

Perancangan dan Implementasi Perangkat Lunak Sistem Pendukung Keputusan Multi Kriteria Menggunakan Metode TOPSIS

Auliya Rahmayani, Mohammad Isa Irawan

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: mii@its.ac.id

Abstrak—Permasalahan pengambilan keputusan merupakan salah satu permasalahan yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu metode penyelesaian permasalahan tersebut adalah *Multiple-Criteria Decision Making* (MCDM). Dengan perkembangan teknologi, MCDM dapat diselesaikan dengan bantuan komputer, yaitu melalui Sistem Pendukung Keputusan (SPK). Metode TOPSIS merupakan salah satu metode penyelesaian permasalahan pengambilan keputusan multi kriteria yang didasarkan pada konsep bahwa alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif tetapi juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Dalam Tugas Akhir ini, sebuah perangkat lunak SPK multi fungsi menggunakan metode TOPSIS dibuat untuk membantu menyelesaikan berbagai masalah pengambilan keputusan dengan jumlah alternatif dan kriteria yang dinamis sesuai dengan kebutuhan masing-masing permasalahan. Berdasarkan hasil pengujian perangkat lunak, perankingan yang dilakukan perangkat lunak SPK – TOPSIS dapat dikatakan akurat sebab memberikan hasil yang sama dengan perhitungan secara manual. Dengan adanya perangkat lunak ini, mempermudah para *Decision Maker* (DM) dalam menyelesaikan berbagai permasalahan pengambilan keputusan multi kriteria dengan jumlah alternatif dan kriteria yang berbeda-beda.

Kata Kunci— MCDM, Perangkat Lunak, SPK, TOPSIS.

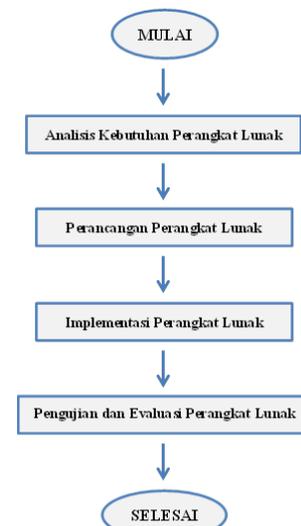
I. PENDAHULUAN

Pengambilan keputusan adalah suatu hasil dari proses penentuan pilihan diantara beberapa alternatif yang ada. Masalah pengambilan keputusan merupakan salah satu permasalahan yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan pengambilan keputusan terjadi pada berbagai lingkup. Dalam permasalahan pengambilan keputusan terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan, salah satunya adalah *Multiple-Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan. Kriteria yang dimaksud dapat berupa ukuran, aturan atau standart yang digunakan dalam pengambilan keputusan.

Dengan perkembangan teknologi saat ini, permasalahan pengambilan keputusan dapat diselesaikan dengan bantuan komputer melalui Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK dapat didefinisikan sebagai sistem informasi berbasis komputer yang menyediakan

informasi interaktif untuk pengambil keputusan selama proses pengambilan keputusan [8]. Metode TOPSIS didasarkan pada konsep bahwa alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif tetapi juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Keuntungan dari metode TOPSIS adalah : (1) metode TOPSIS merupakan salah satu metode yang simple dan konsep rasional yang mudah dipahami, (2) metode TOPSIS mampu untuk mengukur kinerja relatif dalam bentuk form matematika sederhana [9]. Metode TOPSIS telah banyak digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan.

Aplikasi-aplikasi SPK yang telah dirancang sebelumnya menyesuaikan kebutuhan suatu permasalahan dan tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan yang lain. Dengan keanekaragaman permasalahan pengambilan keputusan, diperlukan suatu SPK yang dapat menyelesaikan semua permasalahan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah perangkat lunak sistem pendukung keputusan multi kriteria dengan mengimplementasikan metode TOPSIS menggunakan bahasa pemrograman Java dan database MYSQL. Penelitian ini menggunakan model *Waterfall* dalam membangun perangkat lunak. *Waterfall* adalah sebuah model perkembangan perangkat lunak yang dilakukan secara sekuensial, dimana satu tahap dilakukan setelah tahap sebelumnya selesai dilaksanakan [10]. Adapun tahap-tahap dalam pembuatan perangkat lunak SPK – TOPSIS dinyatakan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahap pembuatan perangkat lunak.

II. PEMBAHASAN

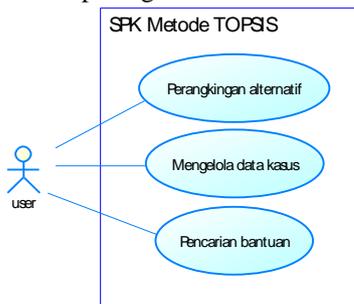
A. Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak SPK – TOPSIS

Tahap ini dilakukan dengan melakukan analisis kebutuhan perangkat lunak SPK secara umum dengan menyesuaikan prosedur metode TOPSIS dan disesuaikan dengan deskripsi umum perangkat lunak. Selain dapat menjalankan keenam fungsi yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, perangkat lunak ini harus memiliki antarmuka pengguna (interface) yang interaktif, mudah digunakan dan dipelajari dan memberi respon yang cepat, serta menyimpan data dengan aman. Kebutuhan perangkat lunak SPK – TOPSIS tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan perangkat lunak SPK - TOPSIS

Kebutuhan Fungsional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan proses perankingan alternatif 2. Mengelola data kasus 3. Melakukan proses pencarian bantuan
Kebutuhan Non Fungsional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ketersediaan perangkat lunak 2. Interface perangkat lunak bersifat interaktif 3. Memory sebagai media penyimpanan data 4. Waktu respon request dari pengguna 5. Keamanan data dan penggunaan perangkat lunak 6. Keamanan perangkat lunak

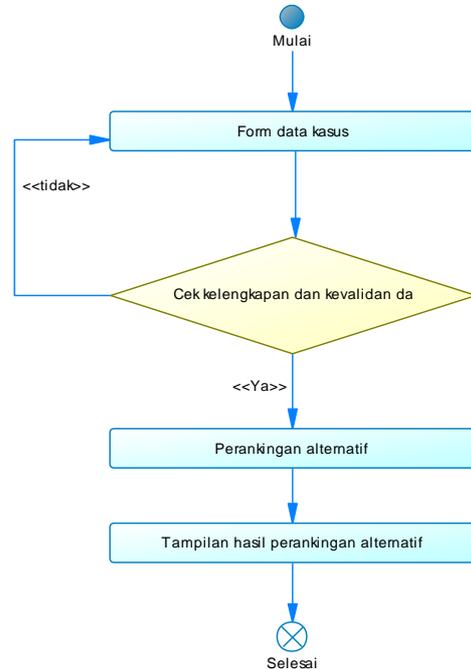
Selanjutnya, tahap perancangan yang terdiri dari pembuatan usecase diagram, activity diagram, Physical Data Model, dan desain interface. Berdasarkan kebutuhan pada Tabel 1, dapat dibuat usecase diagram seperti pada Gambar 2. Usecase diagram menggambarkan aktivitas yang dapat dilakukan user dalam menjalankan perangkat lunak SPK – TOPSIS.



Gambar 2. Usecase diagram perangkat lunak SPK – TOPSIS

Pengguna dari perangkat lunak ini disebut user. Perangkat lunak ini memerlukan penilaian subjektif yang dilakukan oleh DM yang berjumlah satu orang atau lebih. Untuk DM yang berjumlah lebih dari satu, user perlu melakukan perhitungan rata-rata penilaian DM atau menggunakan metode lain diluar aplikasi ini. DM juga dapat bertindak sebagai user.

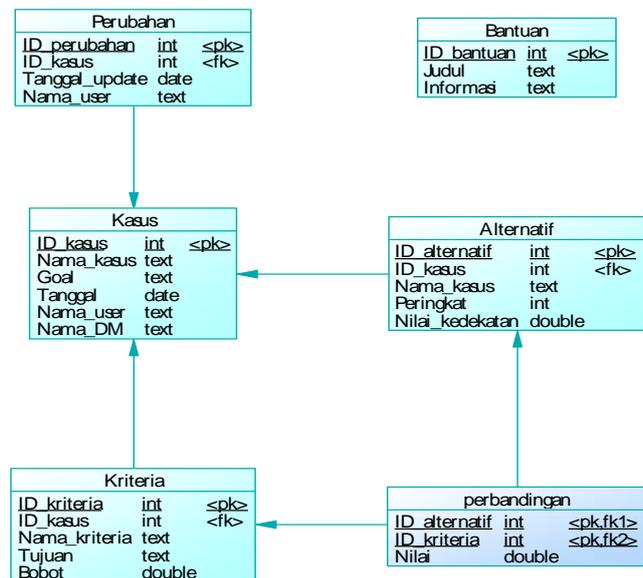
Berdasarkan Gambar 1, terdapat tiga aktifitas yang dapat dilakukan dalam perangkat lunak ini, setiap aktifitas tersebut dibuat activity diagramnya. Activity diagram menjelaskan alur user dalam menjalankan suatu aktifitas. Activity diagram untuk proses perankingan alternatif dinyatakan dalam Gambar 3. Pada proses perankingan alternatif, user akan memasukkan data kasus kemudian sistem akan melakukan pengecekan kelengkapan data. Jika data yang dimasukkan lengkap, maka sistem akan melakukan perankingan alternatif sesuai dengan prosedur metode TOPSIS. Akan tetapi, jika data yang dimasukkan tidak lengkap, maka sistem tetap menampilkan form input data kasus.



Gambar 3. Activity diagram proses perankingan alternatif

Untuk proses pengelolaan data kasus terdiri dari tiga sub proses, yaitu melihat rincian data kasus, merubah data kasus, dan menghapus data kasus. Untuk proses pengelolaan data kasus, user memilih salah satu kasus dari semua data kasus yang tersimpan database. Saat melakukan melihat data kasus, user dapat menyimpan rincian data kasus dalam bentuk file PDF. Sedangkan saat melakukan perubahan data kasus maka sistem akan melakukan perankingan ulang.

Untuk proses pencarian bantuan, user dapat menginputkan kata kunci pencarian, kemudian sistem akan melakukan pencarian. Jika sistem menemukan informasi yang dibutuhkan user, maka sistem akan memuat ulang halaman pencarian. Sebaliknya, jika sistem tidak menemukan informasi yang memuat kata kunci yang diinputkan user, maka sistem akan memunculkan kotak dialog dan tetap pada halaman sebelumnya. Dalam menjalankan fungsinya, perangkat lunak ini memerlukan basis data dengan rancangan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. PDM perangkat lunak SPK – TOPSIS

B. Implementasi Perangkat Lunak SPK – TOPSIS

Sesuai dengan hasil perancangan yang telah dilakukan, perangkat lunak SPK – TOPSIS diimplementasikan dalam bahasa pemrograman java dengan menggunakan *software* Netbeans IDE 7.3.1 dan database MySQL. Berikut kode untuk menghubungkan perangkat lunak dengan *database* :

```
public class koneksi {

    public static Connection con;

    public Connection KoneksiDB(){
        try {

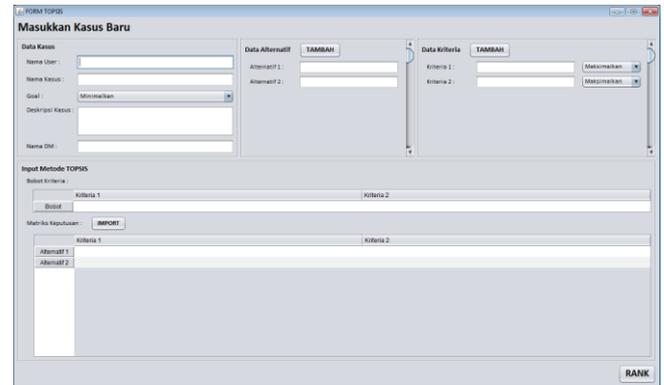
            Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");
            Connection con =
            DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://
            localhost:3306/db_topsis", "root", "");
            return con;
        }
        catch (Exception e) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null,
            "ERROR : " + e.getMessage());
            return null;
        }
    }
}
```

Gambar 5 merupakan tampilan yang pertama kali muncul saat perangkat lunak SPK – TOPSIS dijalankan. Pada halaman utama perangkat lunak terdapat tiga tombol, yaitu **NEW** yang akan membuka form data kasus yang selanjutnya menjalankan proses perankingan alternatif; **DATA** yang akan menampilkan daftar data kasus ; dan **HELP** yang akan menampilkan form pencarian bantuan.



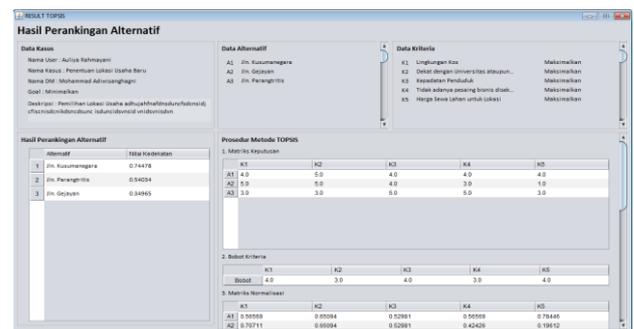
Gambar 5. Tampilan halaman utama

Form data kasus seperti pada Gambar 6 ditampilkan menekan tombol **NEW** pada halaman utama. Data-data yang dimasukkan dalam form akan digunakan dalam proses perankingan alternatif. Oleh karena itu, jika data-data dalam form belum terisi, sistem tidak akan melakukan proses perankingan alternatif dan tetap pada halaman form. Data-data tersebut terdiri dari : data kasus, data alternatif, data kriteria, dan input metode TOPSIS yaitu bobot kriteria dan matriks keputusan. Dalam memasukkan nilai dalam matriks keputusan, *user* dapat mengimport dari file dengan format *.xls. Hal tersebut dapat dilakukan setelah melengkapi data alternatif dan data kriteria. Selain itu, konten dari file yang diimport harus berupa angka, jika tidak maka proses import tidak akan berhasil.

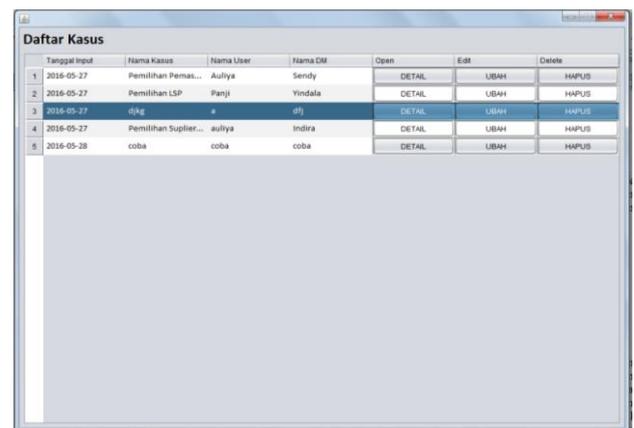


Gambar 6. Tampilan form data kasus

Jika semua data pada form data kasus telah terisi, maka sistem akan melakukan perankingan alternatif sesuai prosedur metode TOPSIS dan menampilkan hasil perankingan alternatif seperti pada Gambar 7. Sistem akan menampilkan detail perhitungan metode TOPSIS pada halaman tersebut. Selain itu, sistem juga menampilkan data kasus, data alternatif, data kriteria, dan ranking alternatif.

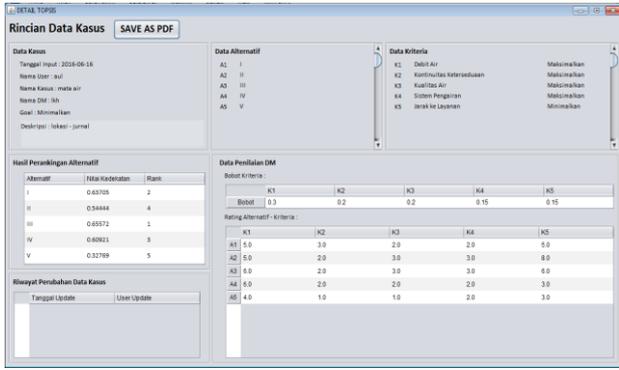


Gambar 7. Tampilan hasil perankingan alternatif



Gambar 8. Tampilan daftar kasus

Hasil implementasi desain tampilan daftar data kasus dapat dilihat dalam Gambar 8. Setiap data kasus memiliki tiga tombol, yaitu untuk melihat rincian data kasus (**DETAIL**), untuk merubah data kasus (**UBAH**), dan untuk menghapus data kasus (**HAPUS**). Ketika user melihat rincian data kasus dengan tampilan seperti pada Gambar 9 , user dapat menyimpan rincian tersebut dalam bentuk file PDF dengan menekan tombol **SAVE AS PDF** pada halaman tersebut. Kemudian, user memilih lokasi penyimpanan dan mengetikkan nama file yang akan disimpan. File PDF yang tersimpan diperangkat user seperti pada Gambar 10.



Gambar 9. Tampilan rincian data kasus

C. Pengujian Perangkat Lunak SPK – TOPSIS

Tahap pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan sistem dalam melakukan perankingan alternatif sesuai dengan prosedur metode TOPSIS. Pengujian ini dilakukan menggunakan data pada penelitian sebelumnya. Terdapat tiga studi kasus dalam pengujian perangkat lunak ini. Pertama, studi kasus pemilihan lokasi pembangunan gudang Untuk tujuan diminimalkan terdapat tiga alternatif lokasi, yaitu : $A_1 =$ Ngemplak, $A_2 =$ Kalasan, $A_4 =$ Kota Gedhe dengan lima kriteria yang diasumsikan sebagai kriria yang dimaksimalkan dan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu:

- K_1 = jarak dengan pasar terdekat (km)
- K_2 = kepadatan penduduk disekitar lokasi (orang/km²)
- K_3 = jarak dari pabrik (km)
- K_4 = jarak dengan gudang yang sudah ada (km)
- K_5 = harga tanah untuk lokasi (x1000 Rp/m²)

Dengan Matriks keputusan yang dibentuk sebagai berikut :

Rincian Data Kasus					
Nama Kasus : mata air					
Nama User : aul					
Tanggal Input : 2016-06-16					
Goal : Minimalkan					
Nama DM : lkh					
Deskripsi : lokasi - jurnal					
Data Alternatif					
No	Alternatif	Nama Alternatif			
1	A1	I			
2	A2	II			
3	A3	III			
4	A4	IV			
5	A5	V			
Data Kriteria					
No	Kriteria	Nama Kriteria	Optimasi		
1	K1	Debit Air	Maksimalkan		
2	K2	Kontinuitas Ketersediaan	Maksimalkan		
3	K3	Kualitas Air	Maksimalkan		
4	K4	Sistem Pengairan	Maksimalkan		
5	K5	Jarak ke Layanan	Minimalkan		
Data Penilaian DM					
Bobot Kriteria					
	K1	K2	K3	K4	K5
Bobot	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15
Rating Alternatif - Kriteria					
	K1	K2	K3	K4	K5
A1	5.0	3.0	2.0	2.0	5.0
A2	5.0	2.0	3.0	3.0	8.0
A3	6.0	2.0	3.0	3.0	6.0
A4	6.0	2.0	2.0	2.0	3.0
A5	4.0	1.0	1.0	2.0	3.0
Hasil Perankingan Alternatif sesuai prosedur TOPSIS					
Nama Alternatif	Nilai Kedekatan	Rank			
I	0.63705	2			
II	0.54444	4			
III	0.65572	1			
IV	0.60921	3			

Gambar 10. File PDF rincian data kasus

$$D = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 5 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 2 & 3 \\ 5 & 4 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

Sedangkan Bobot yang diberikan DM sebagai berikut :

$$W = (5, 3, 4, 4, 2)$$

Berikut ini akan dijelaskan hasil perankingan alternatif yang dilakukan sistem sesuai prosedur metode TOPSIS :

1. Matriks Normalisasi seperti pada Gambar 11 diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$R_{ij} = \frac{d_{ij}}{[\sum_{j=1}^M d_{ij}^2]^{1/2}} \quad i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, M$$

dengan R_{ij} adalah hasil normalisasi matriks keputusan D dan d_{ij} merupakan elemen matriks keputusan.

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	0.56569	0.62470	0.74536	0.72761	0.63960
A2	0.42426	0.48852	0.59628	0.48507	0.63960
A3	0.70711	0.62470	0.29814	0.48507	0.42640

Gambar 11. Hasil perhitungan matriks normalisasi

2. Matriks Normalisasi terbobot seperti pada Gambar 12 diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$V_{ij} = w_j R_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, M$$

dengan w_j merupakan bobot kriteria ke - j.

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	2.82843	1.87409	2.98142	2.91043	1.27920
A2	2.12132	1.40556	2.38514	1.94029	1.27920
A3	3.53553	1.87409	1.19257	1.94029	0.85280

Gambar 12. Hasil perhitungan matriks normalisasi terbobot

3. Solusi ideal positif dan negatif setiap kriteria seperti pada Gambar 13 diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$V_j^+ = \begin{cases} \max V_{ij}, & j \text{ adalah kriteria yang dimaksimalkan} \\ \min V_{ij}, & j \text{ adalah kriteria yang diminimalkan} \end{cases}$$

$$V_j^- = \begin{cases} \max V_{ij}, & j \text{ adalah kriteria yang diminimalkan} \\ \min V_{ij}, & j \text{ adalah kriteria yang dimaksimalkan} \end{cases}$$

	K1	K2	K3	K4	K5
Positif	3,53553	1,87409	2,98142	2,91043	1,27920
Negatif	2,12132	1,40556	1,19257	1,94029	0,85280

Gambar 13. Hasil perhitungan solusi ideal positif dan negatif

4. Jarak setiap alternatif ke solusi ideal positif dan negatif seperti pada Gambar 14 diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$S_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^M (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{0.5} \quad i = 1, 2, \dots, N$$

$$S_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^M (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{0.5} \quad i = 1, 2, \dots, N$$

	A1	A2	A3
Positif	0,70711	1,87517	2,07918
Negatif	2,24555	1,26651	1,48980

Gambar 14. Hasil perhitungan jarak alternatif ke solusi ideal

5. Nilai kedekatan setiap alternatif seperti pada Gambar 15 diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$P_i = \begin{cases} \frac{S_i^+}{S_i^+ + S_i^-}, & \text{untuk tujuan memaksimalkan} \\ \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, & \text{untuk tujuan meminimalkan} \end{cases}$$

A1	A2	A3
0,76052	0,40313	0,41743

Gambar 15. Hasil perhitungan nilai kedekatan alternatif

Selanjutnya nilai kedekatan setiap alternatif tersebut diurutkan secara menurun sehingga diperoleh hasil perankingan alternatif seperti pada Gambar 16.

Hasil Perankingan Alternatif		
	Alternatif	Nilai Kedekatan
1	Ngemplak	0,76052
2	Kota Gedhe	0,41743
3	Kalasan	0,40313

Gambar 16. Hasil perankingan alternatif oleh sistem

Berdasarkan Gambar 16 terlihat bahwa hasil perankingan secara manual maupun oleh sistem adalah sama. Dengan kata lain, perhitungan perangkat lunak SPK – TOPSIS akurat.

	Alternatif	Nilai Kedekatan
1	CV. Trisari Kumpul	0,98179
2	PT. Anugrah Binajaya Steel	0,55520
3	PT. Central Niaga Mandiri	0,18317
4	PT. Sutindo Raya Mulia	0,15538

Gambar 17. Hasil perankingan alternatif *supplier*

Kedua, studi kasus pemilihan *supplier* yang mengambil permasalahan pemilihan *supplier* yang sebelumnya telah diteliti oleh Ivan Angga Shodiqi [14]. Dalam permasalahan tersebut terdapat empat alternatif perusahaan yang dipilih berdasarkan 17 kriteria. Ivan Angga Shodiqi menyimpulkan bahwa *supplier* terbaik adalah CV. Trisari Kumpul dengan nilai kedekatan 0,982. Hasil perankingan alternatif oleh sistem yang dinyatakan pada Gambar 17. Sistem menunjukkan bahwa CV. Trisari Kumpul menjadi *supplier* terbaik. Hal ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ivan Angga Shodiqi dengan nilai kedekatan CV. Trisari Kumpul yang diperhitungkan sistem yaitu 0,98179.

Ketiga, studi kasus pemilihan pemasok terbaik di CV. BECIK JOYO. Permasalahan ini telah diselesaikan oleh Sedy Pradana Putra dalam Tugas Akhirnya yang berjudul “Pemilihan Pemasok Terbaik Dengan Metode TOPSIS Fuzzy MCDM (Studi Kasus : CV. BECIK JOYO)” [15]. Permasalahan ini menyeleksi lima perusahaan berdasarkan lima kriteria Dalam Tugas Akhirnya, Sedy menyimpulkan bahwa PT. D merupakan pemasok terbaik untuk CV. BECIK JOYO dengan nilai kedekatan 0,7193.

Hasil pengurutan nilai kedekatan oleh sistem dinyatakan pada Gambar 18. Dengan nilai kedekatan 0,71928, sistem menunjukkan bahwa PT. D merupakan pemasok terbaik yang sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sedy.

	Alternatif	Nilai Kedekatan
1	PT. D	0,71928
2	PT. B	0,59131
3	PT.C	0,55108
4	PT. E	0,46787
5	PT. A	0,13074

Gambar 18. Hasil perankingan alternatif permasalahan pemilihan pemasok terbaik

	Alternatif	Nilai Kedekatan
1	Kandidat 1	0,92897
2	Kandidat 4	0,76425
3	Kandidat 3	0,76071
4	Kandidat 2	0,60948
5	Kandidat 6	0,58364
6	Kandidat 7	0,58326
7	Kandidat 5	0,56745
8	Kandidat 9	0,50485
9	Kandidat 8	0,44066
10	Kandidat 10	0,41655

Gambar 19. Hasil perankingan alternatif kandidat promosi jabatan

Keempat, studi kasus terakhir ini menggunakan data pada Tugas Akhir yang dilakukan oleh Anindita Rucitra [16]. Dalam Tugas Akhir tersebut sepuluh kandidat karyawan pada Perusahaan X diseleksi berdasarkan delapan kriteria untuk dipromosikan. Hasil perhitungan pada Tugas Akhir tersebut menyatakan bahwa Kandidat 1 yang akan dipromosikan dengan nilai kedekatan sebesar 0,8761. Berdasarkan hasil perankingan alternatif yang dapat dilihat pada Gambar 19, kandidat karyawan yang terpilih untuk dipromosikan adalah Kandidat 1 dengan nilai kedekatan 0,92897. Hal tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan Anindita.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Perangkat lunak SPK multi kriteria menggunakan metode TOPSIS telah dirancang dan diimplementasikan dalam bahasa pemrograman java dan database MySQL.
2. Metode TOPSIS telah diimplementasikan pada perangkat lunak dan hasil perhitungan metode TOPSIS dalam perangkat lunak SPK – TOPSIS ini sama dengan hasil perhitungan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.
3. Akan tetapi, dalam perangkat lunak ini untuk kasus dengan DM yang berjumlah lebih dari satu, user perlu melakukan perhitungan rata-rata penilaian DM atau menggunakan metode lain diluar aplikasi ini. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya diharapkan pengembangan perangkat lunak ini dengan menggabungkan metode MCDM yang lain untuk proses pembobotan kriteria sehingga dapat dijadikan input pada metode TOPSIS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis S.M. mengucapkan terima kasih kepada :

1. Imam Mukhlas, S.Si, MT sebagai Ketua Jurusan Matematika FMIPA ITS.
2. Prof. Dr. Mohammad Isa Irawan, MT sebagai dosen pembimbing.
3. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan dan do'a yang tak terhingga.

4. Teman-teman Mahasiswa Matematika Angkatan 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy Multiple-Attribute Decision Making*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Adiwisanghagni, M. (2015). *Penggunaan Metode Topsis Dalam Rancangan Sistem Penunjang Keputusan Untuk Menentukan Lokasi Usaha Baru (Studi Kasus : ARENA DISC Yogyakarta)*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2015, 187-192.
- [3] Juliyanti, Irawan, M. I., & Mukhlas, I. (2011). *Pemilihan Guru Berprestasi Menggunakan Metode AHP dan TOPSIS*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, 63-68.
- [4] Zanjirchi, S. M., Dehghan, M., Dehghan, M., & Moosazade, M. (2016). *Supplier Selection Problem based on MCDM Methods*. *Global Journal of Management Studies and Researches*, 7-12.
- [5] Wardhani, I. K., Usadha, I. N., & Irawan, M. I. (2012). *Seleksi Supplier Bahan Baku dengan Metode TOPSIS Fuzzy MADM (Studi Kasus PT. Giri Sekar Kedaton, Gresik)*. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 1-6.
- [6] Jain, D., Garg, R., & Bansal, A. (2015). *A Parameterized Selection And Evaluation Of E-Learning Websites Using TOPSIS Method*. *International Journal of Research & Development in*, 12-26.
- [7] Giurca, I., Aschilean, I., Naghiu, G. S., & Badea, G. (2016). *Selecting the Technical Solutions for Thermal and Energy*. *Procedia Technology*, 789-796.
- [8] Daihani, D. U. (2001). *Komputerisasi Pengambilan Keputusan*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [9] Rao, R. V. (2007). *Decision Making in The Manufacturing Environment : using graph theory and fuzzy multiple attribute decision making methods*. London: Springer.
- [10] Mulyanto, A. R. (2008). *Rekayasa Perangkat Lunak Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [11] Hariyanto, B. (2011). *Esensi-esensi Bahasa Pemrograman Java*. Bandung: Informatika.
- [12] Wikipedia Bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas. (t.thn.). *MySQL - Wikipedia Bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. Dipetik Februari 16, 2016, dari Wikipedia Ensiklopedia Bebas: <https://id.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- [13] Nugroho, B. (2006). *Database Relational dengan MySQL*. Yogyakarta: ANDI.
- [14] Shodiqi, I. A. (2012). *“Pemilihan Supplier dengan Mengintegrasikan Cluster Analysis, ANP, dan TOPSIS serta Alokasi Order dengan Beberapa Fungsi Tujuan”*. Tesis Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [15] Putra, S. P. (2014). *“Pemilihan Pemasok Terbaik Dengan Metode TOPSIS Fuzzy MCDM (Studi Kasus : CV. BECIK JOYO)”*. Tugas Akhir Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [16] Rucitra, A. (2015). *“Penggunaan Metode Fuzzy AHP dan TOPSIS pada Promosi Jabatan (Studi Kasus : Perusahaan X)”*. Tugas Akhir Jurusan Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.