

**MODEL PENILAIAN KEAMANAN SITUS WEB *E-COMMERCE*
MENGUNAKAN KOMBINASI METODE AHP, DEMPSTER-SHAFER
DAN *FUZZY* TOPSIS**

Tesis
untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi
Magister Sistem Informasi



Samuel Ongkowijoyo
24010411400054

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2013

**MODEL PENILAIAN KEAMANAN SITUS WEB *E-COMMERCE*
MENGUNAKAN KOMBINASI METODE AHP, DEMPSTER-SHAFER
DAN *FUZZY* TOPSIS**

ABSTRAK

Keamanan *E-Commerce* sangat penting untuk melindungi keamanan *e-business* dan menjaga informasi tetap aman. Dengan demikian penelitian ini membangun model yang komprehensif untuk memecahkan masalah dalam penilaian keamanan *E-Commerce* menggunakan kombinasi metode AHP, Dempster-Shafer dan *fuzzy* TOPSIS.

AHP dengan teori Dempster-Shafer, *fuzzy set* dan TOPSIS digabungkan untuk penilaian dan peringkat keamanan situs web *E-commerce*, memanfaatkan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang terintegrasi dengan teori bukti Dempster-Shafer (DS) yang digunakan dalam model mendapatkan bobot kriteria keamanan situs web *E-Commerce* untuk membantu dalam penilaian keamanan situs web *E-Commerce*, *fuzzy set* untuk menggambarkan ketidakjelasan dengan nilai-nilai linguistik dan bilangan *fuzzy* segitiga, dan TOPSIS untuk mendapatkan urutan peringkat akhir keamanan situs web *E-Commerce*.

Berdasarkan kelengkapan faktor-faktor keamanan situs web *E-Commerce*, penelitian ini menawarkan sebuah model dan metode penilaian keamanan *E-Commerce*. Situs web *E-Commerce* dikatakan aman karena memiliki kelengkapan faktor-faktor keamanan *E-Commerce* yang terdiri dari 27 kriteria.

Kata kunci: keamanan, *E-Commerce*, penilaian, peringkat, AHP, teori Dempster-Shafer, *fuzzy* TOPSIS.

SECURITY ASSESSMENT MODEL OF E-COMMERCE WEBSITE USING THE COMBINATION OF AHP, DEMPSTER-SHAFER, AND FUZZY TOPSIS METHODS

ABSTRACT

Indonesia's E-Commerce website had not ever been researched in security aspect. Therefore, this research built a comprehensive model to solve the problem in the E-commerce's assesment and security rank using AHP method with Dempster-Shafer theory and fuzzy TOPSIS.

AHP with Dempster-Shafer theory, fuzzy set and TOPSIS combined for assessing and ranking the E-Commerce website's security, making use of Analytic Hierarchy Process (AHP) that was integrated with Dempster-Shafer's evidence theory that was used here in order to get security's criteria E-Commerce website. Fuzzy set was used to describe vagueness with linguistic values and triangle fuzzy numbers. TOPSIS was used to get the security's final rank of E-Commerce website.

Based on the completeness of security's factors of E-Commerce website, this research offered a model and method of assessment and ranking of E-Commerce website. An E-Commerce website was said safe when it had complete security factors that was contained 27 criteria.

Keywords : security, E-Commerce, assesment, rank, AHP, Dempster-Shafer theory, fuzzy TOPSIS.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seperti halnya peningkatan volume, sifat *E-Commerce* bisnis ke konsumen (B2C) telah berkembang sejak awal web. Penggunaan awal situs web komersil secara efektif sebagai sebuah “jendela belanja” elektronik, dengan pengunjung bisa melihat produk dan jasa yang tersedia, tetapi tidak dapat membeli secara langsung. Situs sekarang ini dapat melakukan, bergerak jauh melampaui. Selanjutnya berfungsi untuk meningkatkan persyaratan keamanan, karena masalah pribadi yang sensitif dan rincian keuangan diberikan secara berkala ketika melakukan transaksi.

Sejumlah masalah keamanan harus dipertimbangkan untuk meningkatkan keamanan seluruh *E-Commerce*, seperti: jaminan hukum (De Lamberterie, 2003), jaminan fisik (Furnell, 2004), manajemen keamanan (Tomlinson, 2000), dan sebagainya (Oosthuizen, 1999; Tsiakis & Stephanides, 2005).

Selain itu, beberapa penelitian keamanan situs web *E-Commerce* difokuskan pada solusi keamanan situs web *E-Commerce*. Zuccato (2004, 2005) mengusulkan suatu pendekatan untuk memperoleh persyaratan keamanan dan kemudian mengembangkan sebuah kerangka manajemen keamanan untuk meningkatkan keamanan situs web *E-Commerce*. Sementara itu, metodologi keamanan adaptif telah diusulkan oleh Tak dan Park, untuk mendukung layanan tanpa penolakan dalam *E-Commerce* dan menyediakan transaksi *E-Commerce* dengan kualitas jasa keamanan yang tinggi (Tak dan Park, 2004).

Banyak faktor yang menentukan keamanan situs web *E-Commerce*, yang menentukan masalah ini adalah *Multiple Criteria Decision-Making* (MCDM) (Vincke, 1992). Ada banyak pendekatan untuk mengklasifikasi metode MCDM. Belton & Stewart (2002) memberikan klasifikasi: model pengukuran nilai seperti *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Model *outranking* seperti *Elimination and (Et) Choice Translating Reality* (ELECTRE) dan *Preference Ranking Organization Method for Enrichment*

Evaluation (PROMETHEE) dan akhirnya, tujuan aspirasi dan model tingkat seperti *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions* (TOPSIS). Dasar dari teori diatas bahwa pengambil keputusan memilih alternatif nilai utilitas yang diharapkan adalah maksimum (Wang & Lee, 2009). TOPSIS sering dikritik karena ketidakmampuan untuk menangani masalah yang tidak jelas dan tidak pasti. Namun, *fuzzy set* memiliki kemampuan untuk menyajikan masalah ini dan AHP digunakan secara luas untuk menyajikan masalah MCDM dalam situasi nyata (Chan & Kumar, 2007).

Namun, karena keterbatasan teknologi keamanan dan kompleksitas masalah keamanan, sulit untuk menemukan solusi keamanan situs web *E-Commerce* yang lengkap dan mutlak aman. Oleh karena itu, beberapa analisis kualitatif dan kuantitatif dan penilaian keamanan situs web *E-Commerce* menjadi keharusan.

Penilaian dan peringkat keamanan situs web *E-Commerce* menggunakan metode AHP dengan teori Dempster-Shafer dan *fuzzy* TOPSIS adalah judul asli yang diambil dari beberapa literatur dan dirangkum sesuai dengan kenyataan bahwa di dunia *E-Commerce*, diperlukan suatu *tools* tertentu yang menjadi acuan dalam pengambilan keputusan rutin.

Penelitian tentang keamanan *E-Commerce*, bukan hal yang baru lagi, beberapa penelitian telah menyebutkan tentang penggunaan AHP sebagai perangkat yang membantu analisis (Zhang dkk., 2012). Tentang penilaian keamanan situs web *E-Commerce*.

Penerapan selanjutnya pada penelitian peringkat situs web *E-Commerce* (Yu dkk., 2011). Tentang peringkat situs web *E-Commerce* B2C pada *e-alliance* menggunakan AHP dan *fuzzy* TOPSIS.

Teori *fuzzy* set dan konsep bobot entropi diterapkan untuk integrasi kedalam evaluasi proses pengambilan keputusan (Wang dkk., 2009). Tentang merumuskan evaluasi perangkat lunak perusahaan *outsourcing* sebagai model MCDM, dan kemudian menyajikan pendekatan yang efektif dengan memodifikasi TOPSIS untuk memecahkan masalah tersebut.

Kelengkapan dan kewajaran proses pengukuran kualitas *e-service* dengan menerapkan AHP dalam memperoleh bobot kriteria dan TOPSIS dalam

peringkat (Buyukozkan dkk., 2012). Tentang penerapan kerangka *e-service* dalam menjelaskan aspek kompleks yang diamati dalam pelaksanaan pelayanan kesehatan melalui internet.

Keamanan *E-Commerce* sangat penting untuk melindungi keamanan *e-business* dan menjaga informasi tetap aman. Dengan demikian penelitian ini membangun model yang komprehensif untuk memecahkan masalah dalam penilaian dan peringkat keamanan *E-Commerce* menggunakan metode AHP dengan teori Dempster-Shafer dan *fuzzy* TOPSIS. AHP dengan teori Dempster-Shafer, *fuzzy set* dan TOPSIS digabungkan untuk penilaian dan peringkat keamanan situs web *E-Commerce*, memanfaatkan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang terintegrasi dengan teori bukti Dempster-Shafer (DS) yang digunakan dalam model mendapatkan bobot kriteria keamanan situs web *E-Commerce* untuk membantu dalam penilaian keamanan situs web *E-Commerce*, *fuzzy set* untuk menggambarkan ketidakjelasan dengan nilai-nilai linguistik dan bilangan *fuzzy* segitiga, dan TOPSIS untuk mendapatkan urutan peringkat akhir keamanan situs web *E-Commerce*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem untuk penilaian dan peringkat keamanan situs web *E-Commerce* menggunakan kombinasi metode AHP, Dempster-Shafer dan *fuzzy* TOPSIS

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi keamanan situs web *E-Commerce*.
2. Membantu praktisi dalam pengambilan keputusan masalah, seperti penilaian dan peringkat keamanan situs web *E-Commerce*.
3. Adanya implementasi secara langsung dari AHP, Dempster-Shafer dan *fuzzy* TOPSIS yang digunakan untuk penilaian dan peringkat keamanan situs web *E-Commerce* menuju situs web *E-Commerce* yang aman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang keamanan *E-Commerce*, bukan hal yang baru lagi, beberapa penelitian telah menyebutkan tentang penggunaan AHP sebagai perangkat yang membantu analisis, diantaranya *Assessment of E-Commerce security using AHP and evidential reasoning* (Zhang dkk., 2012). Tentang penilaian keamanan situs web *E-Commerce* menggunakan metode AHP dan Dempster-Shafer.

Penerapan selanjutnya pada penelitian peringkat situs web *E-Commerce* pada penelitian *rank B2C e-commerce website in e-alliance based on AHP and fuzzy TOPSIS* (Yu dkk., 2011). Tentang peringkat situs web *E-Commerce* B2C pada *e-alliance* menggunakan AHP dan *fuzzy* TOPSIS.

Teori *fuzzy set* dan konsep bobot entropi diterapkan untuk integrasi kedalam evaluasi proses pengambilan keputusan (Wang dkk., 2009). Tentang merumuskan evaluasi perangkat lunak perusahaan *outsourcing* sebagai model MCDM, dan kemudian menyajikan pendekatan yang efektif dengan memodifikasi TOPSIS untuk memecahkan masalah tersebut.

Kelengkapan dan kewajaran proses pengukuran kualitas *e-service* dengan menerapkan AHP dalam memperoleh bobot kriteria dan TOPSIS dalam peringkat (Buyukozkan dkk., 2012). Tentang penerapan kerangka *e-service* dalam menjelaskan aspek kompleks yang diamati dalam pelaksanaan pelayanan kesehatan melalui internet.

Berbeda dengan penerapan sebelumnya, tesis ini akan melakukan penilaian dari masukan yang berupa variabel yang merupakan faktor keamanan situs web *E-Commerce* menggunakan AHP untuk pembobotan penilaian dari pakar dan teori Dempster-Shafer dalam penilaian masing-masing situs web dimana dilakukan kombinasi variabel-variabel dari hasil AHP, kemudian dilakukan peringkat mendapatkan informasi keamanan situs web *E-Commerce* menggunakan *fuzzy* TOPSIS.

Model tersebut memberi alat bagi praktisi *E-Commerce* dan telah membuktikan potensinya dalam penilaian dan peringkat keamanan. Meskipun proses penilaian dan peringkat variabel dapat dipengaruhi oleh variabel kontingen di berbagai situasi, model ini dapat dengan mudah disesuaikan dengan variabel-variabel tersebut untuk keperluan penilaian dan peringkat keamanan *E-Commerce*. Model ini sangat potensial dalam menangani masalah pengambilan keputusan, seperti pada penilaian dan peringkat keamanan *E-Commerce*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process dikembangkan oleh Saaty (1980) adalah alat yang ampuh untuk menangani kuantitatif dan kualitatif faktor multi kriteria dalam pengambilan keputusan masalah. Dengan metode ini, masalah yang rumit dapat dikonversi menjadi struktur hirarki teratur. Metode AHP telah banyak digunakan untuk situasi pengambil keputusan multi kriteria, seperti: seleksi situs web (Ngai, 2003), evaluasi alat (Ngai & Chan, 2005), seleksi senjata (Deng & Shen, 2006), pilihan obat (Vidal dkk., 2012) dan sebagainya.

Langkah pertama AHP adalah membentuk suatu struktur hirarki dari masalah. Kemudian, pada setiap tingkat hirarki, menggunakan skala nominal untuk membangun matriks perbandingan berpasangan.

Definisi 2.1 Dengan asumsi $(E_1, \dots, E_i, \dots, E_n)$ adalah elemen keputusan n , matriks perbandingan berpasangan dilambangkan $M_{n \times n} = [m_{ij}]$, dengan:

$$m_{ij} = \frac{1}{m_{ji}} \quad (2.1)$$

Dengan setiap elemen m_{ij} merupakan keputusan tentang kepentingan relatif elemen keputusan E_i atas E_j .

Dengan membangun matriks, langkah ketiga adalah menghitung eigenvektor matriks.

Definisi 2.2 Eigenvektor $n \times n$ matriks perbandingan berpasangan dilambangkan: $\vec{w} = (w_1, \dots, w_i, \dots, w_n)^T$, dihitung sebagai berikut:

$$A\vec{w} = \lambda_{max}\vec{w}, \lambda_{max} \geq n \quad (2.2)$$

Dimana λ_{max} adalah nilai eigen maksimum dalam eigenvektor \vec{w} dari matriks $M_{n \times n}$.

Sebelum mengubah eigenvektor ke bobot elemen, konsistensi matriks harus diperiksa.

Definisi 2.3 *Consistency Index* (CI) (Saaty, 1990) digunakan untuk mengukur inkonsistensi dalam setiap matriks perbandingan berpasangan, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.3)$$

Dengan demikian, *consistency ratio* (CR) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.4)$$

Dimana RI adalah *random consistency index*. Nilai RI berkaitan dengan dimensi matriks, yang terdaftar dalam Tabel 2.1

Jika hasil CR kurang dari 0,1 (10%), *consistency* dari matriks perbandingan berpasangan M dapat diterima. Selain itu, eigenvektor dari matriks perbandingan berpasangan dapat dinormalisasi sebagai bobot akhir dari elemen keputusan. Jika tidak, *consistency* tidak diteruskan dan elemen dalam matriks harus direvisi. (Zhang dkk., 2012).

Tabel 2.1 Nilai RI (*Random Consistency Index*)

Dimensi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,12	1,26	1,36	1,41	1,46	1,49

2.2.2 Teori Bukti Dempster-Shafer (DS)

Teori bukti Dempster-Shafer, pertama kali diusulkan oleh Dempster (1967) kemudian dikembangkan oleh Shafer (1976), dianggap sebagai generalisasi dari teori probabilitas Bayesian. Dengan kemampuan untuk mengatasi ketidakpastian dan ketidaktepatan yang melekat dalam bukti, teori DS telah banyak diterapkan dalam beberapa tahun terakhir (Deng & Chan, 2011; Deng dkk., 2011; Dymova dkk., 2010; Hu dkk., 2010; Huynh dkk., 2010; Mas dkk., 2010). Yang dkk., telah mengembangkan teori DS untuk menangani beberapa masalah atribut analisis keputusan (Yang dkk., 2006; Wang dkk., 2006; Xu dkk., 2006). Dan kerangka kerja berdasarkan fungsi kepercayaan teori DS telah dirancang untuk evaluasi kehandalan sensor dalam masalah klasifikasi (Guo dkk., 2006). Sementara itu, Khokhar dan kawan-kawan, telah menerapkan teori dalam sistem pengambilan keputusan untuk penilaian resiko proyek *E-Commerce* (Khokhar dkk., 2006). Terlebih lagi, metode yang didasarkan pada teori DS diperkenalkan oleh Deng, Jiang, dan Sadiq (2011) untuk memperkirakan “resiko” intrusi kontaminasi dalam jaringan distribusi air.

Pengenalan teori DS secara singkat ditinjau sebagai berikut. Misalkan Θ melambangkan *nonempty set* terbatas dari dan hipotesis lengkap, yang disebut *frame of discernment*.

Definisi 2.4 Fungsi massa merupakan pemetaan $m: 2^\Theta \rightarrow [0,1]$, yang memenuhi:

$$m(\emptyset) = 0$$

dan

$$\sum_{A \subseteq \Theta} m(A) = 1 \quad (2.5)$$

Fungsi massa disebut juga *basic probability assignment* (BPA) untuk seluruh himpunan bagian Θ .

Ada dua operator yang berperan penting dalam penalaran bukti, yaitu *discounting* dan *Dempster's rule of combination*.

Definisi 2.5 Pembuktian *Discounting*: Jika sumber bukti memiliki fungsi massa m yang memiliki probabilitas α dari reliability. Maka, *discount belief* m' pada θ dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m'(A) &= \alpha m(A), \forall A \subset \theta, A \neq \emptyset \\ m'(\theta) &= 1 - \alpha + \alpha m(\theta) \end{aligned} \quad (2.6)$$

Semua fungsi massa di *discount* oleh α , disebut koefisien *discount*.

Definisi 2.6 *Dempster's rule of combination*: dinotasikan oleh $(m_1 \oplus m_2)$ (disebut juga jumlah orthogonal m_1 dan m_2), dijelaskan sebagai berikut:

$$m(A) = \frac{1}{1-K} \sum_{B \cap C = A} m_1(B) m_2(C) \quad (2.7)$$

dimana

$$K = \sum_{B \cap C = \emptyset} m_1(B) m_2(C) \quad (2.8)$$

Catatan bahwa K disebut konstanta normalisasi dari jumlah orthogonal $(m_1 \oplus m_2)$, yang mengukur tingkat perbedaan antara m_1 dan m_2 .

Setelah menggabung semua bukti, kemudian masuk ke tahap peringkat.

2.2.3 TOPSIS

TOPSIS diusulkan oleh Hwang dan Yoon (1981). Menurut teori ini, alternatif yang terbaik harus memiliki dua fitur: satu yaitu terdekat ke solusi ideal positif; yang lain adalah terjauh dari solusi ideal negatif (Ertugrul & Karakasoglu, 2007). Solusi ideal positif meminimalkan kriteria biaya dan memaksimalkan kriteria manfaat. Hal ini terdiri dari semua nilai terbaik yang dicapai dari kriteria. Pada saat yang bersama, solusi ideal negatif adalah solusi yang dapat memaksimalkan kriteria biaya dan meminimalkan kriteria manfaat, yang memiliki semua nilai terjelek yang dicapai dari kriteria (Wang, 2008). TOPSIS banyak digunakan untuk memecahkan masalah MCDM (Wang & Lee, 2009).

2.2.4 Fuzzy Set

Kelebihan dari penggunaan pendekatan *fuzzy* adalah untuk menambahkan atribut relatif menggunakan nilai *fuzzy* daripada nilai matematik. Definisi *fuzzy* set dibahas dan disajikan dalam banyak literatur (X Yu dkk., 2011).

Definisi 2.7 *Fuzzy* set \tilde{A} pada semesta x dikarakterisasi oleh fungsi keanggotaan $\mu_{\tilde{a}}(x)$. *Fuzzy* set terhubung dengan setiap elemen x pada X , bilangan asli dalam interval $[0, 1]$. Fungsi nilai $\mu_{\tilde{a}}(x)$ disebut tingkat keanggotaan dari x pada \tilde{A} .

Penelitian ini berfokus pada nilai *fuzzy* segitiga. Sebuah nilai *fuzzy* segitiga \tilde{A} dapat ditentukan oleh triplet (a_1, a_2, a_3) , di mana a_3 lebih besar dari a_2 dan a_2 lebih besar daripada a_1 . Rumus matematika *fuzzy* segitiga dapat dilihat dibawah ini dan Gambar 2.1.

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 < x \leq a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2}, & a_2 < x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (2.9)$$

Definisi 2.8 Misal, $a = (a_1, a_2, a_3)$ dan $b = (b_1, b_2, b_3)$ merupakan dua nilai *fuzzy* segitiga. Jarak kedua segitiga tersebut dihitung sebagai berikut:

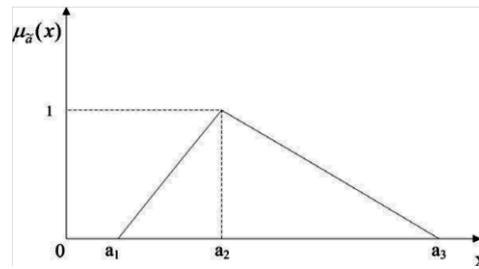
$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (2.10)$$

2.2.5 Fuzzy TOPSIS

Fuzzy TOPSIS adalah TOPSIS yang diperluas ke lingkungan *fuzzy* (X. Yu dkk., 2011). Berdasarkan *fuzzy* sets dan TOPSIS, *fuzzy* TOPSIS dapat diuraikan sebagai berikut:

Langkah 1: Pilih nilai linguistik $(x_{ij}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ untuk alternatif berkaitan dengan kriteria.

Peringkat *fuzzy* linguistik x_{ij} mempertahankan properti nilai normalisasi bilangan *fuzzy* segitiga termasuk $[0,1]$; dengan demikian, tidak dibutuhkan normalisasi.



Gambar 2.1 Bilangan *Fuzzy* Segitiga (X. Yu dkk., 2011)

Langkah 2: Membuat normalisasi bobot matriks keputusan *fuzzy*. Nilai bobot normalisasi v_{ij} dihitung dengan persamaan:

$$v_{ij} = x_{ij} \times w_j \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.11)$$

Langkah 3: Identifikasi solusi ideal positif (A^*) dan ideal negatif (A^-).

Solusi *fuzzy* ideal positif ($FPIS, A^*$) dan solusi *fuzzy* ideal negatif ($FNIS, A^-$) ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} = \{(max_j v_{ij} | i \in I'), (min_j v_{ij} | i \in I'')\} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.12)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} = \{(min_j v_{ij} | i \in I'), (max_j v_{ij} | i \in I'')\} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.13)$$

Dengan I' berhubungan dengan kriteria manfaat, dan I'' dikaitkan dengan kriteria biaya.

Langkah 4: Menghitung jarak tiap alternatif dari A^* dan A^- menggunakan persamaan berikut:

$$D_i^* = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^*) \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (2.14)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (2.15)$$

Langkah 5: Hitung kemiripan dengan solusi ideal menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^* + D_i^-} \quad (2.16)$$

Langkah 6: Peringkat urutan.

Peringkat alternatif menurut CC_i pada urutan menurun (*descending*).

2.3 Contoh Perhitungan Matematis

Pada bagian ini, dijelaskan contoh perhitungan matematis untuk ilustrasi prosedur model yang digunakan untuk penilaian dan peringkat keamanan *E-Commerce*. Setelah hirarki keputusan disusun, input kepentingan relatif antar variabel diberikan oleh pakar yang digunakan untuk menyusun matriks perbandingan berpasangan.

Contoh, matriks perbandingan berpasangan dari teknis, lingkungan, manajerial ($A1 \sim A3$) pada tingkat 2:

$$\begin{array}{c} A1 \\ A2 \\ A3 \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline A1 & A2 & A3 \\ \hline 1 & 5 & 1/2 \\ \hline 1/5 & 1 & 1/6 \\ \hline 2 & 6 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Hasil perhitungan, nilai eigen maksimum dan eigenvektor dari matriks dapat diturunkan, dimana $\lambda_{max} = 3.0291$ dan $\vec{w} = (0.5063, 0.1200, 0.8540)^T$. Kemudian uji konsistensi diterapkan $CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0146}{0.52} = 0.0279$. Hasil yang diperoleh lebih kecil dari 0.1, $CR \leq 0.1$, maka bobot masing-masing variabel dapat diturunkan dengan normalisasi eigenvektor. Bobot akhir $A1 \sim A3$ adalah:

$$(w_{A1}, w_{A2}, w_{A3})^T = (0.3420, 0.0811, 0.5769)^T$$

Pada tingkat 3, terdapat 3 matriks perbandingan berpasangan. Pertama, teknis dibagi menjadi 3 aspek: keamanan jaringan (B1), keamanan sistem (B2),

dan keamanan transaksi elektronik (B3). Matriks perbandingan berpasangan ketiga variabel dibangun seperti:

$$\begin{array}{c} B1 \quad B2 \quad B3 \\ B1 \left[\begin{array}{ccc} 1 & 1/2 & 1/5 \\ B2 \left[\begin{array}{ccc} 2 & 1 & 1/2 \\ B3 \left[\begin{array}{ccc} 5 & 2 & 1 \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Dengan demikian, hasil dapat diturunkan, dimana $\lambda_{max} = 3.0055$, $CR = 0.0053$ dan $(w_{B1}, w_{B2}, w_{B3})^T = (0.1283, 0.2764, 0.5954)^T$

Kedua, lingkungan terdapat 2 aspek, jaminan hukum (B4) dan keamanan budaya (B5). Matriks perbandingan berpasangan adalah:

$$\begin{array}{c} B4 \quad B5 \\ B4 \left[\begin{array}{cc} 1 & 1/2 \\ B5 \left[\begin{array}{cc} 2 & 1 \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Dan hasilnya $\lambda_{max} = 3.0055$ dan $(w_{B4}, w_{B5})^T = (0.3333, 0.6667)^T$

Ketiga, manajerial terdapat 3 aspek, keamanan pribadi (B6), keamanan perlengkapan (B7), dan keamanan institusi (B8). Matriks perbandingan berpasangan adalah:

$$\begin{array}{c} B6 \quad B7 \quad B8 \\ B6 \left[\begin{array}{ccc} 1 & 6 & 3 \\ B7 \left[\begin{array}{ccc} 1/6 & 1 & 1/4 \\ B8 \left[\begin{array}{ccc} 1/3 & 4 & 1 \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Hasilnya $\lambda_{max} = 3.0536$, $CR = 0.0515$ dan $(w_{B6}, w_{B7}, w_{B8})^T = (0.6442, 0.0852, 0.2706)^T$

Selain itu, semua matriks pada tingkat 4 dan hasil perhitungan ditunjukkan dibawah ini.

1. Keamanan jaringan: V1~V4

$$\begin{array}{c} V1 \quad V2 \quad V3 \quad V4 \\ V1 \left[\begin{array}{cccc} 1 & 1/4 & 1/2 & 1/5 \\ V2 \left[\begin{array}{cccc} 4 & 1 & 2 & 1/2 \\ V3 \left[\begin{array}{cccc} 2 & 1/2 & 1 & 1/3 \\ V4 \left[\begin{array}{cccc} 5 & 2 & 3 & 1 \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

$\lambda_{max} = 4.0211$, $CR = 0.0079$ dan

$(w_{V1}, w_{V2}, w_{V3}, w_{V4})^T = (0.0809, 0.2880, 0.1539, 0.4773)^T$

2. Keamanan sistem: V5~V8

$$\begin{array}{c} V5 \quad V6 \quad V7 \quad V8 \\ V5 \begin{bmatrix} 1 & 5 & 2 & 7 \\ V6 \begin{bmatrix} 1/5 & 1 & 1/3 & 2 \\ V7 \begin{bmatrix} 1/2 & 3 & 1 & 4 \\ V8 \begin{bmatrix} 1/7 & 1/2 & 1/4 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$\lambda_{max} = 4.0215, CR = 0.0080 \text{ dan}$$

$$(w_{V5}, w_{V6}, w_{V7}, w_{V8})^T = (0.5323, 0.1118, 0.2884, 0.0675)^T$$

3. Keamanan transaksi elektronik: V9~V13

$$\begin{array}{c} V9 \quad V10 \quad V11 \quad V12 \quad V13 \\ V9 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/3 & 1/5 & 3 \\ V10 \begin{bmatrix} 1/2 & 1 & 1/4 & 1/6 & 2 \\ V11 \begin{bmatrix} 3 & 4 & 1 & 1/2 & 5 \\ V12 \begin{bmatrix} 5 & 6 & 2 & 1 & 7 \\ V13 \begin{bmatrix} 1/3 & 1/2 & 1/5 & 1/7 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$\lambda_{max} = 5.0882, CR = 0.0197 \text{ dan } (w_{V9}, w_{V10}, w_{V11}, w_{V12}, w_{V13})^T =$$

$$(0.1190, 0.0752, 0.2795, 0.4770, 0.0492)^T$$

4. Jaminan hukum: V14~V16

$$\begin{array}{c} V14 \quad V15 \quad V16 \\ V14 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ V15 \begin{bmatrix} 1/2 & 1 & 2 \\ V16 \begin{bmatrix} 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$\lambda_{max} = 3.0092, CR = 0.0088 \text{ dan}$$

$$(w_{V14}, w_{V15}, w_{V16})^T = (0.5396, 0.2970, 0.1634)^T$$

5. Keamanan budaya: V17~V18

$$\begin{array}{c} V17 \quad V18 \\ V17 \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ V18 \begin{bmatrix} 1/3 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$\lambda_{max} = 2.0000 \text{ dan } (w_{V17}, w_{V18})^T = (0.7500, 0.2500)^T$$

6. Keamanan pribadi: V19~V21

$$\begin{array}{c} V19 \quad V20 \quad V21 \\ V19 \begin{bmatrix} 1 & 5 & 8 \\ V20 \begin{bmatrix} 1/5 & 1 & 3 \\ V21 \begin{bmatrix} 1/8 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$\lambda_{max} = 3.0441, CR = 0.0424 \text{ dan}$$

$$(w_{V19}, w_{V20}, w_{V21})^T = (0.7418, 0.1830, 0.0752)^T$$

7. Keamanan perlengkapan: V22~V23

$$\begin{array}{cc} & V22 & V23 \\ V22 & \left[\begin{array}{cc} 1 & 3 \end{array} \right] \\ V23 & \left[\begin{array}{cc} 1/3 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

$$\lambda_{max} = 2.0000 \text{ dan } (w_{V22}, w_{V23})^T = (0.7500, 0.2500)^T$$

8. Keamanan institusi: V24~V27

$$\begin{array}{cccc} & V24 & V25 & V26 & V27 \\ V24 & \left[\begin{array}{cccc} 1 & 1/2 & 3 & 2 \end{array} \right] \\ V25 & \left[\begin{array}{cccc} 2 & 1 & 6 & 4 \end{array} \right] \\ V26 & \left[\begin{array}{cccc} 1/3 & 1/6 & 1 & 1/2 \end{array} \right] \\ V27 & \left[\begin{array}{cccc} 1/2 & 1/4 & 2 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

$$\lambda_{max} = 4.0104, CR = 0.0039 \text{ dan}$$

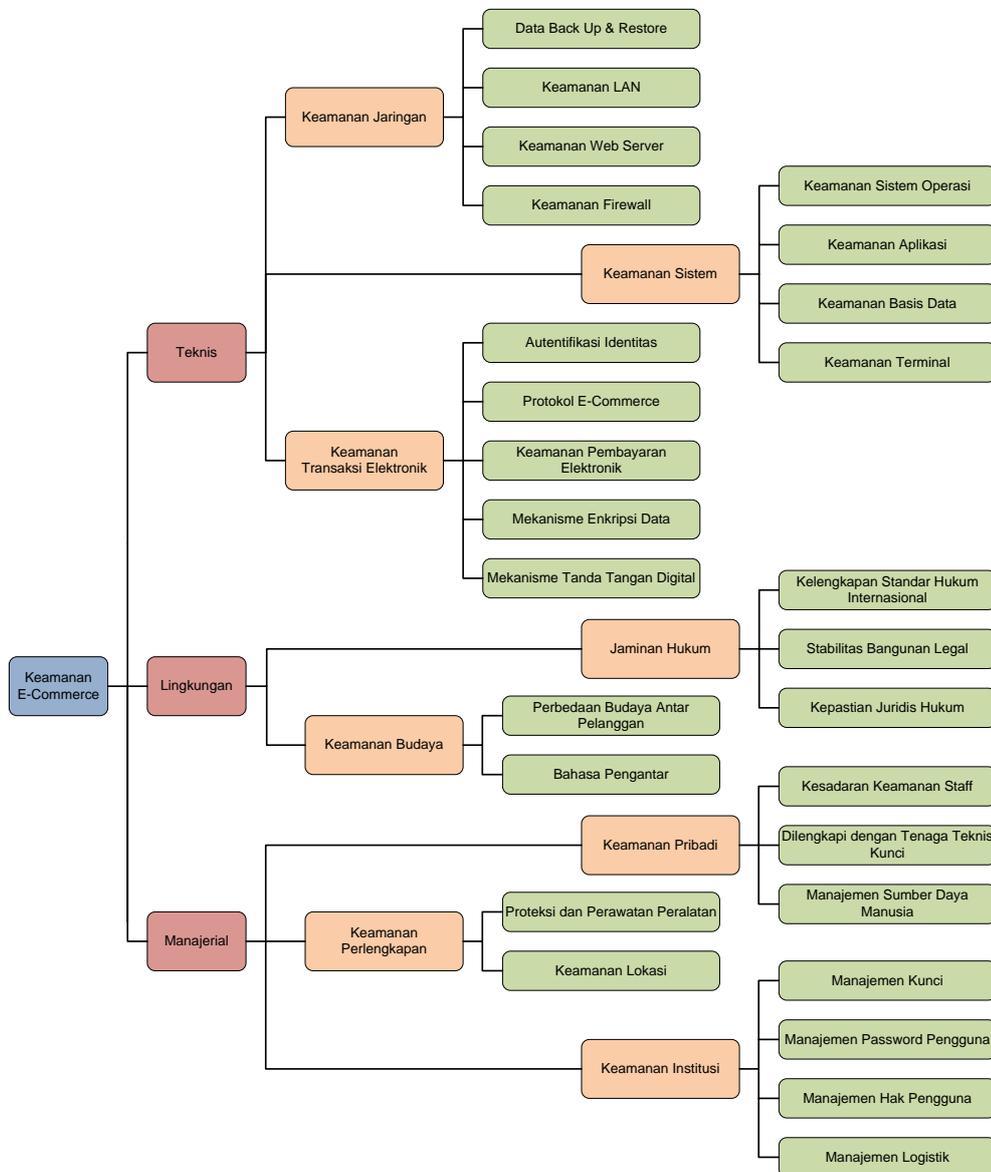
$$(w_{V24}, w_{V25}, w_{V26}, w_{V27})^T = (0.2598, 0.5195, 0.0808, 0.1400)^T$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah beberapa situs web *E-Commerce*, seperti pada Tabel 3.1. serta mencakup hasil penilaian yang dilakukan. Penilaian yang dilakukan mengenai beberapa faktor masalah keamanan situs web *E-Commerce*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bahan Penelitian

Tabel 3.1 Daftar Situs Web *E-Commerce*

Nama Situs Web
Berniaga.com
Blibli.com
Gramedia.com
Tokobagus.com
Tokopedia.com

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Perangkat keras

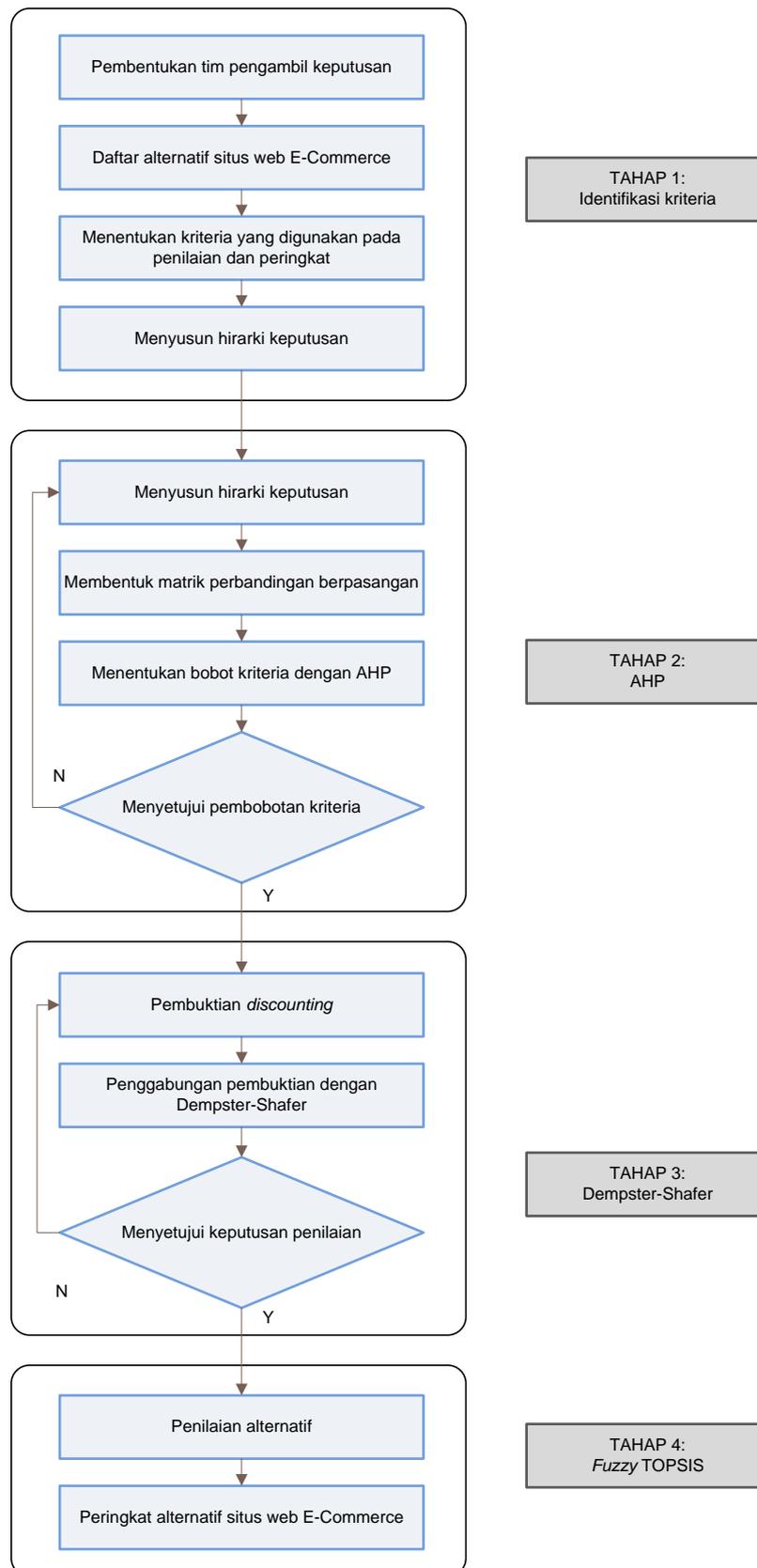
Yang digunakan adalah *laptop* Dell Inspiron 1440 dengan spesifikasi: prosesor Intel Core 2 Duo T6600 2,2 GHz, memori RAM 2 GB, *harddisk* 320 GB.

2. Perangkat lunak

- a. Untuk sistem operasi, menggunakan Windows 7 32-bit SP1.
- b. Untuk proses penelitian, menggunakan Matlab R2009a.

3.2 Prosedur Penelitian

Jalannya penelitian penilaian dan peringkat keamanan situs web *E-Commerce* menggunakan metode AHP dengan teori Dempster-Shafer dan *fuzzy* TOPSIS diawali dengan studi literatur melalui telaah jurnal, buku, dan referensi keilmuan yang terkait dengan keamanan situs web *E-Commerce*. Pengolahan data dengan metode AHP dengan teori Dempster-Shafer, memeringkat hasil pengolahan data yang berupa nilai keamanan situs web *E-Commerce* dengan *fuzzy* TOPSIS, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Tahap Pertama Identifikasi Kriteria

Penilaian keamanan situs web *E-Commerce* diklasifikasi menjadi 4 tingkat. Tingkat 1 adalah tujuan penilaian yaitu keamanan situs web *E-Commerce*. Tingkat 2 menjelaskan 3 faktor yang mempengaruhi keamanan situs web *E-Commerce* yaitu masalah teknis, lingkungan, dan manajerial. Tingkat 3 memiliki aspek yang terbagi menjadi beberapa faktor. Dan variabel utama terdapat pada tingkat 4 (Y. Zhang dkk., 2012), dijelaskan dibawah ini.

1. V1: Data Backup dan Restore

Data *backup* dan *restore* berarti membuat salinan data yang digunakan untuk dikembalikan yang asli pada kasus kejadian kehilangan data. Oleh karena itu, data *backup* sangat penting bagi bisnis *E-Commerce*, pada kasus informasi yang asli hancur.

2. V2: Keamanan LAN

Local Area Network mengacu pada jaringan yang menghubungkan komputer dan perangkat di gedung kantor. Jaringan dikelola dan dikendalikan secara memadai untuk menangani berbagai serangan dan ancaman, seperti penipuan ARP (*Address Resolution Protocol*), dan untuk menjaga keamanan untuk sistem dan aplikasi yang menggunakan jaringan.

3. V3: Keamanan Web Server

Web server adalah program komputer yang mengirimkan konten melalui *World Wide Web*, seperti IIS (*Microsoft Internet Information Services*) dan Apache. Keamanan mengacu pada menjaga data dan sumber aman dari pengintaian, intrusi dan penyalahgunaan.

4. V4: Keamanan Firewall

Firewall, bagian perangkat lunak atau perangkat keras komputer, yang menetapkan *gateway* keamanan antara internet dan intranet (jaringan antar

organisasi). Membantu mencegah komunikasi yang tidak sah atau tidak diinginkan antara jaringan komputer atau *host*.

5. V5: Keamanan Sistem Operasi

Sistem Operasi adalah perangkat lunak (program dan data) yang berjalan pada komputer dan mengelola perangkat keras komputer dan menyediakan layanan umum untuk pelaksanaan berbagai aplikasi perangkat lunak efisien. Keamanan harus dilindungi dengan menjaga sistem *up to date* dengan *patch* keamanan terbaru.

6. V6: Keamanan Aplikasi

Aplikasi, juga dikenal sebagai perangkat lunak aplikasi, adalah perangkat lunak komputer yang dirancang untuk membantu pengguna melakukan tugas tunggal atau beberapa tugas tertentu yang terkait. Aplikasi keamanan terletak dalam menghadapi situasi sejumlah klien bersamaan dan atau dengan beban kerja yang menuntut daya komputasi tinggi.

7. V7: Keamanan Basis Data

Basis data memegang banyak data informasi tentang pelanggan, transaksi, kinerja keuangan dan sumber daya manusia yang paling sensitif dan berharga. Teknologi pemantauan dan pemblokiran aktivitas basis data yang mencurigakan seperti injeksi SQL dan serangan *buffer overflow* diperlukan untuk melindungi keamanan basis data.

8. V8: Keamanan Terminal

Terminal komputer adalah perangkat keras elektronik yang digunakan untuk memasukkan data dan menampilkan data, komputer atau sistem komputasi. Salah satu masalah keamanan pada terminal adalah penyerang mendirikan terminal palsu dan pengguna mengungkapkan informasi penting.

9. V9: Autentifikasi Identitas

Otentikasi dianggap penting untuk komunikasi keamanan, merupakan tindakan membangun atau mengkonfirmasi sesuatu (atau seseorang) sebagai yang asli, yaitu, bahwa klaim yang dibuat adalah benar. Otentikasi identitas dapat diimplementasikan dengan beberapa teknologi seperti *Public Key Infrastructure* (PKI), teknologi biometrik, dan sebagainya.

10. V10: Protokol E-Commerce

Protokol adalah urutan teratur dari langkah komunikasi dan komputasi. Protokol *E-Commerce* merangkum rutinitas kriptografi untuk *encoding* dan *decoding* nomor kartu kredit, dirancang untuk mengamankan transaksi *E-Commerce*. Secara luas digunakan untuk melindungi keamanan *E-Commerce*, seperti *Secure Hypertext Transfer Protocol* (SHTTP) dalam lapisan aplikasi, protokol *Secure Socket Layer* (SSL) dalam lapisan sesi, dan protokol *Secure Electronic Transaction* (SET).

11. V11: Keamanan Pembayaran Elektronik

Pembayaran elektronik adalah pengalihan sarana pembayaran elektronik dari pembayar ke penerima melalui penggunaan instrumen pembayaran elektronik. Karena pentingnya pembayaran elektronik pada *E-Commerce*, sistem pembayaran elektronik harus dijamin keamanannya.

12. V12: Mekanisme Enkripsi Data

Enkripsi yang kuat adalah kebutuhan mendesak untuk pengembangan *E-Commerce*, privasi dan keamanan transaksi keuangan. Teknologi seperti amplop digital digabung metode kriptografi kunci rahasia dan kunci publik diterapkan untuk melindungi keamanan transmisi data.

13. V13: Mekanisme Tanda Tangan Digital

Tanda tangan digital atau skema tanda tangan digital adalah skema matematis untuk menunjukkan keaslian pesan digital atau dokumen. Tanda tangan

digital menyediakan sarana yang aman untuk mencegah perubahan yang tidak sah dari data dan memiliki potensi besar untuk memfasilitasi transaksi *E-Commerce* aman.

14. V14: Kelengkapan Standar Hukum Internasional

Hukum umum konvensional biasanya memfasilitasi perdagangan internasional dengan mengikat dan melindungi mitra dagang, belum disesuaikan untuk mengakomodasi transaksi di *E-Commerce*. Ada beberapa masalah hukum seputar *E-Commerce* yang masih membutuhkan banyak perhatian dan perlu diselesaikan.

15. V15: Stabilitas Bangun Legal

Lingkungan yang berubah dengan cepat dan masalah hubungan eksternal dengan pihak ketiga akan mengakibatkan lingkungan berkembang tidak stabil untuk *E-Commerce*.

16. V16: Kepastian Juridis Hukum

Masalah hukum dapat berubah dan dipengaruhi teknologi yang berubah dengan cepat, masalah hukum harus dipantau secara teratur.

17. V17: Perbedaan Budaya Antar Pelanggan

Konsumen dari budaya yang berbeda memiliki perbedaan sikap, pilihan, dan nilai, dan tetap enggan membeli produk asing bahkan setelah paparan globalisasi. Oleh karena itu, perbedaan budaya nasional dapat mempengaruhi perilaku konsumen dalam situasi *E-Commerce*.

18. V18: Bahasa Pengantar

Hambatan bahasa menunjukkan kesulitan yang dihadapi ketika orang berbeda bahasa, mencoba berkomunikasi satu sama lain. Menjadi sukses pada pasar *E-Commerce* tidak hanya membutuhkan pemahaman kebutuhan konsumen tetapi juga dapat berkomunikasi dengan bahasa mereka.

19. V19: Kesadaran Keamanan Staf

Staf, baik sengaja atau karena kelalaian, sering karena kurangnya pengetahuan, adalah ancaman terbesar terhadap keamanan informasi. Dengan demikian, salah satu aspek penting yang merupakan bagian dari manajemen keamanan *E-Commerce*, adalah kesadaran keamanan dari staf.

20. V20: Dilengkapi dengan Tenaga Teknis Kunci

Sumber daya organisasi termasuk waktu, uang dan staf. Kurangnya sumber daya ini sangat berisiko bagi pengembangan *E-Commerce*. Jika tidak dilengkapi tenaga teknis kunci, keamanan *E-Commerce* tidak dapat dijamin.

21. V21: Manajemen Sumber Daya Manusia

Manajemen sumber daya manusia (SDM) adalah pendekatan strategis dan koheren untuk pengelolaan aset organisasi yang paling berharga – orang-orang yang bekerja disana secara individu maupun kolektif memberikan kontribusi pada pencapaian tujuan bisnis. Oleh karena itu, peran keamanan dan tanggung jawab karyawan, kontraktor dan pengguna pihak ketiga harus ditetapkan dan didokumentasikan sesuai dengan kebijakan keamanan informasi organisasi.

22. V22: Proteksi dan Perawatan Peralatan

Peralatan harus dilindungi dari gangguan listrik dan gangguan lain yang disebabkan oleh kegagalan pendukung utilitas. Terlebih lagi, perawatan harus dilakukan untuk memastikan kelanjutan ketersediaan dan integritas peralatan.

23. V23: Keamanan Lokasi

Keamanan lokasi adalah untuk mencegah akses fisik tidak sah, kerusakan dan gangguan tempat dan informasi organisasi. Keamanan fisik untuk kantor, ruangan, dan fasilitas harus dirancang dan diterapkan. Selanjutnya, perlindungan terhadap kebakaran, banjir, gempa bumi, ledakan, kerusuhan, dan bentuk lain dari bencana alam atau buatan manusia akan diperhitungkan dalam keamanan lokasi.

24. V24: Manajemen Kunci

Manajemen kunci adalah ketentuan yang dibuat dalam desain sistem kriptografi berhubungan dengan generasi, pertukaran, penyimpanan, pengamanan, penggunaan, pemeriksaan, dan penggantian kunci. Mencakup desain kriptografi protokol, server kunci, prosedur pengguna, dan protokol lain yang relevan. Keberhasilan manajemen kunci penting untuk keamanan enkripsi pada *E-Commerce*.

25. V25: Manajemen Password Pengguna

Akan ada pendaftaran pengguna formal dan prosedur pendaftaran ditempatkan untuk pemberian dan pencabutan akses ke semua sistem informasi dan pelayanan. Sementara itu, alokasi *password* pengguna harus dikendalikan melalui proses manajemen secara formal.

26. V26: Manajemen Hak Pengguna

Manajemen hak pengguna adalah proses pengelolaan otorisasi pengguna. Dan alokasi dan hak pengguna harus dibatasi dan dikendalikan untuk mengurangi peluang akses yang tidak sah atau tidak disengaja, memodifikasi atau penyalahgunaan data yang dilindungi.

27. V27: Manajemen Logistik

Manajemen logistik merupakan bagian dari manajemen rantai pasokan (*Supply Chain Management*) perencanaan, implementasi, dan pengendalian yang efisien, efektif, meneruskan, dan mengembalikan aliran dan penyimpanan barang, jasa, dan informasi terkait antara titik asal dan titik konsumsi dalam rangka memenuhi kebutuhan pelanggan. Seperti *E-Commerce* sendiri tidak bisa mengirimkan barang tanpa proses logistik yang tepat, logistik telah menjadi salah satu masalah yang paling penting mempengaruhi operasi *E-Commerce* yang tepat.

3.2.2 Tahap Kedua AHP

Setelah hirarki keputusan disusun, dilakukan pembobotan tiap variabel. Semua bobot dihitung melalui proses perbandingan berpasangan. Pada perbandingan berpasangan, masing-masing variabel yang dimiliki tiap faktor dibandingkan berpasangan pada tingkatan yang sama. Tabel 3.2 menunjukkan hubungan yang sesuai dengan perbedaan kepentingan dan nilai.

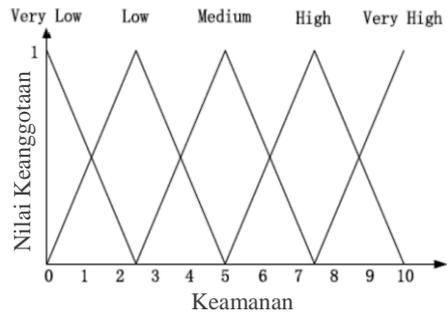
Tabel 3.2 Nilai Kepentingan Variabel

Kepentingan	Nilai
Sama penting	1
Sama sampai cukup penting	2
Cukup penting	3
Cukup sampai sangat penting	4
Sangat penting	5
Sangat sampai sangat kuat penting	6
Sangat kuat penting	7
Sangat kuat sampai sangatlah penting	8
Sangatlah penting	9

Jadi, berdasarkan bobot kepentingan masing-masing variabel yang diberikan, dapat dibangun matriks perbandingan berpasangan. Setelah itu, dihitung nilai eigen menggunakan Persamaan 2.2 untuk melakukan uji konsistensi. Jika hasil uji konsistensi diterima dalam ratio, bobot akhir masing-masing variabel dapat diturunkan dengan normalisasi eigenvektor.

3.2.3 Tahap Ketiga Dempster-Shafer

Dengan adanya bobot masing-masing variabel dapat diterapkan teori bukti Dempster-Shafer. Dengan mempertimbangkan rangka pembedaan 5 hipotesis $\theta = \{Very\ Low\ (VL),\ Low\ (L),\ Medium\ (M),\ High\ (H),\ Very\ High\ (VH)\}$ yang menjelaskan tingkat keamanan *E-Commerce*, seperti pada Gambar 3.3 variabel yang dideskripsikan menggunakan 5 hipotesis dianggap sebagai bukti pada teori Dempster-Shafer. Namun, ini bukti awal, terlalu samar untuk digabung bersama.



Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan Keamanan

Oleh karena itu, sebelum diterapkan aturan kombinasi Dempster-Shafer diperlukan *discount* pada bukti awal di tingkat kepentingan. Setelah *discount* tercapai, aturan kombinasi Dempster-Shafer dapat digunakan untuk menggabungkan semua bukti.

3.2.4 Tahap Keempat *Fuzzy* TOPSIS

Peringkat situs web ditentukan dengan menggunakan *fuzzy* TOPSIS pada tahap keempat. Nilai linguistik digunakan untuk penilaian situs web. Hubungan antara nilai linguistik dan bilangan *fuzzy* segitiga, seperti pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Nilai Linguistik dan Bilangan *Fuzzy* Segitiga

Nilai Linguistik	Bilangan <i>Fuzzy</i> Segitiga
<i>Very Low</i> (VL)	(0, 0, 0.25)
<i>Low</i> (L)	(0, 0.25, 0.5)
<i>Medium</i> (M)	(0.25, 0.5, 0.75)
<i>High</i> (H)	(0.5, 0.75, 1)
<i>Very High</i> (VH)	(0.75, 1, 1)

Daftar Pustaka

- Buyukozan, G., dan Cifci, G., 2012, A combined fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS based strategic analysis of electronic service quality in healthcare industry, *Expert Systems with Applications* 39, 2341-2354.
- Chu, T. C., dan Lin, Y. C., 2002, Improved extensions of the TOPSIS for group decisionmaking under fuzzy environment, *Journal of Information and Optimization Sciences* 23, 273-286.
- Deng, Y., dan Chan, F. T. S., 2011, A new fuzzy dempster MCDM method and its application in supplier selection, *Expert Systems with Applications* 38, 9854-9861.
- Deng, Y., Chan, F. T. S., Wu, Y., dan Wang, D., 2011, A new linguistic MCDM method based on multiple-criterion data fusion, *Expert Systems with Applications* 38, 6985-6993.
- Deng, Y., Su, X. Y., Wang, D., dan Li, Q., 2010, Target recognition based on fuzzy dempster data fusion method, *Defence Science Journal* 60, 525-530.
- Khokhar, R. H., Bell, D. A., Guan, J. W., dan Wu, Q. W., 2006, Risk assessment of ecommerce projects using evidential reasoning, *Proceedings of Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, vol. 4223, 621-630.
- Patrick, O. K., Moysey, B., Paul, D., dan Jon, C., 2012, Dempster–Shafer evidential theory for the automated selection of parameters for Talbot’s method contours and application to matrix exponentiation, *Computers and Mathematics with Applications* 63, 1519-1535.
- Tak, S. W., dan Park, E. K., 2004, A software framework for non-repudiation service based on adaptive secure methodology in electronic commerce, *Information Systems Frontiers* 6, 47-66.
- Tsou, C. S., 2008, Multi-objective inventory planning using MOPSO and TOPSIS, *Expert Systems with Applications* 35, 136-142.
- Wang, J., Liu, S. Y. dan Zhang, J., 2005, An extension of TOPSIS for fuzzy MCDM based on vague set theory, *Journal of Systems Science and Systems Engineering* 14, 73-84.

- Wang, T. C., dan Lee, H. D., 2009, Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights, *Expert Systems with Applications* 36, 8980-8985.
- Wang, Y. M., dan Elhag, T. M. S., 2006, Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment, *Expert Systems with Applications* 31, 309-319.
- Yu, X., Guo, S., Guo, J., dan Huang, X., 2011, Rank B2C e-commerce websites in e-alliance based on AHP and fuzzy TOPSIS, *Expert Systems with Applications* 38, 3550-3557.
- Zhang, Y., Deng, X., Wei, D., dan Deng, Y., 2012, Assessment of E-Commerce security using AHP and evidential reasoning, *Expert Systems with Applications* 39, 3611-3623.