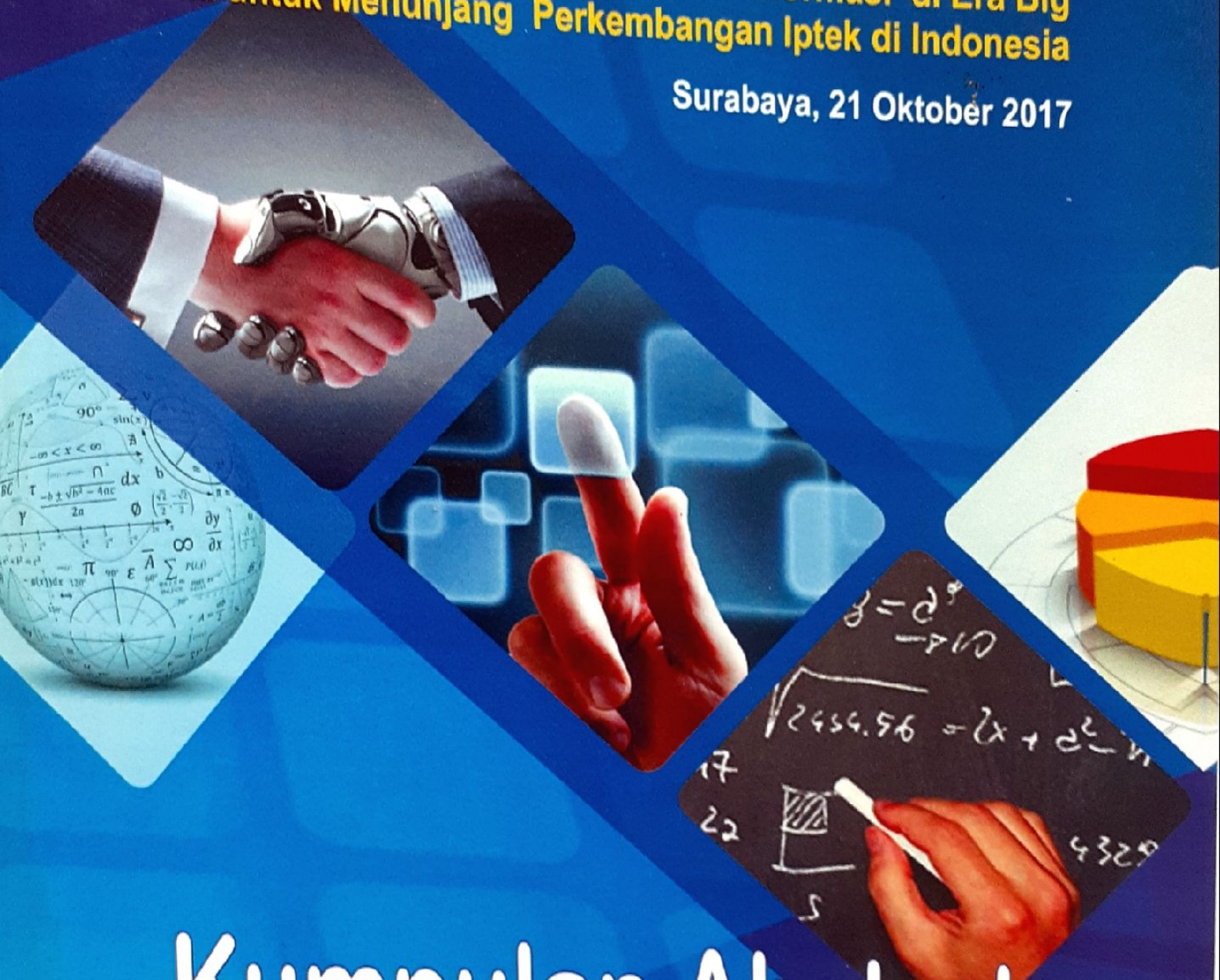
SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN APLIKASINYA

Peranan Matematika dan Sistem Informasi di Era Big Data untuk Menunjang Perkembangan Iptek di Indonesia

Surabaya, 21 Oktober 2017



Kumpulan Abstrak

SNMA 2017

DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA

SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN APLIKASINYA 2017

Pelindung	: Rektor Universitas Airlangga
Penasehat	: Dekan Fakultas Sain dan Teknologi Unair Wakil Dekan I Fakultas Sain dan Teknologi Unair Wakil Dekan II Fakultas Sain dan Teknologi Unair Wakil Dekan III Fakultas Sain dan Teknologi Unair
Penagnggung Jawab Kegiatan	: Ketua Departemen Matematika
Steering Commite	: Dr. Moh. Imam Utoyo, M.Si. Drs. Eko Tjahjono, M.Si. Dr. Miswanto, M.Si. Dr. Eridani, M.Si.
Ketua Panitia	: Dr. Fatmawati, M.Si.
Wakil Ketua I	: Dr. Nur Chamidah, M.Si.
Wakil Ketua II	: Dr. Rimuljo Hendradi, M.Si.
Sekretaris	: Eva Hariyanti, S.Si., M.T.
Bendahara I	: Ir. Dyah Herawatie, M.Si.
Bendahara II	: Siti Zahidah, S.Si., M.Si.
Sie Ilmiah	: Dr. Herry Suprajitno, M.Si. Dr. Moh. Imam Utoyo, M.Si. Dr.Windarto, M.Si. Dr. Liliek Susilowati, S.Si., M.Si. Dr. Ardi Kurniawan, M.Si. Drs. Eto Wuryanto, DEA Ira Puspitasari, M.T., Ph.D.
Sie Kesekretariatan	: Abdulloh Jaelani, M.Si Asri Bekti Pratiwi, M.Si. Purbandini, S.Si, M.Kom Marisa Rifada, S.Si., M.Si. Abdul Latif Indah Sudarwati Khoni

Sie Acara	: Dr. Liliek Susilowati, S.Si., M.Si. Armi Justitia, S.Kom, M.Kom Endah Purwati, S.Si., M.Kom. Dra. Inna Kuswandari, M.Si. Dra. Yayuk Wahyuni, M.Si.
Sie Dana	: Drs. Kartono, M.Kom. Drs. Sediono, M.Si. Abdulloh Jaelani, M.Si
Sie Proceeding	: Indra Kharisma, S.Kom, M.T. Auli Damayanti , S.Si, M.Si Indah Werdiningsih, S.Si, M.Kom Taufik, ST, MT. Azis
Sie Konsumsi	: Dra. Utami Dyah Purwati, M.Si. Ir. Elly Ana, M.Si. Dra. Rini Semiati, M.Si. Yuli Ika Wahyu Utami
Sie Website	: Drs. Edi Winarko, M.Cs. Indah Yulia P, S.T., M.T. Vega Andi Budiman
Sie Desain & Pubdok	: Taufik, ST, MT. Rahman Sinatriya, M.Sc. Sumilan
Sie Perlengkapan & Keamanan	: Drs. Eto Wuryanto, DEA M.Yusuf S, S.Si., M.Si. Drs. Suliyanto, M.Si. Kurnia Mahartanto Eko Ardianto
Sie Transportasi	: Faried Effendy, S.Si., M.Si. Barry Nuqoba, S.Si., M.Kom.

SI14 Pendekatan numerik fungsi Gamma untuk perhitungan *Levyflight* pada Algoritma *Cuckoo Search* 89
Eto Wuryanto, Dyah Herawatie, Kartono Rimuljo Hendradi

SI15 Rancang Bangun Alat Penetas Telur Ayam Kampung Otomatis Dengan Metode PID (Proportional Integral Derivative) Berbasis Energy Hybrid 91
Syafik, Koko Joni, Achmad Fiqih Ibadillah

SI16 Aplikasi SPK untuk Rekomendasi System E-Learning menggunakan Adaptive Interval Triangular Fuzzy Number 92
Yeni Kustiyahningsih, Fatmawati, Herry Suprajitno

SI17 Aplikasi Metode Hidden Markov Model pada Identifikasi Wajah Individu untuk Data Citra dan Video 93
Nurul Hidayat, Aris Tjahyanto, Alvina Khairun Nisa'

SI18 Desain Academic Business Intelligence: Studi Kasus Universitas Trunojoyo Madura 94
Wahyudi Agustiono, Wildan A Nasrullah

SI19 Pengembangan Aplikasi Manajemen Tugas Perekayasa BBTA3 95
Irwansa Zuhdi Pane, Wijaya Indra Surya

SI21 Analisis Kualitas Layanan Website Pusat Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Airlangga berdasarkan Persepsi Pengguna Menggunakan Metode WebQual 4.0 dan Importance Performance Analysis (IPA) 96
Rakeyu Tri Wahyuni, Dyah Herawatie, Army Justitia

SI22 Implementasi K-Means Clustering Untuk Pemetaan Desa Dan Kelurahan Di Kabupaten Bangkalan Berdasarkan Contraceptive Prevalence Rate Dan Tingkat Pendidikan 98
Evy Dwi Cahyati, Dyah Herawatie, Eto Wuryanto

SI23 Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Pembukaan Kantor Baru Dengan Metode Fuzzy Topsis (Studi Kasus : PT Bank Pembangunan Daerah Jawa Timur) 99
Moch Ilham Prasetya, Eto Wuryanto, Kartono

SI24 Penerapan Principal Component Analysis Dan K-Nearest Neighbor Classifier Untuk Klasifikasi Penyakit Balita 100
Damar Dananjaya, Indah Werdiningsih, Rini Semiati

APLIKASI SPK UNTUK REKOMENDASI SISTEM E-LEARNING MENGGUNAKAN ADAPTIVE INTERVAL TRIANGULAR FUZZY NUMBER

Yeni Kustiyahningsih[1], Fatmawati[2], Herry Suprajitno[3]

[1]*Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia*
[1]*S3MIPA, Departemen Matematika, FST, Universitas Airlangga*
[2]*Departemen Matematika, FST, Universitas Airlangga*
[3]*Departemen Matematika, FST, Universitas Airlangga*
[1]ykustiyahningsih@trunojoyo.ac.id,
[2]fatmawati@fst.unair.ac.id,
[3]herry-s@fst.unair.ac.id

Abstract - **Tujuan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah untuk menyediakan informasi, memberikan prediksi, dan mengarahkan kepada pengguna informasi agar dapat melakukan pengambilan keputusan dengan lebih baik. *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) adalah suatu metode SPK untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Saat ini banyak kriteria pengukuran dan penyedia layanan *e-learning*, sehingga pengguna kesulitan dalam memilih standart *e-learning* ideal yang sesuai kebutuhan. Aspek rekomendasi sistem *e-learning* yang sesuai ISO 19796-1 masih merupakan standarisasi yang generik, sehingga untuk penggunaannya harus diadaptasikan sesuai dengan keadaaan dan kebutuhan. Banyaknya preferensi dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rekomendasi sistem *e-learning* maka diperlukan metode untuk menentukan alternatif layanan yang terbaik. Metode penelitian ini adalah *Adaptive Interval Value Fuzzy Analythic Hierarchy Process* (IVFAHP) dengan perbaikan titik-titik interval pada Triangular Fuzzy Number. Kelebihan *adaptive interval* adalah representasi linguistik yang lebih efektif, flexibilitas yang tinggi dan komputasi yang efisien. Hasil penelitian ini adalah *framework* rekomendasi layanan *e-learning*. Penelitian lebih lanjut tentang *e-learning* adalah perbaikan indikator yang bersifat *adaptive personalized* untuk pemetaan kemampuan siswa, penambahan indikator *e-learning* sesuai *Standart Learning Tecnology System Architecture* (LTSA), dan indikator yang sesuai kebutuhan masing-masing *stakeholder* yang bersifat dinamis, sedangkan metode rekomendasi dapat dikembangkan dengan kosep model *Adaptive Interval Trapesium Fuzzy Number* dengan perbaikan titik-titik *interval* dan derajat keanggotaan yang berbeda untuk menghasilkan keputusan yang optimal.**

Keywords : **AIVFAHP, MCGDM, SPK, Rekomendasi, *e-learning*.**

I. PENDAHULUAN

Penerapan *e-learning* merupakan salah satu penunjang dalam mendukung sistem pembelajaran konvensional, karena peserta didik maupun pendidik tidak harus bertatap muka secara langsung serta tidak terpaku pada jam pembelajaran di kelas. E-learning banyak diimplementasikan di lembaga pendidikan seperti sekolah, lembaga *training*, dan universitas, sedangkan bidang industri seperti Cisco System, IBM, HP, dan Oracle. Pemanfaatan *e-learning* memberikan banyak pilihan bagi stakeholder dalam memilih standarisasi rekomendasi kualitas *e-learning*. ISO 19796-1 merupakan salah satu guideline untuk membangun sistem *e-learning* yang berkualitas yang terdiri dari Reference Framework for Description of Quality (RFDQ). ISO ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas sistem *e-learning* dan *roadmap* untuk membangun sistem *e-learning* yang komprehensif (Pawlowski, 2007). Beberapa standart rekomendasi e-learning berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu E-learning System Readiness Assessment (ELSRA) (Alshaher, 2013), rekomendasi kepuasan *e-learning* (nima, 2015). Penggunaan standarisasi ISO 19697-1 dalam penelitian ini bukan bertujuan untuk sertifikasi, tetapi lebih merupakan sebuah *tools* yang menyediakan keseragaman penilaian kualitas, format data agar penilaian kualitas menjadi terstandarisasi. Terdapat beberapa indikator dalam rekomendasi *e-learning* sehingga dibutuhkan suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK merupakan bagian dari sistem informasi berbasis komputer yang memberikan kemampuan pemecahan masalah dengan kondisi terstruktur maupun semi terstruktur (Turban, *et al*., 2005). SPK bertujuan untuk menyediakan informasi, memberikan rekomendasi, dan mengarahkan pengguna informasi dalam pengambilan keputusan yang lebih baik.

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Adaptive Interval Value Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (AIV-FAHP) dengan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Penggunaan *Fuzzy* dalam

penelitian ini untuk mengakomodasi sifat samar pengambilan keputusan dalam mengatasi ketidakpastian kriteria-kriteria kualitatif (Zadeh, 1965). Rekomendasi pembobotan kriteria menggunakan Pendekatan *Analytic Hierarchy Process* (AHP), karena mampu menguraikan masalah multi kriteria yang kompleks menjadi struktur hirarki sehingga menghasilkan model yang fleksibel dan mudah dipahami. AHP mempertimbangkan nilai konsistensi logis dalam penilaian, konsitensi logis ini digunakan untuk menguji persepsi penilai dan menentukan bobot optimal dalam pengambilan keputusan multi kriteria (Aggarwal & Sanjeet, 2013), (Kustiyahningsih, *et al*., 2016). A*daptive Fuzzy* memungkinkan penilai untuk menciptakan set sendiri sesuai aturan yang dibutuhkan (Sevarac, 2012). *Adaptive Fuzzy* mengoptimalkan jumlah dan posisi *Fuzzy set* sehingga menggunakan metode ini dapat meningkatkan akurasi rekomendasi (Ghavipour, 2016). *Adaptive interval* fuzzy mempunyai representasi linguistik yang lebih efektif, flexibilitas yang tinggi dan komputasi yang efisien (Gorzalczany, 1987, Kahraman, 2014). Berdasarkan uraian di atas, belum ada penelitian rekomendasi menggunakan pendekatan *AIV-FAHP* untuk rekomendasi kualitas *e-learning*. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan adaptive TFN untuk mengukur kualitas e-leaarning dan rekomendasi e-learning.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Standar Rekomendasi ISO 19796-1*

ISO 19796-1 merupakan *guideline* untuk membangun sistem *e-learning* yang berkualitas. ISO 19796-1 menyediakan *Reference Framework for Description of Quality* (RFDQ) untuk peningkatan kualitas sebuah sistem dari *e-learning* (Pawlowski, 2007; Andharini, *et al*., 2009). Standar referensi, ISO 19796-1 menunjukkan skema deskripsi dan model proses yang bisa digunakan sebagai *roadmap* untuk membagun sistem *e-learning* yang komprehensif. ISO 19796 memiliki 7 kategori, yaitu *need analysis*, *framework analisys*, *design*, *developtment*, *implementation*, *learning Process*. Penggunaan standarisasi ISO 19697-1 menyediakan keseragaman penilaian kualitas, format data dan *template* untuk proses, implementasi, dan proses perbaikan kualitas *e-learning* dalam suatu organisasi.

2.2. *Fuzzy*

Teori himpunan Fuzzy, komponen utama yang sangat berpengaruh adalah fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotan merepresentasikan derajat kedekatan suatu objek terhadap atribut tertentu. Zadeh (1965) memberikan definisi tentang himpunan Fuzzy *A* jika *X* adalah koleksi dari obyek-obyek yang dinotasikan secara umum oleh *x*, maka suatu himpunan Fuzzy *A* dalam *X* adalah suatu himpunan pasangan berurutan,

$$A = \left\{ (x, \mu_A(x)) \mid x \in X \right\}, \tag{1}$$

dengan $\mu_A(x)$ adalah derajat keanggotaan *x* yang memetakan X ke interval $[0,1]$.

2.3. *Interval-Valued Fuzzy* (IVF)

Menurut Gorzalczany, (1987); Ashtiani, *et al.,* (2009), sebuah *interval-valued fuzzy set A* di definisikan sebagai berikut :

$$A = \left\{ \left(x, \left[\mu_A^L(x), \mu_A^U(x) \right] \right) \right\}, \quad x \in X, \tag{2}$$

$$\mu_A^L, \mu_A^U : X \to [0,1] \forall x \in X, \ \mu_A^L(\mathrm{x}) \le \mu_A^U(\mathrm{x}). \tag{3}$$

Misalkan,

$$\bar{\mu}_A(x) = \left[\mu_A^L(x), \mu_A^U(x) \right], \quad x \in X, \tag{4}$$

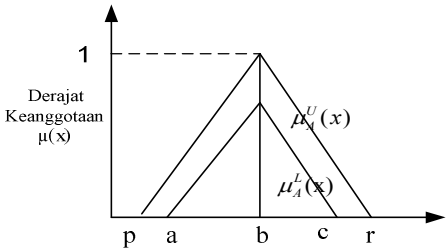
Maka *interval value fuzzy set* A dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$A = \left\{ \left(x, \bar{\mu}_A(x) \right) \right\}, \ \bar{\mu}_A : X \to [0, 1]; \ x \in X. \tag{5}$$

Berdasarkan definisi tersebut, *interval value fuzzy set A* di representasikan oleh batas atas dan bawah (*lower and upper limits*), masing-masing dari fungsi keanggotaan.

2.4. *Fungsi Keanggotaan*

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik input data ke dalam nilai keanggotaannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Adapun fungsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kurva segitiga interval atau disebut *Interval Value Triangular Fuzzy Number* (IV-TFN) diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Interval value Fuzzy set* (Fuh, 2014)

Menurut Fuh, *et al.,* (2014), fungsi keanggotaan *interval value triangular Fuzzy number* didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_A^L(x) = \begin{cases} (x-a)/(b-a); & a \le x \le b \\ (c-x)/(c-b); & b \le x \le c \\ 0; & otherwise, \end{cases} \tag{6}$$

dengan $A^L = (a,b,c), a \le b \le c.$

$$\mu_A^U(x) = \begin{cases} (x-p)/(b-p); & p \le x \le b \\ (r-x)/(r-b); & b \le x \le r \\ 0; & otherwise, \end{cases} \quad (7)$$

dengan $A^U = (p,b,r), p \le b \le r.$

2.5. *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah salah satu metode khusus dari *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) yang diperkenalkan oleh Saaty (2001). AHP sangat berguna sebagai alat dalam analisis pengambilan keputusan dan telah banyak digunakan dengan baik dalam berbagai bidang seperti evaluasi, assesment, peramalan, pemilihan karyawan, pemilihan konsep produk, dan lain-lain.

Menurut Saaty, *et al*., (2006) dan Dagdeviren, *et al*., (2009) langkah-langkah AHP adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa permasalahan riil dalam struktur hirarki atas unsur-unsur pendukungnya.
2. Membuat penilaian tentang kepentingan relatif antara dua elemen yang disajikan dalam bentuk matriks perbandingan dengan menggunakan skala prioritas. Tahapan yang dilakukan dalam penilaian terhadap elemen-elemen yang dibandingkan adalah pertama elemen mana yang lebih penting, kedua Berapa kali lebih penting suatu elemen daripada elemen lainnya. Matriks perbandingan berpasangan dapat didefinisikan sebagai matriks A^*.

$$A^* = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

dengan $a_{ij} = 1$ untuk semua $i = j$, $a_{ij} > 0$,

$a_{ij}^{-1} = \dfrac{1}{a_{ij}}$, $i,j = 1,2,...,n.$

3. Menghitung normalisasi matriks yang dinotasikan dengan W dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \dots w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} \dots w_{2n} \\ \vdots & \vdots \ddots \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} \dots w_{nn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

dengan $w_{ij} = \dfrac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}$, $j = 1,2,...,n.$

4. Menghitung matriks rata-rata yang sudah di normalisasi yang dinotasikan dengan R sebagai berikut :

$$R = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} \quad (10)$$

dengan $r_i = \dfrac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{n}$, $i = 1,2,...,n.$

5. Mengitung konsistensi matriks A^* sebagai berikut :
   - ✓ Menghitung perkalian antar matriks A^* dengan R yang dinotasikan dengan B dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$B = A^* . R = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \quad (11)$$

dengan $b_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} . r_i$, $i = 1,2,...,n.$

   - ✓ Menghitung nilai *eigen* maksimum dari matriks A^* yang di notasikan dengan λ_{maks}
   - ✓ Menghitung *Consistency Index* (CI) dengan persamaan berikut :

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} \quad (12)$$

Apabila CI bernilai nol, berarti matriks konsisten, batas ketidakkonsistensi (*inconsistency*) yang ditetapkan Saaty (2001) diukur dengan menggunakan C*onsistency Rasio* (*CR*).

   - ✓ Menghitung C*onsistency Rasio* (*CR*) dengan persamaan berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (13)$$

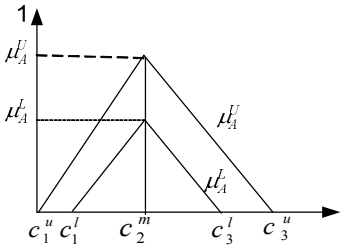
C*onsistency Rasio* (*CR*) merupakan perbandingan antara C*onsistency Index* (*CI*) dengan nilai *Random Indeks* (*RI*). Matriks perbandingan berpasangan dengan CR terkecil yang akan dijadikan *entropy* bobot pada langkah berikutnya.

III. METODE PENELITIAN

3.1. *Tahap Pemodelan*

Tahap ini merupakan tahap identifikasi masalah dengan menentukan jumlah variabel yang akan digunakan dalam penelitian. Variabel ini terdiri dari kriteria, alternatif, penilai dan

responden. Selanjutnya tahap pembuatan model pengambilan keputusan dalam *Interval value Triangular Fuzzy Number* dengan titik *middle* yang sama seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. TFN dengan titik *middle* sama

3.2. *Tahap Analisis Kebutuhan Sistem*

Analisis Kebutuhan sistem ini melakukan identifikasi sistem yang akan dibangun. Yang akan dilakukan untuk mengidentifikasi gambaran sistem baru adalah dengan melakukan pengamatan (observasi), kemudian mengidentifikasi kebutuhan perangkat lunak

3.3. Perancangan sistem

Pada tahap perancangan sistem ini dilakukan dengan membuat *Use Case Diagram seperti pada Gambar 2*, *Activity diagram*, *sequence diagram*, desain basis data (*Conceptual Data Model* / CDM dan *Physical Data Model* / PDM) dan *flowchart pada gambar Gambar 3 serta desain user interface.*

3.4. Implementasi sistem

Tahapan ini adalah membuat pemodelan dengan membangun aplikasi rekomendasi *e-learning*. Aplikasi ini terdiri dari input kriteria dari masing-masing perspektif (Gambar 4), penentuan skala tingkat kepentingan (Gambar 5), hasil bobot kriteria dan rekomendasi perbaikan terhadap *e-learning*.

3.3. Tahap Uji Coba Sistem dan analisis

Berdasarkan data hasil kuisioner, maka dilakukan uji coba yaitu dengan cara mengkombinasikan hasil penyebaran kuisioner sesuai dengan indikator atau kriteria dan pembobotan dengan AIV FAHP. Hasilnya analisis dibuat untuk menetukan rangking, pengelompokan *e-learning* dan analisa SWOT

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Diskripsi Sistem*

Sistem ini dibangun dengan menggunakan software berbasis web, memberikan kemudahan bagi admin dan penilai atau user dalam menjalankan aplikasi. Penelitian *tentang interval fuzzy* telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Gorzalczany (1987) mengenai perkiraan inferensi mengunakan *interval-valued fuzzy set*. Ashtiani (2009) mengenai model pengambilan keputusan FMCGDM berbasis *Interval Value Triangular Fuzzy Number* dengan menggunakan pendekatan *extension* fuzzy TOPSIS. Kahraman (2014) mengenai Fuzzy analytic hierarchy process dengan interval type-2 fuzzy sets . Skondras (2014), mengenai hybrid FANP dan IV FTOPSIS untuk seleksi akses jaringan. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *Interval value Fuzzy* merupakan peluasan dari *Fuzzy*, dengan nilai fungsi keanggotaan *Fuzzy* dalam bentuk *interval. Interval value Fuzzy* memberikan pemodelan yang lebih akurat, dan kinerja *rating value* lebih baik. *Interval value Fuzzy* mempunyai representasi yang lebih efektif, mempunyai flexibilitas yang tinggi, memori dan waktu yang digunakan untuk komputasi lebih efisien. Penelitian ini menggunakan *interval value triangular fuzzy number d*engan perbaikan pada titik-titik *interval fuzzy* secara *adaptive* dan agregasi pendapat dengan *Interval Value Geometric Means Agregation* (IVGMA). Metode yang dibahas dalam penelitian ini dapat diterapkan dalam masalah yang berbeda domain, dimana persepsi pengambil keputusan memiliki peran penting dalam hasil akhir.

Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah sesuai dengan standart rekomendasi ISO 19796-1. Indikator rekomendasi *e-learning* antara lain : kegunaan, konsep isi / konten, perawatan, pengujian dan evaluasi, konsep teknis, desain media dan interaksi, konsep media, komunikasi, pemeliharaan untuk tujuan pembelajaran, review kompetensi, aktivitas dan administrasi. Indikator rekomendasi dapat dilihat pada gambar 6.

4.2. *Konstruksi metode rekomendasi AIV FAHP*

Tahap yang ditempuh dalam menjalankan penelitian ini adalah mengkonstruksi model pengambilan keputusan multi kriteria dengan metode AIVFAHP.

Adapun langkah-langkah pada tahap ini adalah :

1. *Konstruksi Matrik* : model pengambilan keputusan dalam *Interval Fuzzy Triangular Number* dengan titik *middle* yang sama seperti pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1. matriks C dapat dinyatakan sebagai berikut

$$C = \begin{bmatrix} 1 & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & 1 & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ c_{31} & c_{32} & 1 & \dots & c_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & c_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$c_{ij} = (c_{1ij}^u, c_{1ij}^l, c_{2ij}^m, c_{3ij}^l, c_{3ij}^u), \quad c_{ij}^{-1} = \left(\frac{1}{c_{3ij}^u}, \frac{1}{c_{3ij}^l}, \frac{1}{c_{2ij}^m}, \frac{1}{c_{1ij}^l}, \frac{1}{c_{1ij}^u}\right), \quad (14)$$

dengan

$$\mu_A^l \le \mu_A^u, \; c_{2ij}^{ml} = c_{2ij}^{mu}, \quad c_{ij1}^l \le c_{ij2}^m \le c_{ij3}^l,$$

$$c_{ij1}^u \le c_{ij2}^m \le c_{ij3}^u$$

, $i,j = 1,2, ...,n$.

2. *Hitung Geometric Means* : Hasil penilaian k responden (*group decision*) terhadap preferensi perbandingan berpasangan dalam skala *fuzzy* menggunakan *Interval Value Geometric Means Agregation* (IVGMA) dinotasikan dengan matriks Z yang dinyatakan sebagai berikut :

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \cdots & z_{2n} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \cdots & z_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & z_{n3} \cdots & z_{nn} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Dengan $i,j = 1,2,...,n$.

$$z_{ij} = \left(\left(\prod_{k=1}^{n} c_{1ijk}^{u} \right)^{1/n}, \left(\prod_{k=1}^{n} c_{1ijk}^{l} \right)^{1/n}, \left(\prod_{k=1}^{n} c_{2ijk}^{m} \right)^{1/n}, \left(\prod_{k=1}^{n} c_{3ijk}^{l} \right)^{1/n}, \left(\prod_{k=1}^{n} c_{3ijk}^{u} \right)^{1/n} \right)$$

3. *Hitung bobot kriteria dari matriks S* : Hasil bobot kriteria matriks S dinotasikan dengan U^*. Bobot kriteria untuk *triangular fuzzy number* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$U^* = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}, \quad (16)$$

dengan $i,j = 1,2,...,$

$$u_i = \left(\frac{\prod_{j=1}^{n} (z_{1ij}^{u})^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n} z_{3ij}^{u}}, \frac{\prod_{j=1}^{n} (z_{1ij}^{l})^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n} z_{3ij}^{l}}, \frac{\prod_{j=1}^{n} (z_{2ij}^{m})^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n} z_{2ij}^{m}}, \frac{\prod_{j=1}^{n} (z_{3ij}^{l})^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n} z_{1ij}^{l}}, \frac{\prod_{j=1}^{n} (z_{3ij}^{u})^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n} z_{1ij}^{u}} \right),$$

3. *Hitung defuzzyfikasi dari* u_i : Defuzzyfikasi digunakan untuk mengubah *output* fuzzy menjadi nilai tegas / *crisp* dengan metode *Best Non Interval Fuzzy Performance* (BNIP). *BNIP* dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$BNIP_i = \frac{\alpha_1 \left[\frac{(u_{3i}^{u} - u_{1i}^{u}) + (u_{2i}^{mu} - u_{1i}^{u})}{3} + u_{1i}^{u} \right] + \alpha_2 \left[\frac{(u_{3i}^{l} - u_{1i}^{l}) + (u_{2i}^{ml} - u_{1i}^{l})}{3} + u_{1i}^{l} \right]}{2},$$

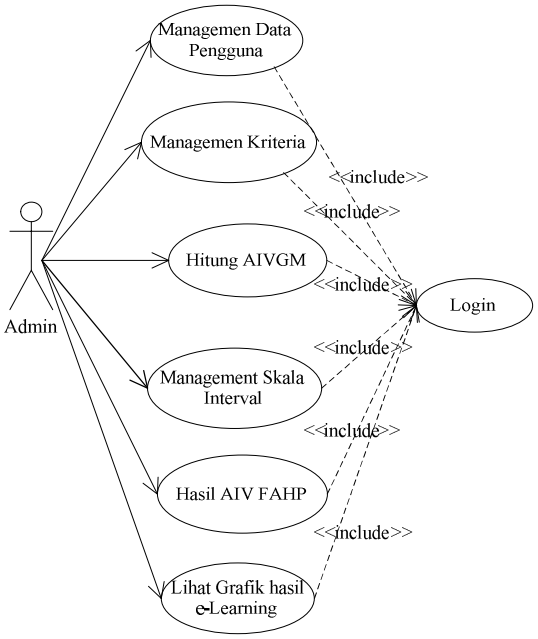
Dengan i = 1,2,...,n.

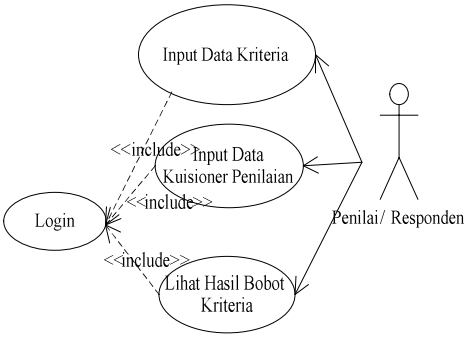
4.3. *Simulasi dan Analisa*

Tahap ini dilakukan setelah mendapatkan model matematika dari interval TFN dengan titik middle yang sama. Tahap dilakukan untuk mengetahui solusi optimal dalam pengambilan keputusan berdasarkan titik interval dan nilai ambang terkecil untuk mengetahui rekomendasi sistem e-learning.

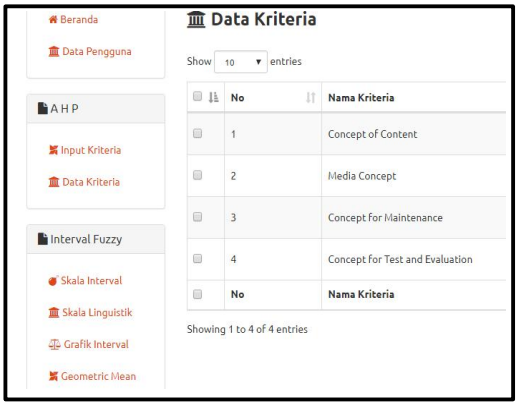
Tahapan simulasi program penelitian ini adalah

1. Melakukan kuesioner kepada beberapa ahli untuk menentukan matrik perbandingan berpasangan.
2. Menghitung konsistensi matriks berpasangan, jika rasio konsistensi (ambang batas) kurang dari 0,1 maka matriks dianggap konsisten.
3. Menentukan skala linguistik dengan titik middle yang sama. Tabel 2. Menunjukkan skala linguistik dengan titik tengah yang sama, setiap titik bisa dibuat dinamis.
4. Konversi matriks berpasangan sejajar dengan nilai interval, dinormalisasi seperti pada tabel 3. Normalisasi Bobot dalam interval.
5. Langkah selanjutnya adalah menentukan bobot indikator penilaian dengan melakukan defuzzyfikasi, pada tabel 4 adalah defuzzyfikasi dari matriks dengan titik interval yang sama.

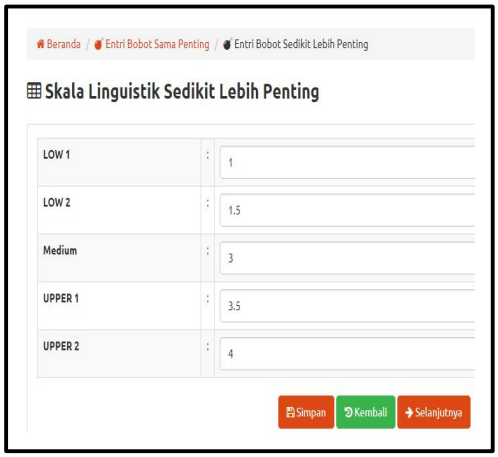




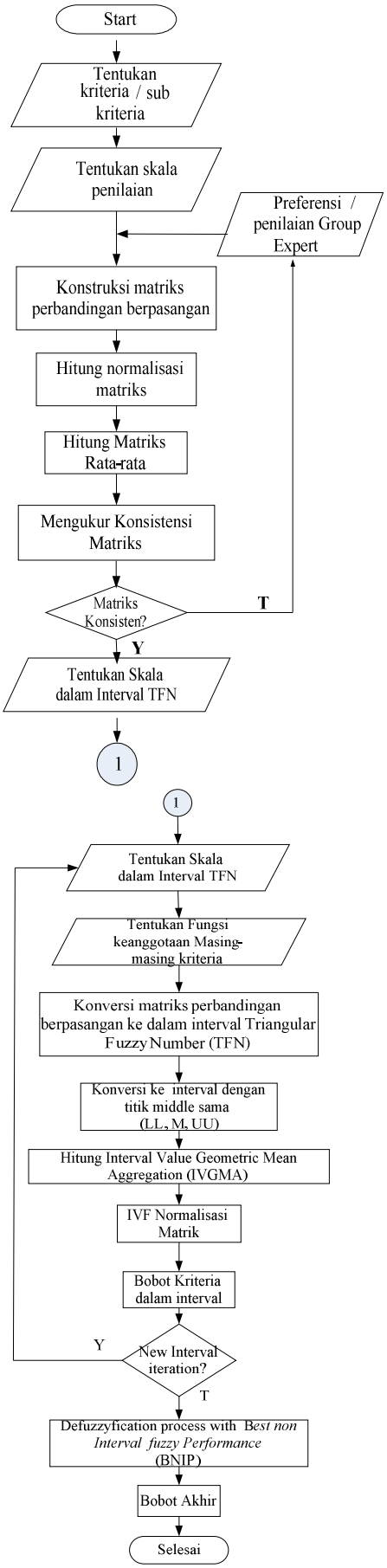
Gambar 2. *Use Case Diagram* AIVFAHP



Gambar 4. Input kriteria dari masing-masing perspektif



Gambar 5. Penentuan skala tingkat kepentingan



Gambar 3. Flowchart Diagram AIV FAHP

Tabel 1. Inikator rekomendasi *e-learning* dari konsep *design* ISO 19796-1

No	Kriteria	Sub Kriteria	Rekomendasi
1	Concept of Content	Kuantitas materi pembelajaran	Jumlah materi pembelajaran tiap mata kuliah harus sesuai dengan SAP-minimal 85% dari jumlah pengetahuan keseluruhan
		Kualitas akurasi materi pembelajaran	Sistem e-learning menyediakan fitur referensi utama dan referensi pendukung untuk tiap materi pembelajaran
2	Concept for media and interaction desain	Terdapat fasilitas untuk melakukan komunikasi dan interaksi	E-learning ini seharusnya menampilkan (lebih dari satu) fasilitas interaksi dan komunikasi (diskusi/chat, forum diskusi, personal message, newsgroup, dan lain sebagainya).
		Terdapat fasilitas pencarian	Dalam e-learning ini harus terdapat fsilitas pencarian / searching semua informasi yang berkaitan dengan pembelajaran
		Terdapat fasilitas download materi	Semua materi pembelajaran harus dilengkap dengan download materi
3	Concept for maintenance	Terdapat fitur untuk mengetahui skenario pembelajaran pada periode sebelumnya.	e-learning harus menyimpan skenario pembelajaran pada periode sebelumnya (Track Record Pembelajaran)
4	Concepts for Test and evaluation	Terdapat fasilitas evaluasi hasil pembelajaran	Sistem e-learning harus menyediakan fasilitas latihan soal untuk mengevaluasi materi pembelajaran.

Table 2. Skala Linguistik dengan titik interval

Skala Numerik	Skala IV-TFN	Variabel Linguistik
1	[(1,1), 1,(1,1)]	Sama Penting
3	[(1, 1.6) 3 (3.6, 4)]	Sedikit Lebih Penting
5	[(3, 3.5) 5 (5.5, 6)]	Lebih Penting
7	[(5, 5.5) 7 (8, 8.5)]	Lebih Penting sekali
9	[(7, 7.5) 9 (9.5, 10)]	Paling Penting

Table 3. Normalisasi Bobot Kriteria

No	Kriteria	U 1	L 1	M	L 2	U 2
1	Concept of Content	0.04	0.05	0.07	0.15	0.22
2	Media Concept	0.06	0.08	0.13	0.24	0.35
3	Concept for Maintenance	0.11	0.15	0.26	0.46	0.64
4	Concept for Test and Evaluation	0.23	0.31	0.54	0.82	1.07

Table 4. Defuzzyfikasi

No	Kriteria	Batas Bawah	Batas Atas	Defuzzyfikasi
1	Concept of Content	0.06478	0.09354	0.07916
2	Media Concept	0.1082	0.15181	0.13001
3	Concept for Maintenance	0.20316	0.27884	0.241
4	Concept for Test and Evaluation	0.39731	0.51521	0.45626

Berdasarkan simulasi ujicoba pada tabel 4. Defuzzyfikasi, maka bobot yang paling rendah adalah concept of content, sehingga rekomendasi dari sistem adalah perbaikan untuk kuantitas materi pembelajaran dan kualitas akurasi materi pembelajaran.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil defuzzyfikasi dari masing-masing titik interval dengan *adaptive interval fuzzy* menghasilkan rentang nilai yang lebih kecil antara kriteria satu dengan kriteria lainnya. Oleh karena itu penulis menyimpulkan bahwa *adaptive interval fuzzy* memiliki akurasi yang lebih baik dari pada fuzzy biasa. Kelebihan dari metode *adaptive* adalah kebebasan dalam menentukan titik *interval* untuk batas bawah dan batas atas, sehingga berdasarkan iterasi skala *interv*al dapat ditentukan hasil yang paling optimal.

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan standart pengukuran *e-learning* dengan metode *Learning Technology System Architecture* (LTSA) dan fungsi keanggotaan trapesium dengan perbaikan pada titik intervalnya.

Daftar Pustaka

Aggarwal, R. & Sanjeet, S., 2013. AHP and Extent Fuzzy AHP Approach for Prioritization of

Performance Measurement Attributes. *International sciences index,* 7(1).

Adil B, İlker G, 2017, Development of an interval type-2 fuzzy sets based hierarchical MADM model by combining DEMATEL and OPSIS*, Expert Systems With Applications.*

Alshaher A. A., 2013. The Mckinsey 7s Model Framework for E-Learning System Readiness Assessment. *International Journal Of Advances In Engineering & Technology,* Vol. 6, Issue 5, pp. 1948-1966.

Cahyani D. C., Siahaan D., Sarwosri., 2010. Penggunaan Analytical Hierrachy Process Dalam Penilaian Kualitas Sistem E-Learning Berbasis Iso 19796-1, Vol. 5, No. 4, ISSN 0216 - 0544 238

Dagdeviren, M., Yavuz, S. & Kilinc, N., 2009. Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under Fuzzy environment. *Expert System with Applications,* Volume 36, pp. 8143-8151.

Fuh, C.-F., Jea, R. & Su, J.-S., 2014. Fuzzy system reliability analysis based on level (k,1) interval-valued fuzzy numbers. *Information Sciences,* Volume 272, p. 185–197.

Ghavipour , M. & Meybodi, M. R., 2016. An adaptive fuzzy recommender system based on learning automata. *Electronic Commerce Research and Applications ,* Volume 20 , p. 105–115.

Gorzalczany, M., 1987. A method of inference in approximate reasoning based on interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems,* Volume 21, pp. 1-17.

Kustiyahningsih, Y., Rahmanita, E. & Purnama, J., 2016. Integration Balanced Scorecard and Fuzzy Analytic Network Process (FANP) for Measuring Performance of Small Medium Enterprise (SME). *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT),* 94(2), pp. 343-352.

Kahraman , C., Uçal Sar, I., Ostaysi, B. & Turanoglu, E., 2014. Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets. *Knowledge-Based Systems,* Volume 59, pp. 48-57.

Navimipour, J. & Zareie, B., 2015. A model for assessing the impact of e-learning systems on employees'satisfaction. *Computers in Human Behavior,* Volume 53, p. 475–485.

Pawlowski, J., 2007. The Quality Adaptation Model: Adaptation and Adoption of the Quality Standard ISO/IEC 19796-1 for Learning, Education, and Training. *Educational Technology & Society,* 10(2), pp. 3-16.

Saaty, T., 2001. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory. *2nd Edition, RWS Publications, Pittsburgh.*

Saaty, T. & Vargas, , L., 2006. Decision Making With The Analytic Network Process. *Springer, United States of America..*

Sevarac, Z., Devedzic, V. & Jovanovic, J., 2012. Adaptive neuro-Fuzzy pedagogical recommender. *Expert Systems with Applications,* Volume 39 , p. 9797–9806.

Turban, E., Aronson, J. & Liang, T., 2005. Decision support systems and intelligent system (7th Edition). *Prentice Hall, New Jersey.*

Zadeh, L., 1965. Fuzzy sets, Information and Control. 8(3), p. 338–353..

Skondras, E., Sgora, A. & M, A., 2014. An ANP and Trapezoidal Iinterval Value Fuzzy Technique for order preference by similarity to ideal solution Networ access selection method. *Int. J. Commun. Syst,* pp. 1-20 DOI: 10.1002/dac.

UNIVERSITAS AIRLANGGA
Excellence with Morality

SNMA 2017

Sertifikat

SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN APLIKASINYA

Diberikan Kepada:

Yeni Kustiyahningsih

Sebagai

Pemakalah

Diselenggarakan oleh
Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Sabtu, 21 Oktober 2017

Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi,

Prof. Win Darmanto, M.Si., Ph.D.
NIP. 19610616 198701 1 001

Ketua Panitia,

Dr. Fatmawati, M.Si.
NIP. 19730704 199802 2 001