

METODE FUZZY AHP DAN FUZZY TOPSIS UNTUK PEMILIHAN DISTRO LINUX

Oleh : Ahmad Sabiq

Teknik Informatika Politeknik Purbaya Tegal
Jl. Pancakarya No.1 Talang Tegal 52193

Abstrak

Pada penelitian ini dikembangkan suatu metode pengambilan keputusan dengan menggunakan Fuzzy AHP untuk menentukan bobot dari kriteria yang ditentukan, yaitu dukungan terhadap hardware, layanan, update, repository, aplikasi dan komunitas serta menggunakan Fuzzy TOPSIS untuk menentukan peringkat dari alternatif distro Linux yang akan dipilih. Pada paper ini dijelaskan urutan metode eksperimen yang dilakukan untuk menentukan peringkat dari beberapa distribusi Sistem Operasi Linux yang dijadikan alternatif untuk dipilih.

Kata kunci : Fuzzy AHP, TOPSIS, Sistem Operasi, distro Linux.

1. Pendahuluan

Tuntutan untuk menggunakan software legal sekarang ini sudah menjadi keharusan yang tidak dapat dihindari lagi. Adanya Undang-undang HAKI (Hak Atas Kekayaan Intelektual) serta meningkatnya peran aparat penegak hukum dalam menegakan hukum atas pelanggaran terhadap HAKI semakin menguatkan tuntutan untuk menggunakan software yang legal. Akan tetapi, mahalnya harga software *proprietary* membuat sebagian masyarakat masih enggan untuk menggunakan software berbayar yang legal, namun beberapa masyarakat cenderung untuk memilih masih menggunakan *software* bajakan.

Sistem Operasi Linux merupakan *software* sistem operasi yang berlisensi bebas dan terbuka (*Free/open Source*), yang memungkinkan setiap orang dapat menggunakan, menyebarkan dan bahkan memodifikasinya tanpa harus melanggar HAKI. Dewasa ini Sistem Operasi Linux menjadi sistem operasi alternatif yang dipilih oleh beberapa kalangan untuk digunakan pada sistem komputer.

Kebebasan untuk merekayasa sistem operasi linux membuat sistem operasi ini cepat berkembang dan banyak pengembang yang mengembangkan sistem operasi linux yang dipaketkan dengan beberapa program aplikasi dan program pendukung lainnya yang lebih biasa disebut distributor atau

distro, dimana masing-masing distro mempunyai kelebihan-kelebihan tersendiri.

Akan tetapi, banyaknya pilihan distro yang beredar malah dapat membuat bingung bagi sebagian masyarakat ataupun institusi untuk menentukan distro linux mana yang tepat digunakan. Apalagi dengan tingkat kebutuhan dan tingkat pengetahuan yang berbeda.

Untuk itu, dibutuhkan suatu metode untuk menentukan distro linux manakah yang paling sesuai digunakan sesuai dengan tingkat kebutuhan masing-masing. Diantaranya adalah dengan menggunakan teknik pengambilan keputusan multi kriteria (seperti TOPSIS, ELECTRE, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Promethee* dan sebagainya).

Teknik Pengambilan keputusan multi kriteria berguna untuk mencari pilihan yang terbaik dari semua pilihan alternative dengan beberapa criteria yang mungkin biasanya satu dan lainnya bertentangan. Teknik AHP merupakan teknik pengambilan keputusan multi kriteria yang dibuat oleh Saaty. Meskipun AHP dapat menunjukkan pengetahuan pakar, namun tidak dapat menggambarkan pemikiran manusia, sehingga teknik *Fuzzy* AHP dikembangkan. TOPSIS merupakan metode yang dikembangkan oleh Hwang dan Yoon, teknik ini merupakan teknik untuk memilih

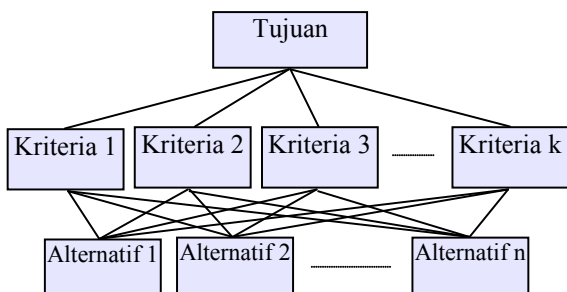
alternative terbaik dari beberapa pilihan yang paling dekat dengan solusi ideal positif dan paling jauh dari solusi ideal negative.

Fuzzy AHP dan TOPSIS dapat digunakan secara bersama-sama untuk pengambilan keputusan yang kompleks. Namun pemberian nilai secara crisp terkadang dapat membuat kebingungan dan ketidaksesuaian pada saat pemberian nilai untuk masing-masing kriteria. Pada penelitian ini, dilakukan pemilihan beberapa distro linux yang ada dengan beberapa kriteria menggunakan Fuzzy AHP dan Fuzzy TOPSIS.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dikembangkan suatu metode pengambilan keputusan dengan menggunakan Fuzzy AHP untuk menentukan bobot dari kriteria yang ditentukan dan menggunakan Fuzzy TOPSIS untuk menentukan peringkat dari alternatif yang akan dipilih,

2.1. Fuzzy AHP



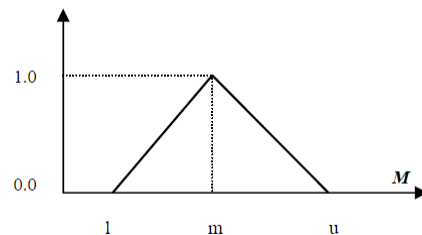
Gambar 1. Struktur hierarki permasalahan

Pada metode ini, terlebih dahulu ditentukan penilaian terhadap perbandingan dari masing-masing kriteria yang ada dengan menggunakan nilai *triangular fuzzy* yang menunjukkan perbandingan kepentingan antar kriteria, pada tabel ditunjukkan nilai perbandingan antara kriteria A dan kriteria B.

Tabel 1. Nilai variabel linguistik dengan bilangan *triangular fuzzy*

Variable linguistic	Keterangan	Nilai TF	Invers Nilai TF
SP	A dan B sama pentingnya	1 1 1	1 1 1
ALP	A agak / sedikit lebih penting dari B	1 3 5	1/5 1/3 1
LP	A lebih penting dari B	3 5 7	1/7 1/5 1/3
SLP	A sangat lebih penting dari B	5 7 9	1/9 1/7 1/5
MLP	A sangat-sangat lebih penting dari B	8 9 10	1/10 1/9 1/8

Bilangan *triangular fuzzy* pada tabel 1 dinotasikan dengan $M = \{l, m, u\}$, dimana M merupakan himpunan bilangan fuzzy yang terdiri dari l, m dan u yang masing-masing menyatakan nilai kemungkinan terkecil, nilai yang paling mendekati, dan nilai kemungkinan terbesar.



Gambar 2. Bilangan *Triangular Fuzzy*

Jika $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ menyatakan suatu himpunan objek, dan $G = \{g_1, g_2, g_3, \dots, g_n\}$ menyatakan himpunan tujuan. Jika terdapat sejumlah m kriteria yang akan digunakan untuk dianalisa, maka didapatkan $M_{gi}^1, M_{gi}^2, M_{gi}^3, \dots, M_{gi}^m$.

$i = 1, 2, \dots, n$, dimana $M_{gi}^j (j=1, 2, \dots, m)$ merupakan bilangan *triangular fuzzy*.

Langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisa lebih lanjut adalah sebagai berikut:

Langkah 1 : didefinisikan nilai *fuzzy synthetic extent* (S_i) dengan kriteria ke i dengan persamaan 1.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \tag{1}$$

untuk mendapatkan $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$, dilakukan operasi penjumlahan nilai fuzzy dari nilai m pada matriks menggunakan persamaan 2.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (2)$$

Untuk mendapatkan $\left[\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$, dilakukan operasi penjumlahan fuzzy dari nilai $M_{gi}^j (j=1, 2, \dots, n)$ dengan menggunakan persamaan 3.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right) \quad (3)$$

Kemudian dihitung invers dari vektor dalam persamaan diatas menggunakan persamaan 4.

$$\left[\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^n l_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^n m_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^n u_j} \right) \quad (4)$$

Langkah 2: menghitung derajat kemungkinan, dimana $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ dan $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ adalah dua buah bilangan *triangular fuzzy*, sehingga derajat kemungkinan $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq \tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ didapatkan dari persamaan (5) dan (6)

$$V = (\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = hgt(\tilde{M}_1 \cap \tilde{M}_2) = \mu_{\tilde{M}_2}(d) \quad (5)$$

$$= \begin{cases} 0 & , \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 1 & , \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

Langkah 3: membandingkan derajat kemungkinan antar kriteria antar bilangan *fuzzy* $M_i = (i=1,2,\dots,k)$ melalui persamaan (7).

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ dan } (M \geq M_2) \text{ dan } \dots \text{ dan } (M \geq M_k)] \quad (7)$$

$$= \min V(M \geq M_i), i=1,2,\dots,k$$

Dengan mengasumsikan $d(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ untuk $k = 1,2,\dots,k; k \neq i$. Sehingga didapatkan nilai vektor bobot pada persamaan (8).

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (8)$$

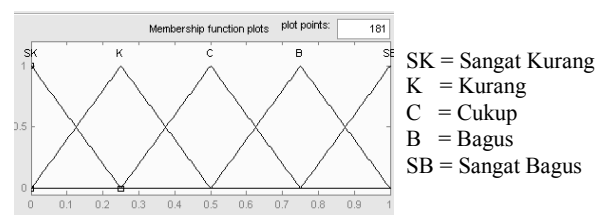
Setelah vector bobot pada persamaan (8) dinormalisasi, didapatkan vector bobot ternormalisasi yang ditunjukkan pada persamaan (9).

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (9)$$

Dimana W bukan merupakan bilangan *fuzzy*.

2.2. Fuzzy TOPSIS

Setelah didapatkan nilai bobot untuk masing-masing kriteria, kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode TOPSIS yang telah di-*fuzzy*-kan, Berbeda dengan metode TOPSIS yang langsung menentukan nilai kriteria untuk masing-masing alternatif, pada *Fuzzy TOPSIS* digunakan bilangan *triangular fuzzy* seperti pada gambar 3 untuk merepresentasikan nilai untuk setiap kriteria dari masing-masing alternatif yang akan dipilih.



Gambar 3 Bilangan Fuzzy untuk penilaian kriteria.

Setelah masing-masing kriteria pada alternatif diberi nilai, kemudian dihitung nilai *total integral* untuk setiap alternatif menggunakan persamaan (10).

$$x = I(F) = 1/2(ac + b + (1 - \alpha)a) \quad (10)$$

Dengan α adalah h derajat tingkat keoptimisan dengan nilai antara 0 sampai 1.

Setelah didapatkan nilai total integral pada setiap kriteria, dilakukan normalisasi melalui persamaan (11).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (11)$$

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan matrix bobot yang ternormalisasi melalui persamaan (12).

$$v_{ij} = W_{ij} * r_{ij} \quad (12)$$

Kemudian dihitung nilai solusi ideal positif dan nilai solusi ideal negatif menggunakan persamaan (13).

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \quad (13)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

Jarak antara alternatif dengan solusi ideal positif dihitung dengan persamaan (14).

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (14)$$

Sedangkan jarak alternatif dengan solusi ideal negatif dihitung dengan persamaan (15).

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (15)$$

Dengan membandingkan jarak dengan solusi ideal positif dan negatif, maka didapatkan nilai preferensi untuk setiap alternatif melalui persamaan (16).

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (16)$$

Nilai *CC* yang didapatkan dari persamaan (16) merupakan nilai akhir yang digunakan untuk menentukan peringkat dari beberapa alternatif yang akan dipilih dengan nilai urutan peringkat awal dimulai dari nilai *CC* yang terbesar.

3. Hasil Dan Pembahasan

Tahap pertama dalam melakukan penelitian ini adalah menentukan kriteria dari distro Linux yang akan dipilih, diantaranya adalah dukungan terhadap *hardware*, layanan, *update*, *repository*, aplikasi dan komunitas.

Untuk setiap kriteria yang digunakan, diberikan nilai *M* yang merepresentasikan perbandingan antara kriteria satu dan lainnya. Sehingga setelah dilakukan perbandingan antar semua kriteria yang ada, didapatkan suatu matriks perbandingan berpasangan seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Matrix Perbandingan Nilai Fuzzy Berpasangan

Kriteria	Dukung an h/w	Layanan	Update	Reposito ry	Aplikasi & tools	Komunitas
Dukungan h/w	1 1 1	$\frac{1}{7} \frac{1}{5} \frac{1}{3}$	1 3 5	1 3 5	1 1 1	$\frac{1}{5} \frac{1}{3} 1$
Layanan	3 5 7	1 1 1	1 1 1	1 3 5	$\frac{1}{5} \frac{1}{3} 1$	1 1 1
Update	$\frac{1}{5} \frac{1}{3} 1$	1 1 1	1 1 1	3 5 7	$\frac{1}{5} \frac{1}{3} 1$	$\frac{1}{7} \frac{1}{5} \frac{1}{3}$
Repositroy	$\frac{1}{5} \frac{1}{3} 1$	$\frac{1}{5} \frac{1}{3} 1$	$\frac{1}{7} \frac{1}{5} \frac{1}{3}$	1 1 1	$\frac{1}{7} \frac{1}{5} \frac{1}{3}$	$\frac{1}{5} \frac{1}{3} 1$
Aplikasi & tools	1 1 1	1 3 5	1 3 5	3 5 7	1 1 1	1 1 1
komunitas	1 3 5	1 1 1	3 5 7	1 3 5	1 1 1	1 1 1

Dari nilai perbandingan antar kriteria yang sudah ditentukan seperti pada tabel 2, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *fuzzy synthetic extent* (*Si*) menggunakan persamaan (1), sehingga didapatkan matriks seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Fuzzy Synthetic Extent

	<i>L</i>	<i>m</i>	<i>U</i>
Dukungan hardware	0,0509	0,1468	0,3813
Layanan	0,0844	0,195	0,4575
Update	0,065	0,1353	0,3241
Repository	0,0221	0,0413	0,1334
Aplikasi & tools	0,0938	0,2408	0,5719
Komunitas	0,0938	0,2408	0,5719

Kemudian dihitung derajat kemungkinan antar kriteria dengan menggunakan persamaan (3), sehingga didapatkan matriks *V* yang merupakan nilai derajat kemungkinan antar kriteria

Tabel 4. Nilai Derajat Kemungkinan Kriteria

Kriteria	Dukung an h/w	Layanan	Update	Reposito ry	Aplikasi & tools	Komunitas
Dukungan h/w	1	$\underline{1}$	0,3811	0,1331	1	$\underline{1}$
Layanan	0,3347	1	0,2849	0,0659	$\underline{1}$	1
Update	$\underline{1}$	1	1	0,1242	$\underline{1}$	$\underline{1}$
Repositroy	$\underline{1}$	$\underline{1}$	$\underline{1}$	1	$\underline{1}$	$\underline{1}$
Aplikasi & tools	0,2746	0,3383	0,23	0,0439	1	1
komunitas	0,2746	0,3383	0,23	0,0439	1	1

Nilai vektor bobot yang dihasilkan dari tabel 4 di atas setelah dihitung menggunakan persamaan (8) ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Bobot Masing-Masing Kriteria

Kriteria	W'
Dukungan hardware	0,1331
Layanan	0,0659
Update	0,1242
Repositroy	1
Aplikasi & tools	0,0439
Komunitas	0,0439

Setelah dinormalisasi untuk setiap kriteria, maka nilai vector bobot yang dihasilkan menjadi seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai Bobot Masing-Masing Kriteria Yang Ternormalisasi

Kriteria	W
Dukungan hardware	0,1331
Layanan	0,0659
Update	0,1242
Repositroy	1
Aplikasi & tools	0,0439
Komunitas	0,0439

Nilai vektor bobot yang dihasilkan dari metode *Fuzzy AHP* digunakan untuk melakukan perhitungan dengan metode

Fuzzy TOPSIS. Setiap kriteria dari masing-masing distro linux diberikan nilai menggunakan bilangan *triangular fuzzy*, seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Penilaian Kriteria Pada Alternatif Menggunakan Bilangan *Triangular Fuzzy*

Kriteria	Dukungan h/w	Layanan	Update	Repository	Aplikasi & tools	Komunitas
Distro						
Ubuntu	0.5 0.75 1	0.5 0.75 1	0.75 1 1	0.75 1 1	0.25 0.5 0.75	0.75 1 1
Fedora	0.5 0.75 1	0.5 0.75 1	0.75 1 1	0.75 1 1	0.5 0.75 1	0.5 0.75 1
Mandriva	0.75 1 1	0.25 0.5 0.75	0.25 0.5 0.75	0.5 0.75 1	0.75 1 1	0.25 0.5 0.75
Debian	0.5 0.75 1	0.25 0.5 0.75	0 0.25 0.5	0.5 0.75 1	0.75 1 1	0 0.25 0.5

Matriks nilai *triangular fuzzy* yang didapatkan pada tabel 7 dihitung nilai total integralnya menggunakan persamaan (10), sehingga didapatkan matriks X pada gambar 4.

$$X = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0.75 & 0.75 & 0.94 & 0.94 & 0.5 & 0.94 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0.75 & 0.75 & 0.94 & 0.94 & 0.75 & 0.75 \\ 0.94 & 0.5 & 0.5 & 0.75 & 0.94 & 0.5 \\ 0.75 & 0.5 & 0.25 & 0.75 & 0.94 & 0.25 \end{matrix} & \end{matrix}$$

Gambar 4. Nilai Total Integral

Dengan menggunakan persamaan (11) dan (12) dari matriks pada gambar 4, didapatkan matriks bobot yang ternormalisasi v pada gambar 5.

$$v = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0.0442 & 0.0275 & 0.0573 & 0.3914 & 0.0097 & 0.0220 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0.0442 & 0.0275 & 0.0573 & 0.3914 & 0.0145 & 0.0176 \\ 0.0552 & 0.0183 & 0.0306 & 0.3131 & 0.0182 & 0.0117 \\ 0.0442 & 0.0183 & 0.0153 & 0.3131 & 0.0182 & 0.0059 \end{matrix} & \end{matrix}$$

Gambar 5. Matriks Bobot Ternormalisasi.

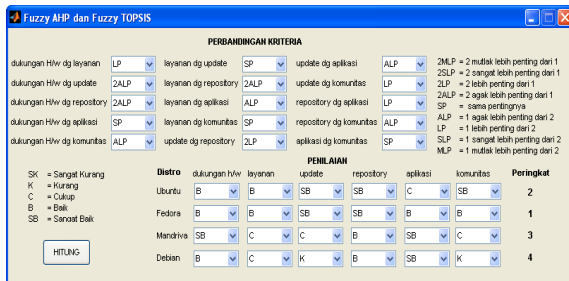
Matriks bobot ternormalisasi pada gambar 5 nilai solusi ideal positif dan nilai solusi ideal negatif menggunakan persamaan (13), kemudian jarak antara alternatif dengan solusi ideal positif dihiutng dengan persamaan (14), sedangkan jarak alternatif dengan solusi ideal negatif dihitung dengan persamaan (15). Dengan membandingkan jarak dengan solusi ideal positif dan negatif, maka didapatkan nilai preferensi untuk setiap alternatif pada tabel 8 melalui persamaan (16)

Tabel 8. Nilai Akhir Alternatif Distro Linux dan Peringkatnya.

Sistem Operasi	Cc_i	Rangking
Ubuntu	0.8670	2
Fedora	0.8789	1
Mandriva	0.2041	3
Debian	0.0849	4

Pada penelitian ini, telah dibangun sebuah program menggunakan matlab untuk menghitung peringkat beberapa alternatif distro linux menggunakan metode Fuzzy AHP dan Fuzzy TOPSIS.

Antarmuka program yang dibuat menggunakan Graphical User Interface (GUI) seperti pada gambar 6, sehingga diharapkan dapat memudahkan dalam penggunaan. Pada program tersebut diberikan form untuk memilih nilai perbandingan antara kriteria satu dengan kriteria yang lain, dan juga diberikan form untuk memilih tingkat penilain kriteria terhadap semua alternatif distro yang ada.



Gambar 6. Tampilan program untuk menentukan peringkat Distro Linux menggunakan metode Fuzzy AHP dan Fuzzy TOPSIS

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dibangun sebuah sistem untuk memilih distro linux dengan menggunakan metode Fuzzy AHP dan Fuzzy TOPSIS. Metode Fuzzy AHP digunakan untuk menentukan bobot setiap kriteria berdasarkan perbandingan antar masing-masing kriteria yang ada menggunakan bilangan Triangular Fuzzy, sedangkan metode Fuzzy TOPSIS digunakan untuk menentukan peringkat distro linux yang menjadi alternatif

berdasarkan nilai bobot yang dihasilkan dari metode Fuzzy AHP dan penilaian terhadap setiap kriteria pada masing-masing alternatif distro linux yang direpresentasikan dengan bilangan Triangular Fuzzy.

DAFTAR PUSTAKA

Balli, Serkan and Korukoğlu, Serdar. "Operating System Selection Using Fuzzy AHP and TOPSIS Methods". *Mathematical and Computational Applications*, Vol. 14, No. 2, pp. 119-130, 2009.

Chang, D.-Y., "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*.649–655, 1996.

T.L. Saaty, "The Analytic Hierarchy Process", McGraw Hill Company, New York, 1980.

Zadeh L. A., *Fuzzy sets, Information Control*, 8, 338–353, 1965.