, tetapi dalam proses pengambilan keputusannya, tidak hanya berhenti pada keadaan yang mungkin terjadi. Apabila kemungkinan hasil dari tiap keadaan yang mungkin terjadi juga dinyatakan dengan ukuran kualitatif, maka resultantennya akan sangat sulit untuk dinyatakan dalam ukuran kualitatif. Masalah sederhana masih dapat digambarkan pada proses pengambilan keputusannya, namun tidak demikian untuk masalah yang kompleks. Kebanyakan dari masalah yang dihadapi dalam praktik, khususnya masalah ekonomi pertahanan, merupakan masalah rumit yang memerlukan proses pengambilan keputusan berdasarkan argumentasi yang kuat. Keterbatasan ini menuntut dilakukannya pendekatan kuantitatif, yang secara umum dapat digunakan oleh pengambil keputusan dalam menghadapi keadaan dengan risiko dan ketidakpastian (Yusgiantoro, 2014, p. 156).

Landasan bagi pendekatan kuantitatif, diawali dengan pemahaman terhadap prinsip dasar statistik. Suatu keadaan yang mungkin terjadi dalam statistik dikenal dengan istilah probabilitas. Probabilitas merupakan ukuran kuantitas dari berbagai kemungkinan kejadian. Apabila pasti akan terjadi probabilitasnya satu, dan pasti tidak akan terjadi probabilitasnya nol. Dengan demikian, definisi risiko adalah keadaan yang mengandung ketidakpastian terjadinya suatu keadaan dan akibat dari terjadinya keadaan tersebut. Kesulitan yang dihadapi dalam menentukan probabilitas, adalah kekurangan informasi atau data mengenai masa depan yang dapat menimbulkan ketidakpastian. Probabilitas itu sendiri, adalah ukuran yang sifatnya kuantitatif, sehingga probabilitas dalam praktik yang ukurannya kualitatif, memerlukan korelasi atau normalisasi untuk menjadi ukuran kuantitatif. Dalam banyak hal, memang tidak mudah bagi pengambil keputusan untuk meramalkan apa yang terjadi dalam jangka panjang. Hal ini pun masih tergantung dari sikap pengambil keputusan yang terkadang mempunyai perlakuan yang berbeda dalam menghadapi risiko. Pengambil keputusan tanpa memperhatikan hasil, dapat saja menghindari dari risiko yang akan dihadapi (*risk averse*), atau mempertimbangkan secara seimbang dan proporsional antara hasil dengan risiko (*risk neutral*), atau berani menetapkan keputusan dengan risiko yang besar (*risk taker*). Dalam kaitan itu, manajemen risiko mempunyai arti yang penting pada proses pengambilan keputusan dengan keadaan tidak pasti yang mengandung risiko.

Model-model Analisa kuantitatif dengan menggunakan anggapan tersedianya informasi yang sempurna (*perfect information*) tidak membuat kita terlalu berpikir dan pertimbangan, namun dalam dunia bisnis nyata, para manajer sering dipaksa untuk mengambil berbagai keputusan tanpa informasi seperti itu. Akurasi dan variabilitas informasi yang diterima manajer pada hakikatnya dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berbeda: kepastian, risiko dan ketidakpastian.

Model-model keputusan dengan keadaan kepastian (*certainty*) menggambarkan informasi yang menunjukkan bahwa setiap rangkaian keputusan (kegiatan) mempunyai suatu hasil (*payoff*) tertentu tunggal. Dalam hal ini tidak ada keacakan (*randomness*) pada hasil keputusan-keputusan dengan kondisi kepastian; atau dengan kata lain semua informasi dianggap pasti. Misal, bila kita akan menyelesaikan masalah kombinasi produk (*product mix*) dengan *linear*



programming, maka besarnya kontribusi marginal tiap produk dan tersedianya sumber-sumber yang dibutuhkan dapat diketahui dengan pasti. Model-model kepastian ini disebut model-model deterministik (Subagyo et al, 2010, p. 185).

Dua model pengambilan keputusan lainnya menghadapi informasi yang tidak dapat diperkirakan dengan pasti (atau tidak sempurna). Model pertama adalah model keputusan dengan keadaan risiko (*risk*). Risiko menggambarkan informasi yang mengidentifikasi bahwa setiap rangkaian keputusan mempunyai sejumlah kemungkinan hasil dan probabilitas terjadinya. Jadi, dalam keadaan ini diketahui adanya keacakan. Model-model risiko seperti ini disebut model-model stokastik.

Model kedua, model keputusan dengan keadaan ketidakpastian (*uncertainty*), menggambarkan informasi yang menunjukkan semua atau beberapa hasil dari berbagai keputusan yang berbeda, tetapi probabilitas terjadinya hasil-hasil tersebut tidak akan ditentukan. Ini adalah situasi yang paling sulit untuk pengambilan keputusan. Agar lebih jelas dipahami perbedaan antara kedua model itu, maka kita ambil contoh sederhana dengan informasi sebagai berikut :

Tabel 1. Laba dan Probabilitas Investasi Indhan

| Laba (miliar rupiah) | Probabilitas |
|----------------------|--------------|
| 33 | 0,6 |
| 14 | 0,3 |
| 6 | 0,1 |

Atas dasar data di atas, apabila besarnya laba yang mungkin dan probabilitas terjadinya tidak diketahui, maka model keputusan disebut model dengan keadaan ketidakpastian. Dari latar belakang diatas tujuan dari penelitian ini akan membahas tentang model keputusan dengan menggunakan pendekatan konsep pohon keputusan di dalam ekonomi pertahanan.

UNIT ANALISIS

Unit analisis dalam penelitian ini dilakukan di Industri Pertahanan khususnya membahas mengenai ekonomi pertahanan, dikarenakan pembahasan mengenai ekonomi pertahanan menarik dan masih banyak yang bisa dikaji. Ekonomi pertahanan adalah ilmu yang mempelajari dinamika pengeluaran pertahanan dan aspek ekonomis guna mencapai efisiensi dan efektivitas alokasi sumber daya yang dimiliki oleh suatu negara sehingga dapat berkontribusi bagi keberlangsungan peradaban insan di masa depan.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif, pendekatan tersebut dimaksudkan untuk memaparkan atau menggambarkan model pengambilan keputusan menggunakan konsep pohon keputusan terkait masalah ekonomi pertahanan, sedangkan jenis penelitian adalah penelitian deskriptif kualitatif, yaitu mendeskripsikan dan menginterpretasi apa yang ada, itu bisa mengenai kondisi/hubungan yang ada. Pendapat yang sedang tumbuh, proses



yang sedang berlangsung, akibat/efek yang terjadi atau kecenderungan yang tengah berkembang. Pemilihan metode penelitian dengan menggunakan deskriptif kualitatif dikarenakan permasalahan di ekonomi pertahanan masih cenderung bersifat kebaruan dan tengah berkembang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Pengambilan Keputusan Menggunakan Konsep Pohon Keputusan

Dalam pengambilan keputusan sering dibutuhkan proses yang cepat dan kadang hanya berdasarkan pada dugaan serta informasi apa adanya. Setiap organisasi akan dihadapkan oleh berbagai macam kondisi dan itu memiliki karakter yang sangat rumit serta mengandung hal-hal yang tidak pasti. Dalam kondisi seperti ini para pengambil keputusan akan mengalami kesulitan dalam menentukan angka probabilitas secara tepat, sedangkan keputusan harus segera dilaksanakan.

Dalam dunia usaha, keputusan-keputusan yang didasarkan kepada taksiran sudah biasa dilakukan. Sebagian beranggapan bahwa pengambilan keputusan yang baik harus didukung oleh informasi yang sangat banyak dan komplisit. Padahal belum tentu demikian, pengambil keputusan yang memiliki pengalaman dan pengetahuan luas, akan menggunakan informasi yang memadai untuk keputusannya. Artinya hanya akan mencari informasi yang benar sesuai dengan keputusannya, hal ini untuk menghindari pemborosan dalam mendapatkan informasi. Cara lain untuk menghemat biaya dan menyederhanakan pekerjaan adalah melalui sampel yang cukup mewakili populasi.

Ada beberapa elemen dan konsep yang biasanya digunakan pada semua model keputusan. Hampir semua model, apakah itu kompleks atau sederhana, dapat diformulasikan dengan menggunakan suatu struktur standar dan dipecahkan dengan penggunaan prosedur evaluasi umum. Berikut ini akan dibicarakan konsep-konsep dan struktur-struktur berbagai model keputusan, yang kemudian dilanjutkan dengan pembahasan kriteria evaluasi keputusan yang umum digunakan (yaitu, ukuran-ukuran pencapaian tujuan). Konsep-konsep ini sangat penting karena berhubungan dengan keputusan-keputusan manajerial yang paling umum, yaitu pengambilan keputusan dengan kondisi risiko (Subagyo et al, 2010, p. 187).

Model keputusan umum terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut :

1. Keadaan dasar. Sekumpulan peristiwa atau kejadian acak yang mungkin mempengaruhi hasil keputusan.
2. Probabilitas. Probabilitas berkaitan dengan keadaan dasar.
3. Keputusan. Sekumpulan kegiatan (tindakan) yang mungkin diambil oleh pengambil keputusan dan
4. *Payoff*. Sekumpulan laba (*benefits*) atau biaya yang mungkin dihasilkan (diakibatkan) dari atau oleh kombinasi suatu keputusan dan suatu keadaan dasar yang acak.

Keputusan optimal yang dapat diambil tergantung pada sasaran pengambil keputusan. Meskipun kita akan memerinci beberapa kriteria keputusan yang berbeda, tetapi ada tiga kriteria yang paling sering digunakan untuk maksimisasi



laba jangka panjang. Kriteria-kriteria keputusan tersebut adalah kriteria keputusan nilai yang diharapkan (*expected-value*), pohon keputusan (*decision trees*), dan konsep *variance* (Subagyo et al, 2010, p. 190). Dalam penelitian ini kriteria yang digunakan adalah *expected-value* dan *decision trees*.

Nilai yang diharapkan dari suatu variabel random x_i adalah sama dengan penjumlahan produk semua x_i yang mungkin dikalikan probabilitas individualnya.

$$E(x) = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

Nilai x yang diharapkan adalah nilai rata-rata selama jangka waktu yang Panjang.

Konsep keputusan nilai yang diharapkan adalah untuk memilih keputusan yang mempunyai *payoff* (keuntungan atau kegunaan) yang maksimum atau biaya (kerugian atau pengorbanan) yang minimum. Persamaan matematis untuk nilai *payoff* yang diharapkan adalah :

$$EP_j = P(x_i)f(x_i, d_j) \quad (2)$$

Dimana I menunjukkan keadaan dasar yang berbeda dan j menunjukkan suatu keputusan tertentu (d_j)

Dalam pendekatan kuantitatif, mengukur risiko dapat dilakukan dengan pendekatan statistik yaitu dengan menetapkan hasil yang diharapkan $E(x)$ dan risikonya S_x , dinyatakan sebagai standar deviasi. Risiko adalah situasi ketika ada beberapa kemungkinan hasil. Kemungkinan tiap hasil yang dapat diperkirakan dinyatakan dalam probabilitas $p(x)$. kemungkinan tiap hasil yang tidak dapat diperkirakan dinyatakan dalam ketidakpastian (Yusgiantoro, 2014, p. 157).

Probabilitas $p(x)$ adalah kemungkinan timbulnya kejadian antara $0 < p(x) < 1$ dengan jumlah probabilitas dari seluruh kejadian yang mungkin terjadi adalah satu ($\sum p(x) = 1$). Keadaan menurut probabilitas yang pasti terjadi $p(x) = 1$, yang tidak mungkin terjadi $p(x) = 0$, dan yang mungkin terjadi $0 < p(x) < 1$. Hubungan ketidakpastian, risiko, dan probabilitas, dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

a. Hasil yang diharapkan = $\sum_{i=1}^{i=n}(x) p(x)$ (3)

X = hasil yang diharapkan pada $p(x)$

$P(x)$ = kemungkinan akan terjadi pada x

n = banyaknya kemungkinan yang terjadi pada x

b. Varian = $\Gamma^2 = \sum_{i=1}^{i=n}(E - E(x))^2 p(x)$ (4)

c. Standar deviasi = $\Gamma = \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n}(E - E(x))^2 p(x)}$ (5)

Dari contoh sederhana pada table berikut, dapat dihitung varian $\Gamma^2 = 450$ dan standar deviasi = $\sqrt{\text{varian}} = \sqrt{450} = 21$. Dikatakan bahwa hasil yang diharapkan $E(x)$ adalah 10 dengan tingkat risiko yang dinyatakan dalam σ_x adalah 21. $E(x)$ adalah nilai rata-rata hasil (weighted average) dari perhitungan dan tingkat risiko, dinyatakan dalam standar deviasi. Perhitungan dengan pendekatan statistik seperti ini dapat saja hasilnya kemudian dijabarkan kembali dalam pernyataan kualitatif untuk proses pengambilan keputusannya.

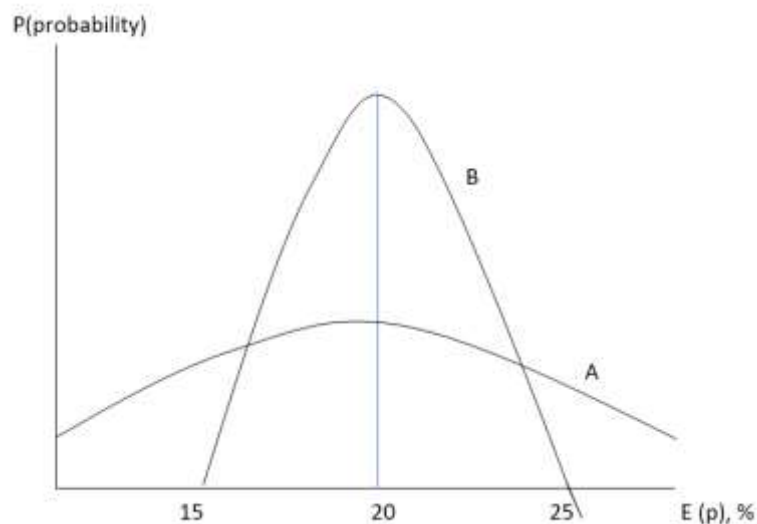


Tabel 2. Estimasi dan Risiko

| $E(x)$ | $P(x)$ | $E(x)p(x)$ | $(E - E(x))^2$ | $(E - E(x))^2 p(x)$ |
|--------|--------|-----------------|----------------|---------------------|
| 40 | 0,25 | 10 | 900 | 225 |
| 10 | 0,50 | 5 | 0 | 0 |
| -20 | 0,25 | -5 | 900 | 225 |
| | 1,00 | $E(x)p(x) = 10$ | | 450 |

Agar lebih memahami keterkaitan risiko dan ketidakpastian dengan pendekatan statistik, digambarkan dua keadaan dengan menggunakan pilihan yang berbeda, yang ditunjukkan oleh dua variabel utama yaitu hasil yang diharapkan $E(x)$ dan standar deviasi S_x , sebagai berikut:

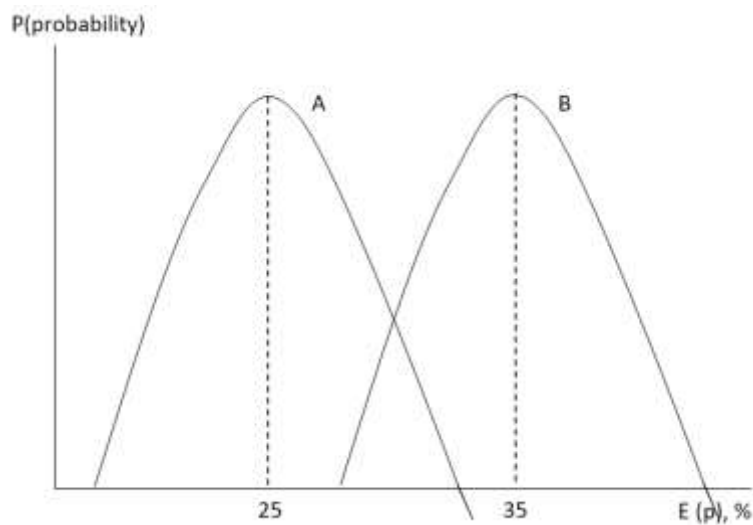
1. Apabila ada dua pilihan berbeda dengan nilai $E(x)$ yang sama, dengan standar deviasi berbeda, maka dipilih yang mempunyai standar deviasi lebih kecil (kurva B) standar deviasi yang lebih kecil menunjukkan tingkat risiko yang lebih kecil, seperti ditunjukkan dalam gambar 1



Gambar 1. Hasil Rata-Rata Sama, Standar Deviasi Beda

$$E(A) = E(B) = 20; \text{ tetapi } S_a > S_b$$

2. Apabila ada dua pilihan berbeda dengan nilai $E(x)$ yang berbeda, dengan standar deviasi yang sama berarti keduanya memiliki tingkat risiko sama, sehingga dipilih yang mempunyai hasil $E(x)$ lebih besar. Nilai $E(x)$ yang lebih besar menunjukkan hasil yang lebih besar (Kurva B), seperti ditunjukkan dalam gambar 2



Gambar 2. Hasil Rata-Rata Beda, Standar Deviasi Sama
 $E(A) < E(B) = 35$; tetapi $S_a = S_b$

Proses pengambilan keputusan dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah sederhana atau masalah yang lebih rumit. Pada masalah yang sederhana, pemecahannya cukup dilakukan dengan memperhatikan $E(x)$ dan $S(x)$. kemudian, dengan menggunakan justifikasi dari pengambil keputusan, dipilih berdasarkan risiko yang mungkin terjadi. Namun, pada masalah yang lebih rumit akan berhadapan dengan probabilitas yang akan terjadi, untuk itu lebih baik digunakan pohon pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan dengan cara ini, biasanya diadapkan pada pilihan yang harus dilakukan, yang mempunyai rantai berjenjang dengan berbagai kemungkinan yang timbul dari tiap simpul rantai tersebut. Untuk memudahkan pemahaman, akan diberikan contoh sederhana, sehingga esensi dari proses pengambilan keputusan dengan cara ini dapat diikuti secara mudah.

Perbedaan pilihan dalam mengambil keputusan untuk contoh produksi Munisi Kaliber Kecil (MKK) ditunjukkan dalam tabel dengan estimasi hasil $E(x)$ dan tingkat risiko $S(x)$ dari masing-masing tingkat produksi.

Tabel 3. Perbedaan Pilihan dalam Pengambilan Keputusan

| Strategi Pilihan | Produksi MKK | Hasil $E(x)$, Ribu Rp | Risiko (S_x), Ribu Rp |
|------------------|--------------|------------------------|---------------------------|
| 1 | 1.000 | 500.000 | 10.000 |
| 2 | 2.000 | 600.000 | 80.000 |
| 3 | 3.000 | 700.000 | 100.000 |
| 4 | 4.000 | 450.000 | 130.000 |
| 5 | 5.000 | 375.000 | 150.000 |

Dari tabulasi hasil $E(x)$ dan risiko di atas, dapat ditentukan berbagai opsi dari pengambil keputusan. Sikap pengambil keputusan sangat berpengaruh terhadap pilihan yang tersedia, apakah tergolong yang menghindari risiko, netral terhadap risiko, atau berani mengambil risiko.



Meskipun pendekatan tabular sangat berguna untuk berbagai prosedur perhitungan contoh-contoh sederhana, cara ini menjadi tidak praktis bila suatu proses keputusan melibatkan serangkaian keputusan dan berkaitan dengan berbagai keadaan dasar. Untuk keputusan-keputusan yang berurutan, pohon keputusan merupakan suatu peralatan pembuatan model secara konseptual dan skematik yang ampuh. Suatu pohon keputusan adalah representasi skematik suatu masalah keputusan. Disebut pohon keputusan karena bila digambarkan mirip sebuah pohon dengan cabang-cabang dan ranting-rantingnya. Pohon keputusan adalah diagram yang dibuat seperti pohon dengan cabang dan ranting-rantingnya dalam urutan kronologis kejadian, dengan masing-masing mempunyai pilihan dan kemungkinan terjadinya, serta hasil dari tiap-tiap pilihan. Istilah pohon keputusan diambil dari bentuk diagram yang memiliki cabang dan ranting, seperti halnya suatu pohon (Yusgiantoro, 2014, p. 166).

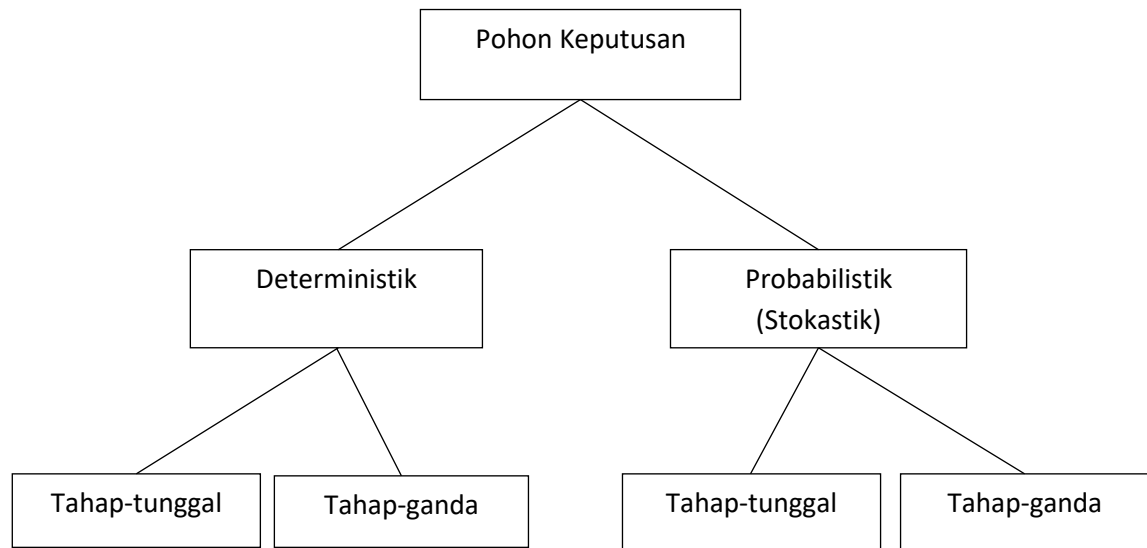
Pada sebuah pohon keputusan setiap *node* merepresentasikan atribut yang telah diuji, setiap cabang merupakan suatu pembagian hasil uji, dan *node* daun (*leaf*) merepresentasikan kelompok kelas tertentu. Level *node* teratas dari sebuah pohon keputusan adalah *node* akar (*root*) yang biasanya berupa atribut yang memiliki pengaruh terbesar pada suatu kelas tertentu. Pada umumnya pohon keputusan melakukan strategi pencarian secara *top-down* untuk solusinya. Pada proses mengklasifikasi data yang tidak diketahui, nilai atribut akan diuji dengan cara melacak jalur dari *node* akar (*root*) sampai *node* akhir (daun) dan kemudian akan diprediksi kelas yang dimiliki oleh suatu data baru tertentu. Proses dalam pohon keputusan yaitu mengubah bentuk data (tabel) menjadi model pohon (*tree*) kemudian mengubah model pohon tersebut menjadi aturan (*rule*) (Sidette et al, 2014, p. 75-86).

Decision Tree berusaha menemukan atribut yang tepat untuk menyelesaikan dan menentukan kelas. Dengan kata lain, atribut yang berada di posisi paling atas dalam *decision tree* adalah atribut yang paling berpengaruh dalam menentukan hasil prediksi. Oleh karena itu, proses pembuatan model *decision tree* merupakan proses interaktif untuk menilai atribut paling berpengaruh yang akan menjadi percabangan dari struktur pohon ini. Percabangan ini juga sering disebut dengan istilah titik percabangan (*split point*) (Nur Nafi'iyah, 2015, pp. 41-47). Pohon keputusan digunakan untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari serangkaian keputusan yang mengarah kepada solusi. Tiap simpul dalam menyatakan keputusan sedangkan daun menyatakan solusi. Skema dan struktur pohon keputusan adalah salah satu pemodelan dari struktur menurut graf Kalsum, 2009, p.22).

Suatu pohon keputusan dapat berbentuk deterministik ataupun probabilitas (stokastik) dan ini dapat terdiri dari suatu masalah tahap-tunggal



(*single-stage*) (satu keputusan) atau tahap-ganda (*multistage*)(serangkaian keputusan) klasifikasi ini ditunjukkan dalam Gambar. 3



Gambar 3. Klasifikasi pohon keputusan

Pohon Keputusan Deterministik. Suatu pohon keputusan deterministik menyajikan suatu masalah di mana setiap alternatif yang mungkin dan hasilnya diketahui dengan pasti. Atau dengan kata lain, suatu pohon keputusan deterministic tidak mengandung titik kemungkinan peristiwa.

Pohon Keputusan Stokastik. Pohon keputusan stokastik ditandai dengan adanya titik kemungkinan peristiwa. Pohon keputusan stokastik tahap-tunggal adalah pohon keputusan yang mempunyai paling sedikit satu titik kemungkinan peristiwa dan mencakup pengambilan hanya satu keputusan. Secara konseptual, setiap matriks payoff kondisional dapat disajikan dalam bentuk pohon keputusan stokastik tahap-tunggal, dan sebaliknya. Bagaimanapun juga, masalah-masalah seperti itu (yang mencakup satu keputusan) paling baik diformulasikan dan dipecahkan dengan pendekatan matriks *payoff*.

Pohon keputusan stokastik tahap-ganda adalah pohon keputusan yang mempunyai paling sedikit satu titik keputusan dan mencakup pengambilan berbagai keputusan yang berurutan. Pendekatan pohon keputusan merupakan alat yang paling berguna dalam penganalisaan dan pemecahan masalah-masalah keputusan stokastik.

Kelebihan dari metode pohon keputusan adalah: 1) Daerah pengambilan keputusan yang sebelumnya kompleks dan sangat global, dapat diubah menjadi lebih simpel dan spesifik 2) Eliminasi perhitungan-perhitungan yang tidak diperlukan, karena ketika menggunakan metode pohon keputusan maka sampel diuji hanya berdasarkan criteria atau kelas tertentu 3) Fleksibel untuk memilih



fitur dari node internal yang berbeda, fitur yang terpilih akan membedakan suatu kriteria dibandingkan kriteria yang lain dalam node yang sama. Kefleksibelan metode pohon keputusan ini meningkatkan kualitas keputusan yang dihasilkan jika dibandingkan ketika menggunakan metode penghitungan satu tahap yang lebih konvensional. 4) Dalam analisis multivarian, dengan kriteria dan kelas yang jumlahnya sangat banyak, seorang penguji biasanya perlu mengestimasi baik itu distribusi dimensi tinggi ataupun parameter tertentu dari distribusi kelas tersebut. Metode pohon keputusan dapat menghindari munculnya permasalahan ini dengan menggunakan kriteria yang jumlahnya lebih sedikit pada setiap node internal tanpa banyak mengurangi kualitas keputusan yang dihasilkan.

Kekurangan pada pohon keputusan adalah: 1) Terjadi *overlapping* terutama ketika kelas-kelas dan kriteria yang digunakan jumlahnya sangat banyak. Hal tersebut juga dapat menyebabkan meningkatnya waktu pengambilan keputusan dan jumlah memori yang diperlukan. 2) Pengakumulasian jumlah kesalahan dari setiap tingkat dalam sebuah pohon keputusan yang besar 3) Kesulitan dalam mendesain pohon keputusan yang optimal 4) Hasil kualitas keputusan yang didapatkan dari metode pohon keputusan sangat tergantung pada bagaimana pohon tersebut didesain.

Untuk memudahkan pemahaman, berikut ini diberikan contoh kasus dalam ekonomi pertahanan. Perusahaan Indhan yang memproduksi alutsista bermaksud berinvestasi untuk mengoptimalkan dana perusahaan yang dimiliki. Perusahaan mempunyai tiga pilihan proyek, yaitu alutsista A, B, dan C dengan masing-masing opsi akan memberikan hasil yang berbeda, tergantung dari berbagai faktor yang mempengaruhinya, seperti terlihat dalam tabel berikut ini.

Table 4. Estimasi Hasil Investasi Perusahaan Industri Pertahanan

| Opsi proyek Alutsista | Hasil dengan berbagai kondisi (miliar rupiah) | | |
|--------------------------|---|--------------------|-------------------|
| | X (baik) & p=0,6 | Y (normal) & p=0,3 | Z (buruk) & p=0,1 |
| A | 33 | 14 | 6 |
| B | 30 | 20 | 10 |
| C | 25 | 20 | 15 |

Dengan menggunakan persamaan 2.9, $E(x)$ untuk setiap alternatif dapat dihitung sebagai berikut :

$$E(x)_A = 0,6 (33) + 0,3 (14) + 0,1 (6) = 24,6$$

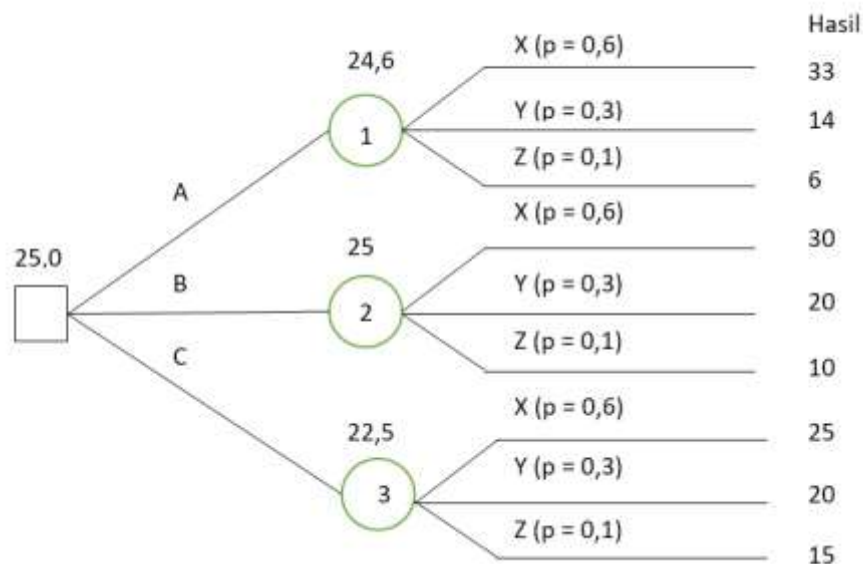
$$E(x)_B = 0,6 (30) + 0,3 (20) + 0,1 (10) = 25$$

$$E(x)_C = 0,6 (25) + 0,3 (20) + 0,1 (15) = 22,5$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa proyek B merupakan investasi yang terbaik, karena memiliki hasil $E(x)_B$ terbesar.



Pohon keputusan dapat juga digambarkan dalam formal tabel keputusan, namun akan lebih mudah ditelusuri apabila menggunakan pohon keputusan yang prosesnya dilakukan secara bertahap. Diagram pada gambar, merupakan penjabaran lebih lanjut dari tabel. Pohon keputusan dibuat dan dibaca mulai dari kiri ke kanan, berasal dari segi empat yang menunjukkan simpul keputusan dengan tiga alternatif keputusan, sedangkan pada ujung dari setiap alternatif keputusan, digambarkan simpul kejadian. Terdapat tiga cabang yang berasal dari simpul kejadian, yaitu pertama, kejadian selanjutnya yang mungkin akan terjadi. Kedua, besarnya probabilitas kejadian tersebut. Ketiga, seberapa besar hasil yang didapat pada setiap kemungkinan kejadian tersebut. Pada setiap simpul kejadian, dihitung hasil $E(x)$ dari ketiga kejadian A, B, dan C. pada simpul keputusan, dipilih satu alternatif terbaik dengan hasil tertinggi yaitu $E(x)_B$ dengan nilai 25.



Gambar 4. Pohon Keputusan Hasil Investasi Perusahaan Industri Pertahanan

Keterangan symbol:

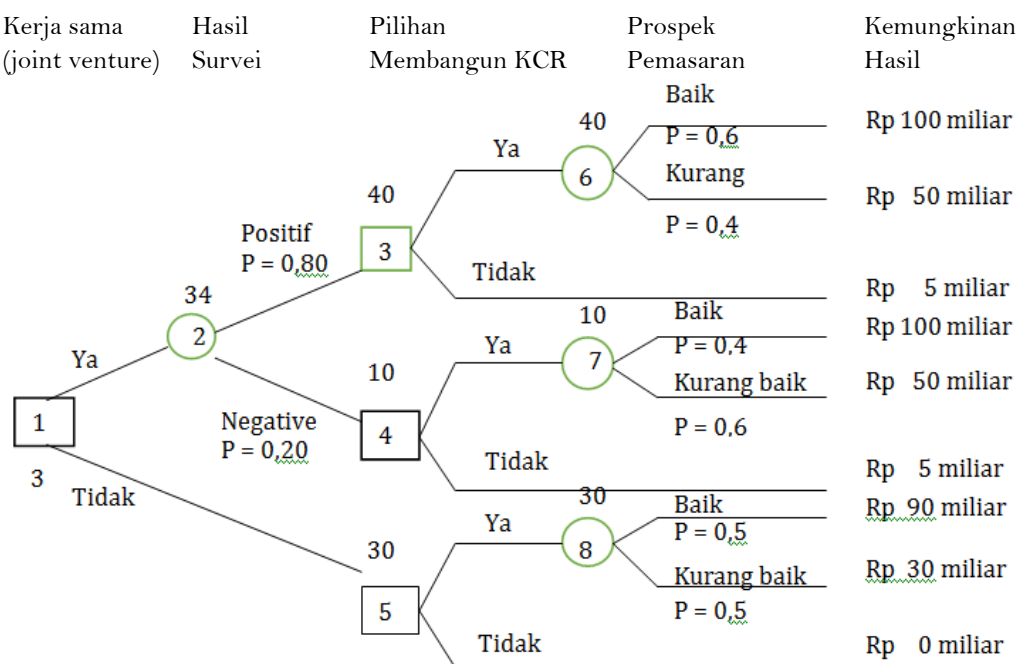
- Simpul keputusan
- Simpul kejadian

Pohon keputusan dapat digunakan untuk menentukan keputusan akhir dari beberapa keputusan yang sebelumnya harus diambil. Menggambarkan keputusan-keputusan yang bertingkat atau berjenjang dalam bentuk pohon akan memudahkan proses pengambilan keputusan. Berikut ini akan diuraikan proses pengambilan keputusan dengan menggunakan pohon keputusan untuk kasus PT Kapal Perang Indonesia (KRI) dalam membangun Kapal Cepat Rudal (KCR). PT KRI dapat membangun KCR sebagai kapal perang dengan peralatan lengkap, hanya saja untuk melengkapi kebutuhan elektronik perang masih belum mampu.



Dengan demikian, Direksi PT. KRI menghadapi pilihan akan melakukan kerja sama (*Joint Venture/JV*) atau tidak. Kerja sama ini dapat dilakukan dengan perusahaan yang membidangi peralatan elektronik yang diperlukan bagi sebuah kapal perang untuk mengendalikan seluruh peralatan tempur dalam Pusat Informasi Tempur (PIT), radar, persenjataan, dsb. Pilihan yang lain, tidak melakukan kerja sama tetapi menjual sebatas kemampuan PT KRI. Dengan informasi yang sudah dikumpulkan sebelumnya, Direksi membuat perkiraan tentang nilai yang diharapkan (*expected value/EV*) dari berbagai kejadian, kemudian membandingkan satu sama lain secara bertahap, sehingga pada akhirnya akan dapat ditentukan pilihan yang memberikan hasil keuntungan terbesar.

Apabila akan dilakukan kerja sama dengan perusahaan elektronik PT EL yang akan melengkapi KCR sebagai layaknya sebuah kapal perang, dari hasil survei PT KRI diperkirakan proyek pembangunan KCR baru tersebut akan memberikan nilai positif bagi perusahaan dengan probabilitas 0,80 dan nilai negatif dengan probabilitas 0,2. Selanjutnya perusahaan harus memilih apakah akan membangun KCR baru atau tidak, dengan mempertimbangkan kondisi pasar yang ada, yang kemungkinan prospeknya baik atau kurang baik. Dalam keadaan hasil survei positif, diperkirakan probabilitas untuk prospek pasar baik sebesar 0,6 dan probabilitas untuk prospek pasar kurang baik 0,4. Dalam keadaan hasil survei negatif, probabilitas prospek keberhasilan membangun KCR diperkirakan menjadi 0,4 pada kondisi pasar yang baik dan 0,6 pada prospek pasar yang kurang baik. Perusahaan tentu saja mempunyai alternatif untuk tidak membangun KCR baru. Jika demikian, perusahaan akan mengalami kerugian sebesar Rp. 5 miliar, sebagai biaya ganti rugi yang harus dibayarkan kepada mitra kerja perusahaan PT EL.



Gambar 5. Pohon Keputusan dari Kasus PT KRI



Jika perusahaan tidak bekerja sama dengan PT EL, keuntungan perusahaan akan tergantung pada prospek pasar, apakah baik atau kurang baik. Dalam hal ini, diperkirakan probabilitas masing-masing prospek adalah sama, yaitu 0,5. Jika prospek pasar baik, perusahaan diperkirakan akan dapat memperoleh keuntungan dari hasil KCR baru tersebut sebesar Rp. 90 miliar rupiah, sedangkan jika prospek pasar kurang baik, perusahaan akan mengalami kerugian sebesar Rp. 30 miliar.

Dengan data-data tersebut, PT. KRI kemudian membuat pohon keputusan, sebagaimana ditunjukkan pada gambar. Pada gambar tersebut terdapat 4 simpul kejadian dan 4 simpul keputusan. Simpul kejadian menunjukkan perbandingan hasil yang diharapkan akan diterima perusahaan dari berbagai kemungkinan yang terjadi. Sedangkan simpul keputusan menunjukkan keputusan yang harus diambil oleh PT KRI, yaitu membangun atau tidak membangun KCR.

Perhitungan hasil ekspektasi (EV) pada setiap simpul adalah sebagai berikut:

$$EV6 = 0,6 (100) + 0,4 (-50) = 40$$

Membandingkan hasil yang diharapkan antara simpul 6 ($EV6 = 40$) dengan hasil yang diharapkan jika tidak membangun KCR baru (sebesar -5), mengharuskan PT KRI mengambil keputusan untuk membangun KCR baru karena nilainya lebih besar dibandingkan dengan jika tidak membangun KCR baru. Dengan demikian hasil yang diharapkan dari simpul keputusan 3 ($EV3$) adalah 40

$$EV3 = EV6 = 40$$

Proses yang sama dilakukan untuk simpul keputusan 4. Untuk itu terlebih dahulu dihitung nilai ekspektasi simpul kejadian 7 ($EV7$):

$$EV7 = 0,4 (100) + 0,6 (-50) = 10$$

Nilai $EV7$ ini lebih besar dari nilai yang diharapkan jika tidak membangun KCR sebesar -5. Dengan demikian simpul keputusan 4 ($EV4$) memilih membangun KCR baru.

$$EV4 = EV7 = 10$$

Dengan perhitungan yang sama, dihasilkan nilai ekspektasi untuk simpul kejadian 8 ($EV8$) sebesar 30, yang jika dibandingkan dengan pilihan tidak membangun KCR (nilai 0), akan menyimpulkan bahwa pilihan membangun KCR lebih baik daripada pilihan tidak membangun KCR. Dengan demikian nilai ekspektasi simpul keputusan ($EV5$) sama dengan nilai ekspektasi simpul 8 ($EV8$).

$$EV8 = 0,5 (90) + 0,5 (-30) = 30$$

$$EV5 = EV8 = 30$$

Tahap terakhir adalah menentukan apakah akan melakukan kerja sama dengan PT EL atau tidak. Untuk itu diperbandingkan nilai ekspektasi simpul 2 ($EV2$) yang menunjukkan opsi melakukan kerja sama dengan PT EL dengan nilai ekspektasi simpul 5 ($EV5$) yang menunjukkan opsi tidak melakukan kerja sama dengan PT EL. Pada simpul kejadian 2, nilai yang diharapkan adalah:

$$EV2 = 0,80 (EV3) + 0,2 (EV4) = 0,8 (40) + 0,2 (10) = 34$$

Karena $EV2 (=34)$ lebih besar daripada $EV5 (=30)$, maka opsi membangun KCR baru dengan kerja sama perusahaan PT EL ($EV2$) lebih menguntungkan



dibandingkan dengan opsi tidak melakukan kerja sama dengan PT EL (EV5). Nilai ekspektasi akhir proyek (EV1) adalah 34.

$$EV1 = EV2 = 34$$

Kesimpulan: Direksi PT. KRI akan membangun KCR baru dengan melakukan kerja sama dengan PT EL.

SIMPULAN DAN SARAN

Dapat dilihat bahwa menggunakan pohon keputusan sebagai *support tool* dalam menganalisis suatu masalah. Pohon keputusan dapat melihat berbagai alternatif keputusan yang diambil serta mampu memperhitungkan nilai-nilai dari faktor yang mempengaruhi alternatif keputusan tersebut dan hal ini dapat mengetahui alternatif mana yang paling menguntungkan untuk dapat diambil sebagai pengambilan keputusan. Pohon keputusan dapat digunakan untuk memperhitungkan dan melakukan analisa terhadap resiko-resiko yang mungkin muncul dalam suatu alternatif pemilihan keputusan. Selain itu, pohon keputusan juga dapat dipakai untuk memperhitungkan berapa nilai suatu informasi tambahan yang mungkin kita perlukan agar kita dapat lebih mampu dalam membuat suatu pilihan keputusan dari suatu alternatif-alternatif keputusan yang ada.

Proses pengambilan keputusan dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah sederhana atau masalah yang lebih rumit. Pada masalah yang sederhana, pemecahannya cukup dilakukan dengan memperhatikan $E(x)$ dan $S(x)$. kemudian, dengan menggunakan justifikasi dari pengambil keputusan, dipilih berdasarkan risiko yang mungkin terjadi. Namun, pada masalah yang lebih rumit akan berhadapan dengan probabilitas yang akan terjadi, untuk itu lebih baik digunakan pohon pengambilan keputusan. Pohon keputusan dapat digambarkan dalam format tabel keputusan, namun akan lebih mudah ditelusuri apabila menggunakan pohon keputusan yang prosesnya dilakukan secara bertahap. Diagram pada gambar "Pohon Keputusan Hasil Investasi Perusahaan Industri Pertahanan", merupakan penjabaran lebih lanjut dari tabel. Pohon keputusan dibuat dan dibaca mulai dari kiri ke kanan, berasal dari segi empat yang menunjukkan simpul keputusan dengan tiga alternatif keputusan, sedangkan pada ujung dari setiap alternatif keputusan, digambarkan simpul kejadian. Dalam kasus proses pengambilan keputusan dengan menggunakan pohon keputusan untuk kasus PT Kapal Perang Indonesia (KRI) dalam membangun Kapal Cepat Rudal (KCR), pohon keputusan dapat digunakan untuk menentukan keputusan akhir dari beberapa keputusan yang sebelumnya harus diambil. Menggambarkan keputusan-keputusan yang bertingkat atau berjenjang dalam bentuk pohon akan memudahkan proses pengambilan keputusan. Kesimpulan kasus PT Kapal Perang Indonesia (KRI) dalam membangun Kapal Cepat Rudal (KCR) adalah bahwa Direksi PT. KRI akan membangun KCR baru dengan melakukan kerja sama dengan PT EL.

Dengan melihat kegunaan pohon keputusan dan kemampuannya dalam memperhitungkan berbagai alternatif pemecahan masalah termasuk faktor-faktor yang mempengaruhinya serta nilai resiko dan nilai informasi dalam alternatif keputusan itu, maka jelaslah bahwa pohon



keputusan ini dapat menjadi alat bantu yang berguna dalam pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini masih ada beberapa saran yang dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut terkait dengan penerapan konsep pohon keputusan di bidang ekonomi pertahanan dan diharapkan dapat memberikan penelitian yang lebih komprehensif, seperti penggunaan beberapa metode pohon keputusan, unit analisis dapat diperluas agar dapat merepresentasikan seberapa signifikan dan relevan menggunakan metode pohon keputusan dan terkait masalah-masalah pengambilan keputusan yang terjadi di berbagai bidang.

DAFTAR RUJUKAN

- Herjanto, E. (2009). *Sains Manajemen : Pendekatan Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan*. Jakarta: Grasindo.
- Kalsum, Umi. (2009). Penggunaan Pohon Keputusan (*Decision Tree*) Untuk Pengambilan Keputusan Dalam Penerimaan Pegawai (Studi Kasus : Perusahaan Asuransi Takaful) (skripsi). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau Pekanbaru.
- Karim, Silmy. (2014). *Membangun Kemandirian Industri Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia.
- Kharis, Irma, Rosa Delima, dan Joko Purwadi. (2013). Generator Pohon Keputusan dengan Menerapkan Algoritma c4.5 untuk Program Konsultasi. *Jurnal Informatika*, 9(1), 1-10.
- Maria Tsami et. al. (2018). A Decision Tree Approach for Achieving High Customer Satisfaction at Urban Interchanges. *Journal Transport and Telecommunication*. Vol. 19, No. 3, 2018.
- Nafi'iyah, Nur. (2015). Algoritma Cart Dalam Penentuan Pohon Keputusan Sertifikasi Guru. *Jurnal SPIRIT*, 7(2), 41-47.
- Sidette, Julce Adiana, Eko Sedyono, dan Oky Dwi Nurhayati. (2014). Pendekatan Metode Pohon Keputusan Menggunakan Algoritma ID3 Untuk Sistem Informasi Pengukuran Kinerja PNS. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 2(1), 75-86.
- Subagyo, Pangestu, Marwan Asri, dan T. Hani Handoko. (2010). *Dasar-Dasar Operations Research*. Yogyakarta: BPF.
- Sunarko D., Pakaja F. (2009) Study Decision Tree/ Pohon Keputusan Sebagai Sebuah Alat Bantu Pendukung Sistem Dalam Proses Pengambilan Keputusan Penjualan Pada CV. Khan Setia Utama, Pondok Cabe-Depok. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*, Vol. 3 No.2.
- Supriyatno, Makmur. (2014). *Tentang Ilmu Pertahanan*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Tanjung Pratama Yudi, Sentinuwo Steven, Jacobus Agustinus. (2016). Penentuan Daya Listrik Rumah Tangga Menggunakan Metode Decision Tree. *Jurnal Teknik Informatika*, Vol. 9 No.1.
- Yusgiantoro, Purnomo. (2014). *Ekonomi Pertahanan : Teori dan Praktik*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.