



Sistem Pendukung Keputusan Penyeleksian Proposal Dana Menggunakan Metode AHP D Numbers

Rezki Kurniati^{a*}, Farikhin^b, Bayu Surarso^c

^a Mahasiswa Magister Sistem Informasi, Universitas Diponegoro

^{bc} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Naskah Diterima : 1 Maret 2015; Diterima Publikasi : 10 April 2015

Abstract

Selection of funds proposals was done to select an eligible applicant. The Selection involves multiple assessors (decision group) to take a decision. This study used Analytic Process Hierarchy Dampster Number or known as the AHP D Numbers or D-AHP. This method can be used for decision making process of individuals and groups. In addition D-AHP also solve the problem with complete information and incomplete information. D-AHP process by considering the selection criteria and alternative assessment. Assessment by doing a comparison between the criteria. Further comparison of the alternative criteria. The end result is a ranking of the options.

Keywords : D Numbers; D-AHP; Preference relation; Proposal selection

Abstrak

Penyeleksian proposal dana dilakukan untuk memilih pemohon yang berhak mendapatkan bantuan. Penyeleksian melibatkan beberapa penilai (keputusan berkelompok) untuk mengambil keputusan. Penelitian ini menggunakan metode *Analytic Hierarchy Proses Dampster Number* atau dikenal dengan AHP D Numbers atau D-AHP. Metode ini mengatasi masalah dengan informasi yang lengkap dan informasi yang tidak lengkap. D-AHP memproses penyeleksian dengan mempertimbangkan penilaian kriteria dan alternatif. Penilaian dengan melakukan perbandingan antar kriteria. Selanjutnya perbandingan kriteria terhadap alternatif. Hasil akhirnya berupa perbandingan terhadap pilihan.

Kata Kunci : D Numbers; D-AHP; Preference relation; Penyeleksian proposal

1. Pendahuluan

Munculnya model pengambilan keputusan yang dikenal dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat membantu pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan dapat dilakukan dengan cara yang tepat, efektif, dan efisien. Faktor-faktor yang membantu dalam pembuatan pendukung keputusan bisnis yang semiterstruktur dan tak terstruktur meliputi (1) model analitis, (2) database khusus, (3) penilaian dan pandangan pembuat keputusan dan (4) proses pemodelan berbasis computer yang interaktif. Salah satu pemodelan dalam menentukan keputusan menggunakan model Logika *fuzzy* (O'brein, 2005). Logika *fuzzy* dapat memecahkan suatu permasalahan dari sesuatu yang belum terdefiniskan secara jelas berhubungan dengan jenis ketidakpastian yang telah menjadi sifat alamiah manusia.

Fuzzy Analytical Hierarchy Proses (F-AHP) merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep *fuzzy*. F-AHP menutupi

kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak. Ketidakpastian bilangan direpresentasikan dengan urutan skala. Penentuan derajat keanggotaan F-AHP menggunakan fungsi keanggotaan segitiga (*Triangular Fuzzy Number /TFN*). Beberapa penelitian menggunakan F-AHP untuk pemilihan diantaranya pendekatan *fuzzy AHP* untuk penyeleksian proses rekayasa dengan aspek kualitatif dan kuantitatif (Tan *et al.*, 2013), pemilihan layanan perusahaan *catering* menggunakan F-AHP (Kahraman *et al.*, 2004), dan pemilihan supplier di pasar elektronik menggunakan *satisficing* dan *fuzzy AHP* (Chamodrakas *et al.*, 2010).

Preferensi *Damster Numbers* (*D Numbers*) merupakan perpanjangan dari hubungan preferensi *Fuzzy* yang mewakili matrik keputusan perbandingan berpasangan oleh para ahli. *D numbers* menangani informasi yang tidak lengkap dan mungkin tidak tepat. Metode ini juga mengatasi kekurangan hubungan preferensi *fuzzy*. Metode AHP

*) Penulis korespondensi: rezki_ku@yahoo.com

diperpanjang menggunakan preferensi hubungan berbasis *D numbers* yang selanjutnya disebut *Analytical Hierarchy Proses D Numbers (D-AHP)*. Metode D-AHP yang diusulkan untuk di bawah pengambilan keputusan informasi yang tidak pasti (Deng *et al.*, 2014).

Struktur hirarkis D-AHP memiliki tiga tingkat. Tingkat pertama *decession problem*, tingkat kedua *D numbers preference relation* untuk kriteria dan *D numbers preference relation* untuk alternatif. Masalah keputusan terletak pada tingkat tujuan. Banyak kriteria, sub-kriteria dan atribut yang digunakan untuk menunjukkan berbagai aspek dari masalah keputusan, membentuk kriteria tingkat. Pada tingkat alternatif, beberapa alternatif dievaluasi sehubungan dengan kriteria tersebut. Dalam metode D-AHP, D nomor relasi preferensi yang didirikan untuk mengekspresikan penilaian ahli adalah titik kunci. Metode pada sub-bagian, bobot prioritas kriteria atau alternatif diperoleh dalam preferensi hubungan *D numbers*. Dengan mengintegrasikan bobot pada setiap tingkat, prioritas bobot alternatif untuk masalah keputusan secara keseluruhan dapat dihitung. Kemudian alternatif terbaik dipilih (Deng *et al.*, 2014).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka dikembangkan sebuah system pendukung keputusan penyeleksian proposal menggunakan metode D-AHP (Deng *et al.*, 2014). Penelitian sistem pendukung keputusan ini untuk membantu pimpinan dalam mengambil keputusan. Hasil akhir dalam penelitian ini adalah sistem pendukung keputusan untuk menyeleksi proposal.

Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem pendukung keputusan untuk membantu pengambil keputusan dalam menyeleksi proposal menggunakan metode D-AHP.

2. Kerangka Teori

2.1. Sistem Pendukung Keputusan

Munculnya model pengambilan keputusan yang dikenal dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat membantu pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan dapat dilakukan dengan cara yang tepat, efektif, dan efisien. Faktor-faktor yang membantu dalam pembuatan pendukung keputusan bisnis yang semiterstruktur dan tak terstruktur meliputi (1) model analitis, (2) database khusus, (3) penilaian dan pandangan pembuat keputusan dan (4) proses pemodelan berbasis komputer yang interaktif (O'Brien, 2008).

Sistem pendukung keputusan adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer yang digunakan suatu organisasi atau perusahaan untuk mendukung pengambilan keputusan. SPK digunakan untuk mengambil keputusan dengan data yang begitu banyak. Untuk itu SPK yang efektif adalah memanfaatkan keunggulan unsur manusia dan

perangkat elektronik. Menggunakan komputer yang terlalu banyak akan menghasilkan keputusan yang bersifat mekanis, tidak fleksibel. Sedangkan menggunakan manusia terkadang akan menghasilkan keputusan yang lamban, selain itu pemanfaatan data yan serba terbatas.

2.2. Karakteristik Sistem Pendukung Keputusan

Beberapa karakteristik SPK (Daihani, 2001) antara lain:

1. Sistem pendukung keputusan yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam memecahkan masalah yang sifatnya semi terstruktur.
2. Dalam proses pengolahannya, sistem pendukung keputusan mengkombinasikan penggunaan model-model/teknik-teknik analisis dengan teknik pemasukan data konvensional serta fungsi-fungsi pencari/integrasi informasi.
3. Sistem pendukung keputusan dirancang dengan menekankan pada aspek fleksibilitas serta kemampuan adaptasi yang tinggi.
4. Sistem pendukung keputusan, dirancang sedemikian rupa sehingga digunakan/dioperasikan dengan mudah oleh orang-orang yang tidak memiliki dasar kemampuan pengoperasian komputer yang tinggi.

2.3. AHP

Penerapan *Expert Choice* dengan model AHP menggambarkan model dari sebuah pohon terbalik. Dengan puncak pohon yang mewakili suatu tujuan tunggal dari masalah pengambilan keputusan. Titik daun menunjukkan sebuah kriteria. Ranting terletak diantara titik-titik kriteria (Turban *et al.*, 2009 dalam Tan *et al.*, 2013).

Keuntungan utama dari AHP adalah penggunaan dari perbandingan berpasangan untuk mendapatkan rasio, skala pengukuran. Skala rasio adalah alam, sarana perbandingan antara alternatif dan memungkinkan pengukuran baik berwujud dan tidak berwujud faktor (Liberatore *et al.*, 2007).

Secara umum, proses penerapan AHP dapat dibagi menjadi tiga tahap. Pertama, membentuk struktur hirarkis dengan rekursif dekomposisi masalah keputusan. Kedua, membangun matriks perbandingan berpasangan untuk menunjukkan kepentingan relatif dari alternatif. Untuk membangun $n \times n$ matrik keputusan A, harus dilakukan perbandingan berpasangan hasilnya $[n \times (n-1)]/2$. Matriks A dibangun sebagai berikut (Chen dan Chau, 2012).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Sebuah rating numerik termasuk sembilan skala peringkat disarankan, seperti yang ditunjukkan pada

tabel Ketiga, menghitung bobot prioritas alternatif sesuai dengan matriks perbandingan berpasangan dengan persamaan berikut (Deng *et al.*, 2014):

$$AW = \lambda_{max} w, w = (w_1, w_3, \dots, w_n)^T \quad (2)$$

Uji konsistensi Matrik A dengan menggunakan *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR).

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (3)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

di mana RI menunjukkan rata-rata indeks konsistensi acak

2.4. Fuzzy Preference Relation

Hubungan preferensi *fuzzy* dijelaskan oleh perbandingan berpasangan *fuzzy* dengan timbal balik aditif, yaitu $r_{ij} + r_{ji} = 1$ (Tanino, 1984).

Preference relation bisa diwakilkan oleh $n \times n$ matrik $R = [r_{ij}]_{n \times n}, \mu_r(A_i, A_j) \forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, sehingga bisa dituliskan dengan persamaan berikut (Deng *et al.*, 2014).

$$R = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (5)$$

Di mana R_{ij} memiliki tingkat *preference* alternatif A_i lebih baik dari pada A_j

$$r_{ij} = \mu_r(A_i, A_j) = \begin{cases} 0 & A_j \text{ mutlak lebih suka } A_i \\ \in (0, 0.5) & A_i \text{ lebih disukai untuk } A_j \text{ sampai tingkat tertentu;} \\ 0.5 & \text{ketidakpedulian antara } A_i \text{ dan } A_j; \\ \in (0.5, 1) & A_i \text{ lebih disukai untuk } A_j \text{ untuk beberapa derajat} \\ 1 & A_i \text{ adalah benar-benar lebih suka } A_j; \end{cases} \quad (6)$$

D numbers (Deng, 2012) merupakan informasi representasi baru, yang merupakan perluasan dari teori Dempster-Shafer. Mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada dalam teori probabilitas, teori fuzzy set, teori Dempster-Shafer. *D numbers* lebih efektif dalam menangani informasi yang tidak pasti.

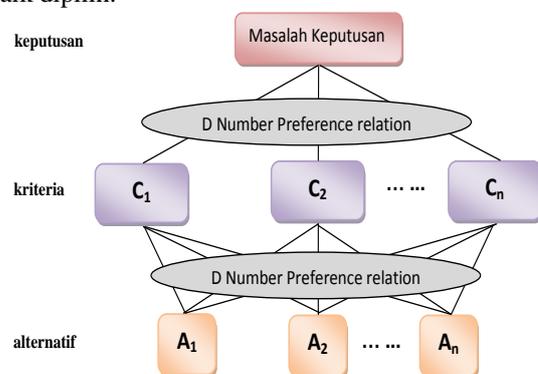
Teori bukti Dempster-Shafer (Deng, 2012) juga disebut teori Dempster-Shafer atau teori bukti, adalah digunakan untuk menangani informasi yang tidak pasti. Hal ini pertama kali diusulkan oleh Dempster dan kemudian dikembangkan oleh Shafer. Teori ini perlu kondisi lemah dari teori Bayesian probabilitas, sehingga sering dianggap sebagai perluasan dari teori Bayesian. Sebagai teori penalaran di bawah lingkungan yang tidak pasti, teori Dempster-Shafer memiliki keuntungan langsung mengungkapkan "ketidakpastian" oleh menugaskan probabilitas ke himpunan bagian dari himpunan yang terdiri dari beberapa objek, bukan untuk masing-masing objek individu. Dalam model AHP klasik, perbandingan berpasangan timbal balik matriks, yang merupakan relasi preferensi multiplikatif, adalah kunci untuk

mewakili hubungan preferensi. Namun, metode AHP klasik dikritik karena ketidakmampuan untuk mewakili dan menangani data subjektif menentu. Dalam berpasangan timbal balik matriks perbandingan, meskipun 1-9 skala yang ditunjukkan pada tabel 1 yang tepat untuk mengekspresikan hubungan preferensi, masih tidak mungkin untuk mewakili ketidakpastian, seperti ketidaktepatan dan ketidaklengkapan. Beberapa metode *fuzzy* AHP diperpanjang membantu untuk memecahkan masalah ini untuk beberapa derajat. Tapi jika informasi tersebut lengkap, maka metode AHP *fuzzy* tidak bisa memecahkannya (Deng *et al.*, 2014). Oleh karena itu, metode AHP baru diperpanjang oleh *D number preference relation* disingkat D-AHP.

Tabel 1. Peringkat numerik dalam metode AHP (Chen dan Chao, 2012).

| Skala | Keterangan |
|---------|--|
| 1 | Sama pentingnya |
| 3 | Sedikit lebih penting |
| 5 | Jelas lebih penting |
| 7 | Sangat jelas penting |
| 9 | Mutlak lebih penting |
| 2,4,6,8 | Ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan |

Struktur hirarkis D-AHP ditunjukkan pada Gambar 1 ini berisi tiga tingkat. Masalah keputusan terletak pada tingkat tujuan. Banyak kriteria, sub-kriteria dan atribut yang digunakan untuk menunjukkan berbagai aspek dari masalah keputusan, membentuk kriteria tingkat. Pada tingkat alternatif, beberapa alternatif dievaluasi sehubungan dengan kriteria tersebut. Dalam metode D-AHP, *D* nomor relasi preferensi yang didirikan untuk mengekspresikan penilaian ahli 'adalah titik kunci. Menurut diusulkan metode di atas sub-bagian, bobot prioritas kriteria atau alternatif dalam preferensi hubungan *D Numbers* dapat diperoleh. Dengan mengintegrasikan bobot pada setiap tingkat, prioritas bobot alternatif untuk masalah keputusan secara keseluruhan dapat dihitung. Kemudian alternatif terbaik dipilih.



Gambar 1. Struktur Hirarki D-AHP (Deng *et al.*, 2014)

2.5. Derajat Inconsistency dari D Matrix

Mengukur rasio konsistensi melalui perbandingan berpasangan adalah pengukuran inkonsistensi dari klasik AHP (Tanino, 1984). Sedangkan mengukur inkonsistensi pada D matrik diukur berdasarkan matrik segitiganya (Deng et al., 2014). Sehingga dapat ditulis persamaannya :

$$\sum_i^n = 1, R_p^T(i, j) \tag{7}$$

$$I.D = \frac{j < i}{n(n-1) / 2} \tag{8}$$

Di mana $R_p^T(i, j)$ adalah elemen dari R_p^T dan n adalah jumlah perbandingan objek.

2.6. Langkah-langkah Metode D-AHP

Pengolahan data dan Analisa akan dilakukan menggunakan model D-AHP. Langkah-langkah perancangan sistem menggunakan D-AHP (Deng et al., 2014):

a. Crips matrix

Mengkonversi matriks D dengan *crips* matriks dengan menggunakan representasi integrasi D number

$$R_D = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & \dots & D_{1n} \\ D_{21} & D_{22} & \dots & D_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{n1} & D_{n2} & \dots & D_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \tag{9}$$

b. Probability Matrix

Matriks probabilitas berdasarkan *crips* matriks untuk mewakili probabilitas preferensi antara alternatif berpasangan. Elemen dalam matriks dapat diasumsikan dengan R_c dilambangkan sebagai C_{ij} , dan matriks probabilitas ditunjukkan dengan R_p . $p_{ij} = p_r(A_i > A_j) \forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$. dengan aturan (Herrera et al., 2004):

$$(i) \quad ; \tag{10}$$

$$(ii) \Pr(A_i > A_j) = 0 \text{ if } C_{ij} \leq 0.5 \tag{11}$$

c. Mengurutkan alternatif menggunakan metode *triangularization*

Proses *triangularization* selalu memaksimalkan jumlah nilai di atas diagonal utama dalam matriks urutan akhir. Dalam matriks segitiga benar, semua elemen bukan nol yang terletak di atas diagonal utama. Langkah-langkahnya adalah (Deng et al., 2014).

1. Mengitung jumlah setiap baris, dan menemukan nomor baris memiliki nilai terbesar. Asumsikan nomor baris yang diperoleh adalah k .

Untuk kasus *incomplate* ($C_{ij} + C_{ji} < 1$):

$$C_{ij} + C_{ji} < 1.0; \text{ if } C_{ij} \geq 0.5, \Pr(A_i > A_j) = 1 \text{ dan } \Pr(A_j > A_i) = 0; \tag{12}$$

$$\Pr(A_j > A_i) = 1 \text{ dan } \Pr(A_i > A_j) = 0$$

$$C_{ij} + C_{ji} < 1.0; \text{ if } C_{ij} < 0.5 \text{ dan } C_{ji} < 0.5; C_{up} = 1 - (C_{ij} + C_{ji}) \tag{13}$$

$$\Pr(A_i > A_j) = 1 - \frac{(0.5 - C_{ij})}{C_{up}} \tag{14}$$

$$\Pr(A_j > A_i) = 1 - \frac{(0.5 - C_{ji})}{C_{up}} \tag{15}$$

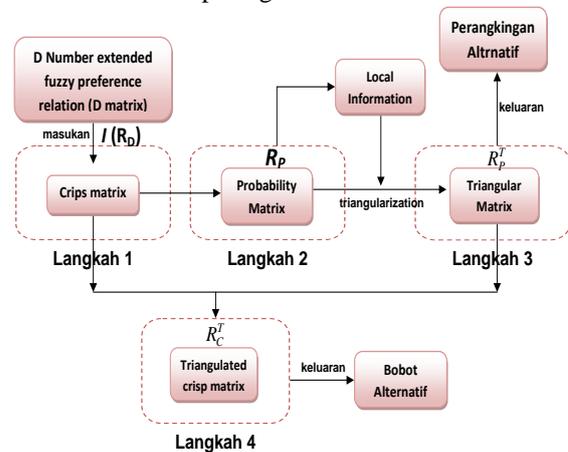
2. Hapus k baris dan k kolom matriks.
3. Ulangi (a) dan (b) sampai matriks kosong.
4. Buatlah sebuah matriks segitiga berdasarkan matriks asli dan baris yang menghapus order.
5. Menghitung bobot relatif alternatif.

Pembobotan kriteria disimbolkan dengan W , $w = (w_1, w_3, w_3)^t$

Untuk kasus *incomplate* ($C_{ij} + C_{ji} < 1$):

$$R_c^T(i, j) = R_c^T(i, j) + \frac{1 - [R_c^T(i, j) + R_c^T(j, i)]}{2} \tag{16}$$

Dari langkah-langkah metode D-AHP yang telah dijelaskan sebelumnya maka dapat dilihat bentuk *framework* D-AHP pada gambar 2



Gambar 2. *Framework* dari AHP D Numbers (Deng et al., 2014).

2.7. Azas-Azas atau Prinsip-Prinsip Pemberian Kredit

$$\Pr(A_i > A_j) = 1 \text{ if } C_{ij} \geq 0.5$$

Konsep dalam pemberian kredit dapat dirumuskan dengan beberapa prinsip. Ada prinsip-prinsip 5C (*Character* (watak/kepribadian), *Capacity* (kemampuan), *Capital* (Modal), *Condition of ekonomi* (kondisi ekonomi), dan *Collateral* (jaminan)), prinsip-prinsip 5P (*party* (golongan), *Purpose* (tujuan), *Payment* (sumber pembayaran), *Profitability* (kemampuan untuk mendapatkan keuntungan), *Protection* (perlindungan) dan prinsip-prinsip 3R (*Return* (hasil yang dicapai), *Repayment* (pembayaran kembali), *Risk bearing ability* (kemampuan untuk menanggung resiko). maksud penilaian terhadap permohonan kredit adalah pertama-tama meletakkan kepercayaan, kedua untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan dikemudian hari bila kredit ternyata diberikan dengan analisis kredit, kemungkinan pemberian kredit yang diperkirakan dihari kemudian akan mengakibatkan

kegagalan usaha debitur dan kemacetan total kreditnya (Hadiwidjaja *et al.*, 1990).

Prinsip-prinsip 5C dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Character* (watak/kepribadian) dari calon debitur harus dipertimbangkan.
2. *Capacity* (kemampuan) calon debitur dalam menjalankan usahanya.
3. *Capital* (modal) calon debitur perlu diketahui dan diteliti oleh bank (calon kreditur).
4. *Condition of economic* (kondisi ekonomi) yang menyangkut mempengaruhi, mendorong calon debitur.
5. *Collateral* yang merupakan jaminan berupa harta benda milik debitur sebagai agunan/tanggungan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua diantara prinsip 5C dan ditambah dengan aturan yang diterapkan dari tempat penelitian. Adapun factor yang mempengaruhi penyeleksian proposal adalah kelengkapan dokumen, usaha, agunan, jaminan dan rekomendasi.

3. Metodologi

3.1. Bahan dan Alat Penelitian

Pada penelitian ini bahan penelitian yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari berbagai sumber penelitian seperti data pemohon, pengajuan permohonan, kriteria dan alternatif keputusan dengan metode analisa yang digunakan yaitu D-AHP.

Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perangkat
keras berupa Laptop dengan spesifikasi processor Intel (R) Core (TM) i3, CPU M 380 @2.53GHz, Memory RAM 2GB.
2. Perangkat
lunaknya menggunakan Windows 7, web serve Apache HTTP, database MySQL dengan tools pendukung Macromedia Dreamweaver CS5 dan bahasa pemrograman PHP.

3.2. Prosedur Penelitian

Secara garis besar tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah.

Pada tahapan ini dilakukan penentuan permasalahan yang akan dianalisis. Permasalahannya adalah pengajuan proposal untuk mendapatkan pinjaman dana, menganalisis permasalahan kemudian pengumpulan data untuk menentukan layaknya sebuah proposal mendapatkan dana.

Setelah data terkumpul, kemudian dilakukan pengolahan pada tahap selanjutnya sesuai dengan konsep D-AHP. Pembentukan struktur hirarki kriteria dan sub kriteria, Penentuan bobot kriteria, sub-kriteria, dan alternatif.

2. Penentuan Kriteria dan alternatif

Data kriteria penilaian layaknya sebuah proposal menggunakan dua dari prinsip 5C *collateral* dan *character* (widodo dan Herlawati, 2011) dan tiga kriteria dari tempat penelitian. Selanjutnya alternatif keputusan untuk menentukan perangkungan pemohon.

3. Analisa kebutuhan sistem

Analisa kebutuhan sistem, pada tahapan ini melakukan perancangan kebutuhan sistem penentuan penyeleksian proposal berdasarkan data yaitu kelengkapan syarat-syarat proposal, surat permohonan, usulan kegiatan ekonomi, Rencana usaha pemanfaat (RUP), rencana angsuran, surat kuasa angsuran, surat pengantar, formulir verifikasi usulan, *ceklis* pemeriksaan kelengkapan dokumen proposal.

Alat untuk menganalisa kebutuhan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) yaitu *use case* menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem, *diagram activity* Menggambarkan proses bisnis dan urutan aktivitas dalam sebuah proses dan *diagram class* menggambarkan keadaan (attribut) suatu sistem, struktur dan deskripsi *class*, *package* dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti containment, **pewarisan, asosiasi, dan lain-lain** (Sugiarti, 2013).

4. Perancangan sistem

Pada tahapan ini Bahasa pemrograman yang digunakan untuk pendukung keputusan penyeleksian proposal yaitu pemrograman PHP dengan database MySQL. Perancangan sistem meliputi perancangan *input* meliputi pengontrolan jumlah data input, menghindari kesalahan data dan keterlambatan proses, *output* meliputi media yang digunakan pada sistem dan *user interface*. Perancangan metode untuk menyelesaikan masalah menggunakan metode D-AHP dengan langkah-langkahnya yaitu *crisp matrix*, *probability matrix*, *triangular matrix*, *triangulated crisp matrix* (Deng *et al.*, 2014).

5. Implementasi Sistem

Pada tahap ini, dilakukan pengimplementasian sistem sesuai dengan rancangan atau konsep yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Bentuk dari tahap implementasi sistem adalah pembuatan sistem pendukung keputusan penyeleksian proposal.

6. Pengujian

Tahapan ini dilakukan setelah tahapan implementasi selesai. Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap performa sistem apakah sistem dapat berjalan seperti yang diharapkan atau tidak. Jika sistem tidak berjalan sesuai seperti yang diharapkan, maka proses kembali pada tahap analisis dan perancangan sistem sehingga dapat diperbaiki kesalahan yang ada.

7. Kesimpulan dan Saran

Pembuatan laporan digunakan sebagai dokumentasi dari seluruh proses pengerjaan dalam bentuk buku tesis yang berisi penjelasan

permasalahan dan literatur, hasil perancangan sistem, hasil implementasi sistem hasil uji coba aplikasi.

3.3. Kerangka Sistem

Data yang masuk akan disimpan dalam sebuah sistem database. Untuk data permohonan akan diberikan nilai oleh para ahli diperoleh dari kesesuaian kriteria dan survey di lapangan. Data kemudian diolah menggunakan Metode D-AHP dengan empat langkah. Dari hasil proses tersebut, kemudian dicari nilai perhitungan yang memiliki nilai tertinggi.



Gambar 3. Kerangka sistem

Keluaran dari proses perhitungan menggunakan metode D-AHP ini adalah informasi tentang pemohon yang layak mendapatkan bantuan yang inputannya berasal dari kesesuaian kriteria dan hasil survei. Gambaran sistem yang dibangun dapat dilihat pada gambar.

3.4. Analisa Sistem

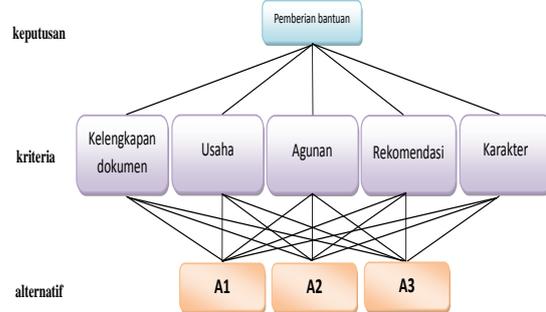
Proses analisa sistem yang dimaksud adalah menentukan kriteria sebagai bahan pertimbangan dan alternatif sebagai pilihan penyeleksian proposal pinjaman dana. Selanjutnya membuat simulasi untuk menyelesaikan masalah dalam menentukan keputusan secara manual.

Identifikasi masalah proses usulan peminjaman dana dengan cara semua permohonan yang masuk ke UEK-SP akan diproses sesuai dengan ketentuan AD & ART UEK SP. Peminjam mengajukan permohonan dalam bentuk proposal permohonan dilengkapi syarat-syarat (AD & ART UEK SP 2012), diserahkan ke petugas. Kemudian dilakukan verifikasi kelengkapan proposal, kelengkapan dinyatakan lengkap dilakukan peninjauan langsung ke lapangan. Hasil dari peninjauan akan di laporkan ke musyawarah, dan akhirnya putusan apakah permohonan akan diterima, dipertimbangkan atau ditunda.

3.5. Analisa Data

Beberapa faktor yang sangat berpengaruh dalam pengambilan keputusan yaitu dokumen, usaha, agunan, jaminan dan rekomendasi. Kelima kriteria tersebut diidentifikasi sebagai kelengkapan dokumen = C1, usaha = C2, rekomendasi = C3, jaminan = C4, dan karakter = C5. Masing-masing kriteria memiliki klasifikasi nilai sangat tidak penting, tidak penting, cukup, penting dan sangat penting. Sedangkan alternatif keputusan merupakan pilihan terhadap alternatif (melakukan perankingan).

Struktur hirarki kasus pada penelitian ini memiliki tiga tingkatan atau lapisan. Lapisan atas adalah keputusan (penyeleksian proposal), lapisan kedua kriteria (kelengkapan dokumen, usaha, agunan, rekomendasi dan karakter), dan lapisan ketiga merupakan tujuan akhir dari metode, penentuan alternatif (perankingan pilihan).



Gambar 4. Struktur hirarki kasus

Implementasi Metode D-AHP berupa matrik nilai yang diberikan oleh Penilai

$$R_D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\ 0.5 & 0.25 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (17)$$

Dari tabel penilaian tersebut penyeleksian diproses menggunakan sistem pendukung keputusan dengan metode D-AHP

1. Mengkonversi D matrix ke *crisp matrix* dengan menggunakan integrasi representasi dari D number. Penggabungan persamaan (3.1 dan 3.2)

$$R_C = I(R_D) = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.5 & 0.375 & 0.375 & 0.625 & 0.625 \\ 0.625 & 0.5 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\ 0.625 & 0.5 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\ 0.375 & 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 \\ 0.375 & 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (18)$$

2. Matriks probabilitas berdasarkan *crisp matrix* untuk mewakili probabilitas preferensi antara kriteria berpasangan (persamaan 2.5 dan 2.6).

$$R_p = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (19)$$

3. Peringkat alternatif menggunakan metode *triangularization*

- i. Hitung jumlah setiap baris, dan menemukan nomor baris yang memiliki nilai terbesar. Asumsikan nomor baris yang diperoleh adalah k.
- ii. Hapus baris k dan k kolom dari matriks.
- iii. Ulangi (a) dan (b) sampai matriks kosong.
- iv. Buatlah sebuah matriks segitiga berdasarkan matriks asli dan ketertiban menghapus baris ini.

$$R_p = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & SUM \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & \begin{matrix} 2 \\ 3 \\ 3 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \end{matrix} \quad (20)$$

Diperoleh *matrix* C3, C2, C1, C4, C5

$$R_C^T = \begin{matrix} & C_3 & C_2 & C_1 & C_4 & C_5 \\ \begin{matrix} C_3 \\ C_2 \\ C_1 \\ C_4 \\ C_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0.625 & 0.75 & 0.75 \\ 0.5 & 0.5 & 0.625 & 0.75 & 0.75 \\ 0.375 & 0.375 & 0.5 & 0.625 & 0.625 \\ 0.25 & 0.25 & 0.375 & 0.5 & 0.5 \\ 0.25 & 0.25 & 0.375 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (21)$$

Elemen diagonal utama R_C^T adalah

$$\begin{aligned} R_C^T(C_1, C_2) &= 0.5, R_C^T(C_2, C_3) = 0.625, \\ R_C^T(C_3, C_4) &= 0.625 \text{ dan } R_C^T(C_4, C_5) = 0.5 \end{aligned} \quad (22)$$

Bobot alternatif yang tepat

$$\begin{aligned} \lambda(w_1 - w_2) &= 0.5 - 0.5 \\ \lambda(w_2 - w_3) &= 0.625 - 0.5 \\ \lambda(w_3 - w_4) &= 0.625 - 0.5 \\ \lambda(w_4 - w_5) &= 0.5 - 0.5 \end{aligned} \quad (23)$$

Sehingga persyaratan yang harus terpenuhi

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda(w_1 - w_2) &= 0.5 - 0.5 \\ \lambda(w_2 - w_3) &= 0.625 - 0.5 \\ \lambda(w_3 - w_4) &= 0.625 - 0.5 \\ \lambda(w_4 - w_5) &= 0.5 - 0.5 \\ w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 &= 1 \\ \lambda &> 0 \\ w_i &\geq 0, \forall_i \in \{1, 2, 3\} \end{aligned} \right. \quad (24)$$

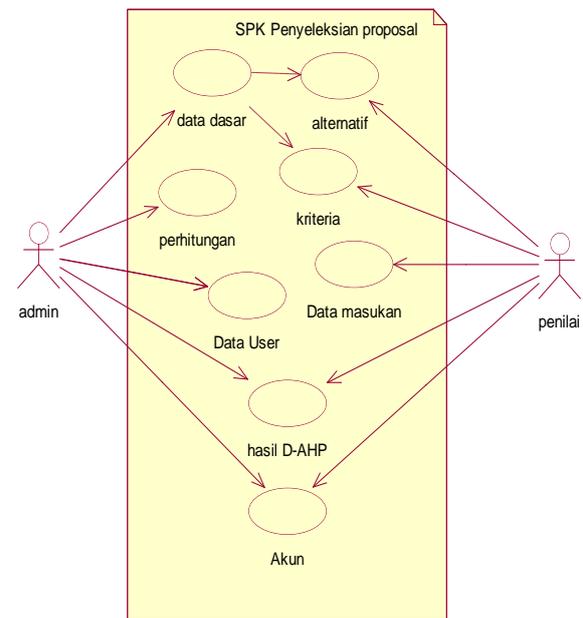
Hasil akhir yang diperoleh yang diperoleh tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Preference relation* untuk kriteria

| 0 | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | W ₀ | W ₀ (Σ=1) |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|
| C ₁ | {(0.5,1.0)} | {(0.375,1.0)} | {(0.375,1.0)} | {(0.625,1.0)} | {(0.625,1.0)} | (0.200,0.200) | 0.200 |
| C ₂ | {(0.625,1.0)} | {(0.5,1.0)} | {(0.5,1.0)} | {(0.75,1.0)} | {(0.75,1.0)} | (0.200,0.400) | 0.325 |
| C ₃ | {(0.625,1.0)} | {(0.5,1.0)} | {(0.5,1.0)} | {(0.75,1.0)} | {(0.75,1.0)} | (0.200,0.400) | 0.325 |
| C ₄ | {(0.375,1.0)} | {(0.25,1.0)} | {(0.25,1.0)} | {(0.5,1.0)} | {(0.5,1.0)} | (0.000,0.200) | 0.075 |
| C ₅ | {(0.375,1.0)} | {(0.25,1.0)} | {(0.25,1.0)} | {(0.5,1.0)} | {(0.5,1.0)} | (0.000,0.200) | 0.075 |

3.6. *Analisa Kebutuhan Fungsional*

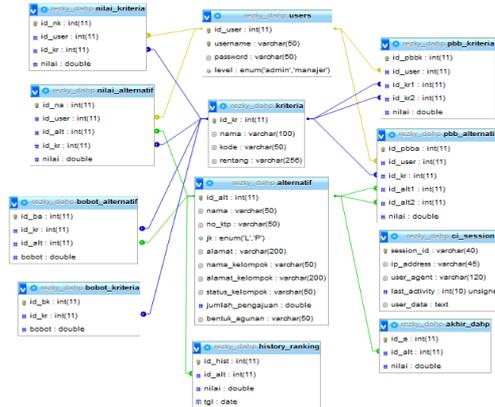
Diagram sistem penyeleksian proposal menggunakan metode D-AHP menggambarkan aktor yang terlibat ada dua. Aktor tersebut adalah Admin dan Ahli. Masing-masing aktor memiliki hak yang berbeda. Admin memiliki hak untuk menambah data dasar (manipulasi data kriteria dan alternatif). Sedangkan Ahli hanya bisa melihat data dasar. Pada untuk perhitungan, ahli memiliki hak penuh untuk memberikan penilaian, sedangkan Admin hanya bisa melihat proses perhitungan bobot dari alternatif dan kriteria. Hak manipulasi data *user* hanya dimiliki oleh Admin. Sedangkan hasil D-AHP masing-masing pengguna bisa mengaksesnya (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram *Use Case* penyeleksian proposal

3.7. *Perancangan Hubungan Antar Tabel*

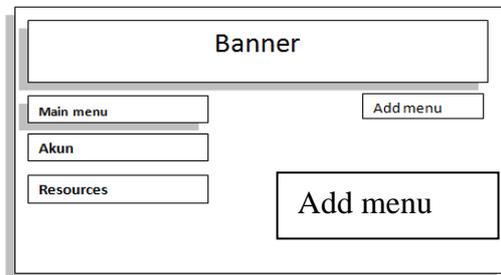
Perancangan tabel untuk penelitian ini ada dua belas tabel. Tabel itu adalah tabel nilai_kriteria, nilai_alternatif, bobot_alternatif, bobot_kriteria, user, kriteria, alternatif, history_rangking, pbb_kriteria, pbb_alternatif, akhir_dahp dan tabel ci_session (Gambar 6).



Gambar 6. Perancangan hubungan antar tabel

3.8. Perancangan Halaman Utama

Halaman utama pada web untuk masing-masing pengguna, seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman utama

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah Sistem pendukung keputusan penyeleksian pengajuan dana menggunakan metode AHP D Numbers. Dengan kriteria kelengkapan dokumen, usaha, agunan (collateral), karakter (character) dan Rekomendasi.



Gambar 8. Tampilan utama sistem

4.1 Pengujian menggunakan Black Box

Pengujian black box berusaha menemukan kesalahan yang terdapat pada fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang, kesalahan interface, kesalahan dalam struktur data atau akses database eksternal, kesalahan kinerja inisialisasi dan kesalahan terminasi.

Tabel 3. Hasil pengujian sistem black box

| Kondisi yang diujikan | Keluaran yang diharapkan | Keluaran yang diperoleh | Contoh |
|--|---|---|---|
| Mengisi data pemohon | Sistem akan menyimpan Data masukan tersebut ke dalam database tepatnya menyimpan ke tabel-tabel yang memang dirancang untuk menyimpan data tersebut | Sistem menyimpan data masukan ke tabel yang dituju dengan benar | Input pemohon |
| Hubungan antar halaman (link) | Sistem akan membuka halaman web dari link yang dituju dengan benar | Link yang dipilih langsung menuju yang dimaksudkan. | http://localhost/rek/index.php/sie/index (untuk halaman home pada admin) |
| Melakukan manipulasi data yang sudah tersimpan dalam database. | Sistem mampu melakukan perubahan manipulasi yang dimaksud. | Sistem mengubah data yang telah dilakukan manipulasi | Menghapus user, menambah data kriteria |
| Memasukan parameter transaksi, confidence dan max itemset. | Sistem mengerjakan sesuai dengan parameter yang diisikan. | Sistem yang dikembangkan dapat menampilkan data association rule IF...THEN dengan hasil sesuai parameter. | association rule IF...Then... |

4.2. Pengujian Metode

Pengujian dilakukan dengan memperlihatkan nilai keputusan yang dihasilkan sistem setelah memasukkan data pemohon, nilai kriteria dan penilaian dari para ahli. Kemudian pembuktian dilakukan untuk membuktikan bahwa nilai keputusan yang dihasilkan adalah sesuai dengan hasil analisa. Berikut pengujian yang dilakukan menggunakan sistem yang telah dibangun:

1. Perhitungan manual

Perhitungan manual menghasilkan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan secara manual

| PEMOHON | A1 | A2 | A3 | KRITERIA *A1 | KRITERIA *A2 | KRITERIA *A3 |
|----------|--------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|
| C1 | 0.3525 | 0.4667 | 0.2667 | 0.1645 | 0.0940 | 0.0940 |
| C2 | 0.2775 | 0.4467 | 0.2317 | 0.1240 | 0.0643 | 0.0893 |
| C3 | 0.1525 | 0.4917 | 0.2667 | 0.0750 | 0.0407 | 0.0369 |
| C4 | 0.1400 | 0.4833 | 0.2833 | 0.0677 | 0.0397 | 0.0327 |
| C5 | 0.0775 | 0.3083 | 0.4833 | 0.0239 | 0.0375 | 0.0161 |
| JML | | | | 0.4550 | 0.2761 | 0.2689 |
| RANGKING | | | | 1 | 2 | 3 |

2. Perhitungan menggunakan metode D-AHP

Perhitungan untuk mendapatkan nilai dengan metode D-AHP dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai D-AHP

| Kriteria | W ₀ | A1 (W ₁) * W ₀ | A2 (W ₂) * W ₀ | A3 (W ₃) * W ₀ |
|--------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Kelengkapan Dokumen (C1) | 0.3525 | 0.4667 | 0.1645 | 0.1667 |
| Usaha (C2) | 0.2775 | 0.4267 | 0.1184 | 0.1967 |
| Karakter (C3) | 0.1525 | 0.6167 | 0.0940 | 0.1667 |
| Agunan (C4) | 0.1400 | 0.5333 | 0.0747 | 0.2333 |
| Rekomendasi (C5) | 0.0775 | 0.2833 | 0.0220 | 0.5333 |
| TOTAL | | | 0.4736 | 0.2127 |

4.3. Validasi Sistem

Proses pengujian ketepatan kinerja metode terhadap contoh dengan melakukan validasi sistem. Pada penelitian ini proses validasi dilakukan dengan membandingkan hasil penyeleksian menggunakan sistem manual dengan penyeleksian menggunakan penyeleksian menggunakan metode D-AHP.

Tabel 6. Penyeleksian proposal yang sedang berlangsung

| Pemohon | Nilai Kriteria | | | | | Hasil Keputusan |
|---------|----------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | |
| A1 | memenuhi | memenuhi | memenuhi | memenuhi | memenuhi | diterima |
| A2 | memenuhi | cukup | memenuhi | memenuhi | memenuhi | diterima |
| A3 | memenuhi | memenuhi | memenuhi | memenuhi | cukup | diterima |
| A4 | memenuhi | memenuhi | cukup | memenuhi | memenuhi | diterima |
| A5 | memenuhi | cukup | memenuhi | memenuhi | memenuhi | diterima |
| A6 | memenuhi | cukup | cukup | cukup | cukup | ditunda |
| A7 | memenuhi | cukup | cukup | cukup | cukup | ditunda |
| A8 | cukup | memenuhi | cukup | memenuhi | memenuhi | dipertimbangkan |
| A9 | memenuhi | memenuhi | memenuhi | cukup | memenuhi | diterima |
| A10 | memenuhi | memenuhi | memenuhi | memenuhi | cukup | diterima |

Tabel 7. Penyeleksian proposal menggunakan metode D-AHP

| Rangking | Alternatif | Nilai |
|----------|------------|--------|
| 1 | A1 | 0.1421 |
| 2 | A5 | 0.1346 |
| 3 | A2 | 0.1346 |
| 4 | A4 | 0.1318 |
| 5 | A8 | 0.1165 |
| 6 | A9 | 0.1127 |
| 7 | A3 | 0.0908 |
| 8 | A10 | 0.0908 |
| 9 | A6 | 0.0231 |
| 10 | A7 | 0.0231 |

Validasi sistem dapat dirumuskan dengan persamaan (Sandra, 2005)

$$validasi(\%) = \left[\frac{A}{B} \right] \times 100\% \tag{25}$$

Keterangan :

A = Jumlah Pemohon dengan hasil keputusan yang sama

B = Jumlah pemohon

Sehingga diperoleh

$$validasi = \frac{9}{10} \times 100\% = 90\% \tag{26}$$

Dari perhitungan perbandingan yang dilakukan, hasil keputusan dari sistem pendukung keputusan penyeleksian proposal menggunakan metode D-AHP memiliki kesamaan hasil keputusan mencapai 90%.

4.4. Perbandingan Perhitungan AHP dengan D-AHP

Perbandingan perhitungan AHP dan D-AHP sebagai berikut:

1. Perhitungan dengan D-AHP

Tabel 4.7 Bobot dan Rangking Alternatif D-AHP

| Pemohon | A1 | A2 | A3 | Kriteria*A1 | Kriteria*A2 | Kriteria*A3 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|
| Kriteria | | | | | | |
| C1 | 0.375 | 0.567 | 0.367 | 0.2125 | 0.1375 | 0.0250 |
| C2 | 0.275 | 0.433 | 0.233 | 0.333 | 0.1192 | 0.0642 |
| C3 | 0.200 | 0.633 | 0.333 | 0.333 | 0.1267 | 0.0677 |
| C4 | 0.100 | 0.500 | 0.200 | 0.300 | 0.0500 | 0.0200 |
| C5 | 0.050 | 0.167 | 0.266 | 0.567 | 0.0083 | 0.0133 |
| JML | | | | 0.5167 | 0.2055 | 0.1817 |
| Rangking | | | | 1 | 2 | 3 |

2. Perhitungan menggunakan AHP

Tabel 4.8 Matrik Prioritas Global AHP

| | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | Total Prioritas Global | Rank |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|------|
| a1 | 0.167918 | 0.121723 | 0.062384 | 0.114131 | 0.068891 | 0.535147 | 1 |
| a2 | 0.071814 | 0.069965 | 0.050345 | 0.091837 | 0.02498 | 0.308941 | 2 |
| a3 | 0.045412 | 0.026789 | 0.040495 | 0.025843 | 0.017373 | 0.155913 | 3 |

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini menghasilkan sistem pendukung keputusan penyeleksian proposal peminjaman dana dengan metode D-AHP. Hasil Kemiripan keputusan menggunakan metode D-AHP mencapai 90% dengan sistem manual.
2. Metode D-AHP dapat digunakan untuk proses pengambilan keputusan yang bersifat perorangan maupun berkelompok. Selain itu D-AHP juga mengatasi masalah dengan informasi yang lengkap (*complete*) dan informasi tidak lengkap (*incomplete*).
3. Hasil akhir perbandingan metode D-AHP dengan AHP klasik adalah perangkingan dan pilihan alternatif yang dirangking sama.

Daftar Pustaka

AD dan ART Usaha Ekonomi Kelurahan Simpan Pinjam (UEK – SP) Bintan, 2012.

Chamodrakas, I., Batis, D. and Martakos, D., 2010. Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP, *Expert Systems with Applications*, 37, 490–498.

Chen, Y.H. and Chao, R.J., 2012. Supplier selection using consistent fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3233–3240.

Daihani. D.U., 2001, *Sistem Pendukung Keputusan*, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta.

Deng, X., Hu, Y., Deng, Y. and Mahadevan, S., 2014. Supplier selection using AHP methodology extended by D Numbers. *Expert Systems with Applications* 41, 156–167.

Deng, Y, 2012. “D Numbers: Theory and Application”. *Journal of Information & Computational Science* 9: 9, 2421-2428.

Hadiwidjaja dan Wirasasmita, R., 1990, *Analisis Kredit (dilengkapi telaah kasus)*, Pionir Jaya, Jakarta.

Herrera-Viedma, E., Herrera, F., Chiclana, F., and Luque, M., 2004. Some issues on consistency of fuzzy preference relations. *European Journal of Operational Research*, 154, 98–109.

Liberatore, M.J. and Nydick, R.L., 2008. The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 189, 194–207.

Kahraman, C., Cebecia, U. and Ruan, D., 2004. Multi-attribute comprasion of catering service

- companies using fuzzy AHP: The Case of Turkey. *International Journal of Production Economic* 87, 171-184.
- O'Brien, J.A., 2008. *Introduction to Information System : Pengantar Sistem Informasi Perspektif Bisnis dan Manajerial*, edisi 12, Penerbit Salemba Empat.
- Sandra, 2005. Aplikasi jaringan syaraf tiruan untuk pendugaan mutu mangga segar secara non-destruktif. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 6 (1). 66-72.
- Sugiarti, Y., 2013. Analisis dan Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6, Yogyakarta.
- Tan, R.R., Aviso, K.B., Huelgas, A.P. and Promentilla, M.A.B., 2013. Fuzzy AHP approach to selection problems in process engineering involving quantitative and qualitative aspects, *Process Safety and Environmental Protection* x x x (2013) xxx-xxx.
- Widodo, P.P. dan Herlawati., 2011. *Menggunakan UML (Unified Modeling Language)*, Penerbit Informatika, Bandung.