UKURAN ENTROPI DAN UKURAN KESAMAAN HIMPUNAN KABUR INTUISIONISTIK BERNILAI INTERVAL

HAFIZAH RAMADHANI, YANITA

*Jurusan Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia.
email : hafizahramadhan96@gmail.com*

Abstrak. Dalam kehidupan tidak semua masalah dapat dinilai salah atau benarnya, karena ada berbagai jenis masalah yang mengandung unsur ketidakpastian. L.A. Zadeh memperkenalkan teori himpunan kabur (*fuzzy set*) yang dapat menjadi alternatif yang lebih baik dalam mencari solusi permasalahan yang mengandung ketidakpastian. Kemudian banyak bentuk umum dari himpunan kabur (*fuzzy set/FS*) yang diusulkan dan dikembangkan, diantaranya ada himpunan kabur intuisionistik (*Intuitionistic Fuzzy Sets/IFS*), himpunan kabur bernilai interval (*Interval Valued Fuzzy Sets/IVFS*), dan himpunan kabur intuisionistik bernilai interval (*Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Sets/IVIFS*). Dalam teori himpunan kabur ada dua topik yang telah diteliti oleh banyak peneliti dari berbagai sudut pandang, yaitu ukuran entropi dan ukuran kesamaan himpunan kabur intuisionistik (*IFS*). Pada tulisan ini akan dibahas mengenai hubungan ukuran entropi dan ukuran kesamaan himpunan kabur intuisionistik bernilai interval (*IVIFS*).

Kata Kunci: Himpunan kabur, himpunan kabur intuisionistik, himpunan kabur bernilai interval, himpunan kabur intuisionistik bernilai interval, ukuran entropi, ukuran kesamaan

1. Pendahuluan

Teori himpunan kabur (*fuzzy set*) telah diperkenalkan oleh Dr. Lotfi A. Zadeh [13] pada tahun 1965, dimana teori ini dapat menjadi alternatif yang lebih baik dalam mencari solusi permasalahan yang mengandung ketidakpastian. Kemudian Dalam teori himpunan kabur ada dua topik yang telah diteliti oleh banyak peneliti dari berbagai sudut pandang, yaitu ukuran entropi dan ukuran kesamaan himpunan kabur intuisionistik (*IFS*). Ukuran entropi *IFS* digunakan untuk memperkirakan tingkat kekaburan suatu *IFS*, sehingga banyak peneliti mengusulkan beberapa formula ukuran entropi *IFS* [4] [9] [3] tetapi menghasilkan nilai ukuran entropi yang sama. Kemudian ukuran kesamaan *IFS* digunakan untuk memperkirakan tingkat kesamaan antara dua *IFS*.

Dalam beberapa penelitian menunjukkan terdapat hubungan antara ukuran entropi dan ukuran kesamaan *IFS*. Szmidt dan Kacprzyk [8] menunjukkan hubungan antara ukuran entropi dan ukuran kesamaan *IFS*. Dengan demikian, penting untuk mempelajari hubungan ukuran entropi dan ukuran kesamaan *IVIFS*, karena belum banyak penelitian yang dilakukan [12]. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan

dikaji kembali apa yang dibahas pada [12] yaitu teori tentang ukuran entropi dan ukuran kesamaan himpunan kabur intuisisionistik bernilai interval (IVIFS).

2. Landasan Teori

2.1. Himpunan Kabur Intuitionistik

Definisi 2.1. [1] Misalkan X adalah suatu himpunan semesta. Suatu himpunan kabur intuisisionistik (IFS) A atas X didefinisikan sebagai

$$A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) | x \in X\}, \quad (2.1)$$

dimana $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$ dan $\nu_A : X \rightarrow [0, 1]$, sehingga $\mu_A(x)$ disebut derajat keanggotaan atas $x \in X$ pada himpunan A dan $\nu_A(x)$ disebut derajat ketidakanggotaan atas $x \in X$ pada himpunan A , dan untuk setiap $x \in X$ harus memenuhi $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$.

Selanjutnya Atanassov [1] juga menjelaskan bahwa jika dimisalkan

$$\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x), \quad (2.2)$$

maka $\pi_A(x)$ disebut derajat keragu-raguan keanggotaan atas $x \in X$ pada himpunan kabur intuisisionistik A .

2.2. Himpunan Kabur Intuitionistik Bernilai Interval

Definisi 2.2. [2] Misalkan X adalah suatu himpunan semesta. Misalkan $INT([0, 1])$ adalah himpunan dari semua subinterval tertutup dari interval $[0, 1]$. Suatu himpunan kabur intuisisionistik bernilai interval (IVIFS) A atas X didefinisikan sebagai

$$A = \{(x, M_A(x), N_A(x)) | x \in X\}, \quad (2.3)$$

dimana $M_A : X \rightarrow INT([0, 1])$ dan $N_A : X \rightarrow INT([0, 1])$, sehingga $M_A(x)$ disebut derajat keanggotaan atas $x \in X$ pada himpunan A dan $N_A(x)$ disebut derajat ketidakanggotaan atas $x \in X$ pada himpunan A , dan untuk setiap $x \in X$ harus memenuhi $0 \leq \sup(M_A(x)) + \sup(N_A(x)) \leq 1$.

Kemudian Wei, Wang, dan Zhang [12] memisalkan $M_A(x) = [M_A^-(x), M_A^+(x)]$ dan $N_A(x) = [N_A^-(x), N_A^+(x)]$, dengan $M_A^-(x)$ dan $M_A^+(x)$ masing-masing menyatakan infimum dan supremum dari $M_A(x)$, begitu juga dengan $N_A^-(x)$ dan $N_A^+(x)$, masing-masing menunjukkan infimum dan supremum dari $N_A(x)$, sehingga

$$A = \{(x, [M_A^-(x), M_A^+(x)], [N_A^-(x), N_A^+(x)]) | x \in X\}. \quad (2.4)$$

Selanjutnya jika dimisalkan

$$\begin{aligned} \Pi_A(x) &= [\Pi_A^-(x), \Pi_A^+(x)], \\ &= [1 - M_A^+(x) - N_A^+(x), 1 - M_A^-(x) - N_A^-(x)], \end{aligned} \quad (2.5)$$

maka $\Pi_A(x)$ disebut derajat keragu-raguan keanggotaan dari $x \in X$ pada himpunan kabur intuisisionistik bernilai interval A .

Definisi 2.3. [2] Misalkan X adalah suatu himpunan semesta. Misalkan $IVIFS(X)$ adalah himpunan dari semua himpunan kabur intuisionistik bernilai interval atas X . Untuk suatu $A, B \in IVIFS(X)$, dengan

$$A = \{(x, [M_A^-(x), M_A^+(x)], [N_A^-(x), N_A^+(x)]) \mid x \in X\}, \text{ dan}$$

$$B = \{(x, [M_B^-(x), M_B^+(x)], [N_B^-(x), N_B^+(x)]) \mid x \in X\},$$

didefinisikan hubungan dan operasinya sebagai berikut.

- (1) $A \subseteq B$ jika dan hanya jika $M_A^-(x) \leq M_B^-(x)$, $M_A^+(x) \leq M_B^+(x)$, $N_A^-(x) \geq N_B^-(x)$, dan $N_A^+(x) \geq N_B^+(x)$, untuk suatu $x \in X$;
- (2) $A = B$ jika dan hanya jika $A \subseteq B$ dan $B \subseteq A$;
- (3) $A^c = \{(x, [N_A^-(x), N_A^+(x)], [M_A^-(x), M_A^+(x)]) \mid x \in X\}$, untuk suatu $A^c \in IVIFS(X)$.

2.3. Ukuran Entropi Himpunan Kabur Intuisionistik

Menurut De Luca dan Termini [7] ukuran tingkat ketidakjelasan atau kekaburan disebut ukuran entropi.

Definisi 2.4. [9] Misalkan $IFS(X)$ adalah himpunan dari semua himpunan kabur intuisionistik atas X , dan $A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) \mid x \in X\}$ adalah suatu himpunan kabur intuisionistik atas X . Sebuah fungsi $K : IFS(X) \rightarrow [0, 1]$ disebut ukuran entropi pada $IFS(X)$, jika K memenuhi sifat berikut.

- (K1) $K(A) = 0$ jika dan hanya jika A adalah suatu himpunan tegas (crisp set);
- (K2) $K(A) = 1$ jika dan hanya jika $\mu_A(x) = \nu_A(x)$, untuk setiap $x \in X$ dan $A \in IFS(X)$;
- (K3) Untuk setiap $A, B \in IFS(X)$ dan $x \in X$, $K(A) \leq K(B)$ jika $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ dan $\nu_A(x) \geq \nu_B(x)$ untuk $\mu_B(x) \leq \nu_B(x)$, atau $\mu_A(x) \geq \mu_B(x)$ dan $\nu_A(x) \leq \nu_B(x)$ untuk $\mu_B(x) \geq \nu_B(x)$;
- (K4) $K(A) = K(A^c)$ dimana A^c adalah komplemen dari A , untuk setiap $A, A^c \in IFS(X)$.

Untuk setiap $A, B \in IFS(X)$, A dikatakan lebih tegas atau kurang kabur dari B jika $K(A) \leq K(B)$.

2.4. Ukuran Kesamaan Himpunan Kabur Intuisionistik

Untuk menentukan suatu kesamaan antara himpunan-himpunan kabur intuisionistik maka digunakan ukuran kesamaan yang didefinisikan sebagai berikut.

Definisi 2.5. [5] Misalkan $IFS(X)$ adalah himpunan dari semua himpunan kabur intuisionistik atas X , dan $A, B \in IFS(X)$. Sebuah fungsi $P : IFS(X) \times IFS(X) \rightarrow [0, 1]$ disebut ukuran kesamaan pada IFS , jika P memenuhi sifat berikut.

- (P1) $0 \leq P(A, B) \leq 1$;
- (P2) $P(A, B) = P(B, A)$;
- (P3) $P(A, B) = 1$ jika dan hanya jika $A = B$;

(P4) Jika $A \subseteq B \subseteq C$ maka $P(A, C) \leq P(A, B)$ dan $P(A, C) \leq P(B, C)$, untuk setiap $A, B, C \in IFS(X)$.

3. Pembahasan

Sebelumnya diasumsikan bahwa X adalah suatu himpunan berhingga, dengan $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ dan n adalah banyaknya elemen pada X . Kemudian dimisalkan $IFS(X)$ adalah himpunan dari semua himpunan kabur intuisisionistik atas X dan $IVIFS(X)$ adalah himpunan dari semua himpunan kabur intuisisionistik bernilai interval atas X .

3.1. Ukuran Entropi Himpunan Kabur Intuitionistik Bernilai Interval

Pada bagian ini, akan ditentukan formula untuk menghitung ukuran entropi dari suatu $IVIFS$. Pertama akan dilihat formula ukuran entropi untuk suatu IFS dan hubungannya dengan ukuran entropi dari suatu $IVIFS$.

Szmidt dan Kacprzyk [9] mendefinisikan tentang kardinalitas dari IFS A yang dilambangkan dengan $\sum Count(A)$ sebagai berikut.

Definisi 3.1. [9] Misalkan $A = \{(x_i, \mu_A(x_i), \nu_A(x_i)) | x_i \in X\}$ adalah suatu himpunan kabur intuisisionistik atas X . Kardinalitas dari himpunan kabur intuisisionistik didefinisikan sebagai interval

$$\sum Count(A) = [\min \sum Count(A), \max \sum Count(A)],$$

dengan $\min \sum Count(A)$ disebut kardinalitas terkecil dari A , yang didefinisikan sebagai:

$$\min \sum Count(A) = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i), \quad (3.1)$$

dan $\max \sum Count(A)$ disebut kardinalitas terbesar dari A , yang didefinisikan sebagai:

$$\max \sum Count(A) = \sum_{i=1}^n (\mu_A(x_i) + \pi_A(x_i)). \quad (3.2)$$

Kemudian Szmidt dan Kacprzyk [9] juga mendefinisikan formula dari ukuran entropi IFS sebagai berikut.

Definisi 3.2. [9] Misalkan $A = \{(x_i, \mu_A(x_i), \nu_A(x_i)) | x_i \in X\}$ adalah suatu himpunan kabur intuisisionistik atas X . Sebuah ukuran entropi pada IFS A yang disimbolkan dengan $E_{SK}(A)$ didefinisikan sebagai:

$$E_{SK}(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\max Count(A_i \cap A_i^c)}{\max Count(A_i \cup A_i^c)}, \quad (3.3)$$

dengan

$$A_i \cap A_i^c = \{(x_i, \min\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\}, \max\{\nu_A(x_i), \mu_A(x_i)\})\}, \quad (3.4)$$

$$A_i \cup A_i^c = \{(x_i, \max\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\}, \min\{\nu_A(x_i), \mu_A(x_i)\})\}, \quad (3.5)$$

dimana untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$, $A_i = \{(x_i, \mu_A(x_i), \nu_A(x_i))\}$ menunjukkan suatu elemen dari himpunan A yang sesuai dengan elemen x_i pada X dan $A_i^c = \{(x_i, \nu_A(x_i), \mu_A(x_i))\}$.

Selanjutnya Wang dan Lei [11] memberikan formula ukuran entropi pada IFS A yaitu:

$$E_{WL}(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\min\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\} + \pi_A(x_i)}{\max\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\} + \pi_A(x_i)}. \quad (3.6)$$

Kemudian Wei, Wang, dan Zhang [12] mengubah formula ukuran entropi kabur untuk sebuah himpunan samar yang diperkenalkan oleh Huang dan Liu [3], menjadi formula ukuran entropi pada IFS A dengan persamaan berikut.

$$E_{HL}(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1 - |\mu_A(x_i) - \nu_A(x_i)| + \pi_A(x_i)}{1 + |\mu_A(x_i) - \nu_A(x_i)| + \pi_A(x_i)}. \quad (3.7)$$

Teorema berikut menunjukkan bahwa formula ukuran entropi pada persamaan (3.3), (3.6), dan (3.7) menghasilkan nilai entropi yang sama.

Teorema 3.3. [12] Untuk setiap $A = \{(x_i, \mu_A(x_i), \nu_A(x_i)) | x_i \in X\}$ adalah suatu himpunan kabur intuitionistik atas X , berlaku

$$E_{SK}(A) = E_{WL}(A) = E_{HL}(A).$$

Kemudian diberikan sebuah formula ukuran entropi untuk himpunan kabur intuitionistik bernilai interval.

Definisi 3.4. [6] Misalkan $A = \{(x, [M_A^-(x), M_A^+(x)], [N_A^-(x), N_A^+(x)]) | x \in X\}$ adalah suatu himpunan kabur intuitionistik bernilai interval atas X . Sebuah fungsi bernilai riil $E : IVIFS(X) \rightarrow [0, 1]$ disebut ukuran entropi pada suatu $IVIFS(X)$, jika E memenuhi syarat berikut.

- (E1) $E(A) = 0$ jika dan hanya jika A adalah suatu himpunan tegas (crisp set),
- (E2) $E(A) = 1$ jika dan hanya jika $[M_A^-(x_i), M_A^+(x_i)] = [N_A^-(x_i), N_A^+(x_i)]$, untuk setiap $x_i \in X$ dan $A \in IVIFS(X)$,
- (E3) $E(A) \leq E(B)$ jika $A \subseteq B$, $M_B^-(x_i) \leq M_A^-(x_i)$, dan $M_B^+(x_i) \leq M_A^+(x_i)$, atau $B \subseteq A$, $M_B^-(x_i) \geq M_A^-(x_i)$, dan $M_B^+(x_i) \geq M_A^+(x_i)$ untuk setiap $x_i \in X$ dan $A, B \in IVIFS(X)$;
- (E4) $E(A) = E(A^c)$ dimana A^c adalah komplemen dari A , untuk setiap $A, A^c \in IVIFS(X)$.

Wei, Wang, dan Zhang [12] memberikan sebuah formula untuk himpunan kabur intuitionistik bernilai interval yang didefinisikan sebagai

$$E(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\min\{M_A^-(x_i), N_A^-(x_i)\} + \min\{M_A^+(x_i), N_A^+(x_i)\} + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}{\max\{M_A^-(x_i), N_A^-(x_i)\} + \max\{M_A^+(x_i), N_A^+(x_i)\} + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}, \quad (3.8)$$

atau

$$E(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{2 - |M_A^-(x_i) - N_A^-(x_i)| - |M_A^+(x_i) - N_A^+(x_i)| + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}{2 + |M_A^-(x_i) - N_A^-(x_i)| + |M_A^+(x_i) - N_A^+(x_i)| + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}. \quad (3.9)$$

Selanjutnya, dalam [12] dibuktikan bahwa formula tersebut adalah sebuah formula ukuran entropi pada *IVIFS*.

Teorema 3.5. [12] Untuk setiap $A \in IVIFS(X)$. Suatu fungsi pemetaan $E(A)$ yang didefinisikan pada persamaan (3.8) atau (3.9) adalah suatu ukuran entropi untuk *IVIFS*.

3.2. Ukuran Kesamaan Himpunan Kabur intuisisionistik Bernilai Interval

Akan ditentukan formula ukuran kesamaan *IVIFS* yang baru yang diinduksi dengan sebuah metode transformasi, yang berdasarkan ukuran entropi *IVIFS*.

Definisi 3.6. [10] Untuk setiap $A, B \in IVIFS(X)$, suatu fungsi $S : IVIFS(X) \times IVIFS(X) \rightarrow [0, 1]$ disebut sebuah ukuran kesamaan pada *IVIFS*(X), jika S memenuhi sifat berikut.

- (S1) $0 \leq S(A, B) \leq 1$;
- (S2) $S(A, B) = 1$ jika dan hanya jika $A = B$;
- (S3) $S(A, B) = S(B, A)$;
- (S4) Jika $A \subseteq B \subseteq C$, maka $S(A, C) \leq S(A, B)$ dan $S(A, C) \leq S(C, B)$, untuk setiap $A, B, C \in IVIFS(X)$.

Kemudian diberikan dua buah *IVIFS* A dan B . Selanjutnya sebuah *IVIFS* atas X baru yang dinotasikan dengan $I(A, B)$ didefinisikan sebagai

$$I(A, B) = \{(x, [M_{I(A,B)}^-(x), M_{I(A,B)}^+(x)], [N_{I(A,B)}^-(x), N_{I(A,B)}^+(x)]) | x \in X\},$$

dimana

$$M_{I(A,B)}^-(x) = \min\{I_{AB1}(x), I_{AB2}(x)\}, M_{I(A,B)}^+(x) = \max\{I_{AB1}(x), I_{AB2}(x)\},$$

$$N_{I(A,B)}^-(x) = \min\{I_{AB3}(x), I_{AB4}(x)\}, N_{I(A,B)}^+(x) = \max\{I_{AB3}(x), I_{AB4}(x)\}.$$

Untuk setiap $x \in X$ didefinisikan

$$I_{AB1}(x) = \frac{1 + \min\{|M_A^-(x) - M_B^-(x)|, |N_A^-(x) - N_B^-(x)|\}}{2}, \quad (3.10)$$

$$I_{AB2}(x) = \frac{1 + \min\{|M_A^+(x) - M_B^+(x)|, |N_A^+(x) - N_B^+(x)|\}}{2}, \quad (3.11)$$

$$I_{AB3}(x) = \frac{1 - \max\{|M_A^-(x) - M_B^-(x)|, |N_A^-(x) - N_B^-(x)|\}}{2}, \quad (3.12)$$

$$I_{AB4}(x) = \frac{1 - \max\{|M_A^+(x) - M_B^+(x)|, |N_A^+(x) - N_B^+(x)|\}}{2}. \quad (3.13)$$

Teorema 3.7. [12] Suatu fungsi E adalah sebuah ukuran entropi pada *IVIFS*(X). Kemudian pemetaan $S(A, B)$ yang didefinisikan dengan $S(A, B) = E(I(A, B))$

adalah suatu ukuran kesamaan pada $IVIFS(X)$ untuk setiap pasangan $A, B \in IVIFS(X)$.

Akibat 3.8. [12] Untuk setiap $A \in IVIFS(X)$, suatu fungsi E adalah sebuah ukuran entropi pada $IVIFS(X)$ seperti persamaan (3.8), yaitu:

$$E(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\min\{M_A^-(x_i), N_A^-(x_i)\} + \min\{M_A^+(x_i), N_A^+(x_i)\} + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}{\max\{M_A^-(x_i), N_A^-(x_i)\} + \max\{M_A^+(x_i), N_A^+(x_i)\} + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}.$$

Kemudian fungsi S yang didefinisikan sebagai

$$S(A, B) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{2 - \min\{M_i^-, N_i^-\} - \min\{M_i^+, N_i^+\}}{2 + \max\{M_i^-, N_i^-\} + \max\{M_i^+, N_i^+\}}, \quad (3.14)$$

untuk $A, B \in IVIFS(X)$ adalah suatu ukuran kesamaan pada $IVIFS(X)$, dengan $M_i^- = |M_A^-(x_i) - M_B^-(x_i)|$, $M_i^+ = |M_A^+(x_i) - M_B^+(x_i)|$, $N_i^- = |N_A^-(x_i) - N_B^-(x_i)|$, dan $N_i^+ = |N_A^+(x_i) - N_B^+(x_i)|$, untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$ dan $x_i \in X$.

Akibat 3.9. [12] Untuk setiap $A, B \in X$, sebuah pemetaan $S(A, B)$ yang didefinisikan sebagai

$$S_{IFS}(A, B) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1 - \min\{\mu_i, \nu_i\}}{1 + \max\{\mu_i, \nu_i\}}, \quad (3.15)$$

dengan $A = \{(x_i, \mu_A(x_i), \nu_A(x_i)) | x_i \in X\}$, $B = \{(x_i, \mu_B(x_i), \nu_B(x_i)) | x_i \in X\}$, $\mu_i = |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|$ dan $\nu_i = |\nu_A(x_i) - \nu_B(x_i)|$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$, adalah suatu ukuran kesamaan pada $IFS(X)$.

4. Kesimpulan

Himpunan kabur intuitionistik bernilai interval ($IVIFS$) merupakan penggabungan teori himpunan kabur bernilai interval ($IVFS$) dan himpunan kabur intuitionistik (IFS). Dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

- (1) Formula ukuran entropi untuk suatu IFS $A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) | x \in X\}$ diantaranya adalah

$$\begin{aligned} E_{SK}(A) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\max \text{Count}(A_i \cap A_i^c)}{\max \text{Count}(A_i \cup A_i^c)}, \\ E_{WL}(A) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\min\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\} + \pi_A(x_i)}{\max\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\} + \pi_A(x_i)}, \\ E_{HL}(A) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\pi_A(x_i) + \nu_A(x_i) + \mu_A(x_i) + \pi_A(x_i)}{\pi_A(x_i) + \mu_A(x_i) + \nu_A(x_i) + \pi_A(x_i)}. \end{aligned}$$

Telah dibuktikan bahwa $E_{SK}(A) = E_{WL}(A) = E_{HL}(A)$, dengan

$$\begin{aligned} \pi_A(x_i) &= 1 - \mu_A(x_i) - \nu_A(x_i), \\ \max \text{Count}(A_i \cap A_i^c) &= \min\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\} + \pi_A(x_i), \\ \max \text{Count}(A_i \cup A_i^c) &= \max\{\mu_A(x_i), \nu_A(x_i)\} + \pi_A(x_i), \\ A_i &= \{(x_i, \mu_A(x_i), \nu_A(x_i))\}, \\ A_i^c &= \{(x_i, \nu_A(x_i), \mu_A(x_i))\}. \end{aligned}$$

- (2) Misalkan suatu *IVIFS* $A = \{(x, [M_A^-(x), M_A^+(x)], [N_A^-(x), N_A^+(x)]) \mid x \in X\}$ dan formula untuk menghitung ukuran entropi dari suatu *IVIFS* adalah

$$E(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\min\{M_A^-(x_i), N_A^-(x_i)\} + \min\{M_A^+(x_i), N_A^+(x_i)\} + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}{\max\{M_A^-(x_i), N_A^-(x_i)\} + \max\{M_A^+(x_i), N_A^+(x_i)\} + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)},$$

atau

$$E(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{2 - |M_A^-(x_i) - N_A^-(x_i)| - |M_A^+(x_i) - N_A^+(x_i)| + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}{2 + |M_A^-(x_i) - N_A^-(x_i)| + |M_A^+(x_i) - N_A^+(x_i)| + \Pi_A^-(x_i) + \Pi_A^+(x_i)}.$$

- (3) Misalkan $A, B, I(A, B) \in IVIFS(X)$. Didefinisikan bahwa $S(A, B) = E(I(A, B))$, dengan $S(A, B)$ adalah suatu ukuran kesamaan pada *IVIFS*(X) dan suatu fungsi E adalah sebuah ukuran entropi pada *IVIFS*(X).

5. Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Admi Nazra, Ibu Nova Nolzita Bakar, M.Si, Bapak Dr. Dodi Devianto, dan Ibu Dr. Susila Bahri yang telah memberikan masukan dan saran sehingga makalah ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Atanassov, K.T. 1986. Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*. **20**: 87 – 96
- [2] Atanassov, K. and G. Gargov. 1989. Interval valued intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*. **31**:343 – 349
- [3] Huang, G.S. and Y.S. Liu. 2005. The fuzzy entropy of vague sets based on non-fuzzy sets. *Computer Applications and Software*. **22**: 16 – 17
- [4] Hung, W.L. and M.S. Yang. 2004. Similarity measures of intuitionistic, fuzzy sets based on hausdorff distance. *Pattern Recognition Letters*. **25**: 1603 – 1611
- [5] Li, D.F. and C.T. Cheng. 2002. New similarity measure of intuitionistic fuzzy sets and application to pattern recognitions. *Pattern Recognition Letters*. **23**: 221 – 225
- [6] Liu, X.D., S.H. Zhang, and F.I. Xiong. 2005. Entropy and subethood for general interval-valued intuitionistic fuzzy sets. In: L. Wang, Y. Jin (Eds.) *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2005)*, vol. LNAI 3613, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. pp. 42 – 52
- [7] Luca, A. de and S. Termini. 1972. A definition of a nonprobabilistic entropy in the setting of fuzzy sets theory. *Information and Control*. **20**:301 – 312
- [8] Szmids, E. and J. Kacprzyk. 2006. *Entropy and similarity of intuitionistic fuzzy sets*. In: 11th International Conference on IPMU, Paris
- [9] Szmids, E. and J. Kacprzyk. 2001. Entropy for intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*. **118**: 467 – 477
- [10] Xu, Z.S. 2007. On similarity measures of interval-valued, intuitionistic fuzzy sets and their application to pattern recognitions. *Journal of Southeast, University (English Edition)*. **23**: 139 – 143
- [11] Wang, Y. and Y.J. Lei. 2007. A Technique for constructing intuitionistic fuzzy entropy. *Control and Decision*. **22**: 1390 – 1394

- [12] Wei, C.P., P. Wang, and Y.Z. Zhang. 2011. Entropy, similarity measure of interval-valued intuitionistic fuzzy sets and their applications. *Information Sciences*. **181**: 4273 – 4286
- [13] Zadeh, L.A. 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*. **8**: 338 – 353