

PENGAMBILAN KEPUTUSAN *INCOMPLETE N-SOFT SETS* PADA DATA UNTUK MENGUKUR INDIKATOR *SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS*

Fatia Fatimah
(fatia@ecampus.ut.ac.id)

PENGANTAR

Data dapat dibedakan berdasarkan kejelasan tipe data yaitu data pasti dan data tidak pasti. Data pasti merupakan data yang secara makna tidak ambigu. Contohnya, data pribadi mahasiswa seperti nama, usia, latar belakang pendidikan, dan alamat. Sebaliknya, data yang tidak pasti merupakan data yang secara pemaknaan dapat lebih dari satu interpretasi. Contohnya, perempuan cantik, lelaki tinggi, sementara penilaian cantik dan tinggi relatif untuk setiap individu. Contoh lain dalam pengambilan keputusan bisnis antara lain mitra terpercaya, rekan kerja penuh tanggung jawab, konsumen potensial. Meskipun data dapat bersifat tidak tentu dalam hal nilai namun teknik dan model penyelesaian masalahnya harus tetap runut dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Diantaranya, probabilitas, interval matematika, *fuzzy sets*, *rough sets*, *vague sets*, dan *soft sets* serta perluasan dan kombinasi dari berbagai cabang ilmu lainnya.

Teori *soft set* diperkenalkan pertama kali oleh Molodtsov (1999). Selanjutnya teori *soft set* terus berkembang dan mengalami berbagai perluasan pada berbagai bidang diantaranya struktur aljabar (Mohamed, Ahmad, & Shamsuddin, 2014), masalah pengambilan keputusan (Kong, Zhang, Wang, Wu, Qi, & Wang, 2014; Hakim, Saari, & Herawan, 2014a-2014b; Akram & Shahzadi, 2016; Alcantud 2016a; Atagun, Kamacı, & Oktay, 2016; Ma, Liu, & Zhan, 2016; Alcantud & Santos-García, 2017; Fatimah, Rosadi, & Hakim, 2018), *rules mining* (Feng, Cho, Pedrycz, Fujita, & Herawan, 2016), *fuzzy soft sets* dan perluasannya (Peng & Yang, 2015a; Alcantud, 2016a-2016c), *rough sets* (Zhan & Zhu, 2015; Zhan, Liu, & Zhu, 2016; Zhan, Liu, & Herawan, 2017), *neutrosophic soft sets* (Deli, Eraslan, & Cagman,

2016), *forecasting* (Xu, Xiao, Dang, Yang, & Yang, 2014), *social choice* (Fatimah, Rosadi, Hakim, & Alcantud, 2017b), *dual probabilistic soft sets* (Fatimah, Rosadi, Hakim, & Alcantud, 2017a), *N-Soft Sets* (Fatimah, Rosadi, Hakim, & Alcantud, 2018) dan lain-lain.

SDGs (*Sustainable Development Goals*) merupakan agenda pembangunan seluruh negara untuk kesejahteraan manusia dan planet bumi. Data yang terkumpul diharapkan bersifat transparan, dan inklusif tanpa memihak kepentingan atau masyarakat tertentu. Sebagai sebuah program pembangunan berkelanjutan, SDGs memiliki 17 tujuan dengan 169 target. Semua target tersebut terukur dengan tenggat waktu yang telah disepakati bersama. Oleh karena itu, sangat wajar terjadi jika ditemui data tidak lengkap karena berbagai penyebab. Contoh data tidak lengkap dapat dilihat pada contoh-contoh kasus di dalam tulisan ini. Lebih detailnya, tulisan ini akan membahas penilaian *N-soft set* yang merupakan pemeringkatan *N-nilai* pada teori *soft set* khususnya untuk data yang tidak lengkap.

PEMBAHASAN

Soft Set & Incomplete Soft Set

Pada bagian ini disajikan secara ringkas tentang teori *soft sets*, meliputi definisi *soft set* standar, pengambilan keputusan *soft sets*, dan *incomplete soft set*. Notasi umum yang digunakan pada artikel ini adalah U menyatakan objek, E menyatakan parameter (dapat berupa angka, fungsi, kumpulan kata, dll.), A merupakan himpunan parameter dimana $A \subseteq E$. *Soft set* didefinisikan sebagai berikut.

Definisi 1 (Molodtsov, 1999). (F, A) dikatakan *soft set* atas U jika F adalah pemetaan dari himpunan A ke himpunan semua subset dari U , yakni $F: A \rightarrow 2^U$.

Soft set atas U merupakan keluarga parameter dari subset himpunan U dinotasikan dengan $F(e), \forall e \in A$. Dengan kata lain, keluarga parameter merupakan perkiraan deskripsi terhadap parameter A yang dipilih/ditentukan oleh pengambil keputusan atau individu.

Prosedur pengambilan keputusan *soft set* memerlukan representasi *soft set* dalam bentuk tabel. Pada tabular *soft set*, objek dinyatakan dalam bentuk baris, parameter dalam bentuk kolom dan isi sel tabel merupakan nilai objek berdasarkan parameter yang bersesuaian. Pada *soft set* standar, pertemuan baris u_i dan kolom e_j bernilai 1 jika dan hanya jika $u_i \in F(e_j)$, dan bernilai 0 untuk sel lainnya dimana $u_i \in U, e_j \in A$. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Contoh ilustrasi berikut.

Contoh 1. Misalkan objek $U = \{u_i\}, i = 1, 2, 3$ menyatakan tahun 2007, 2011, dan 2014. Misalkan parameter $E = \{e_j\}, j = 1, 2, 3, 4$ merupakan indikator SDGs nomor 10.3.1 (UNDP, 2015) yaitu rasio siswi dibandingkan siswa secara berurutan pada Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Perguruan Tinggi (PT) dengan tipe target meningkat dari tahun sebelumnya untuk setiap parameter. *Soft set* contoh ini didefinisikan sebagai berikut.

$$F(e_1) = \{u_3\}, F(e_2) = \{u_2\}, F(e_3) = \{u_2\}, F(e_4) = \{u_1, u_2, u_3\}$$

Artinya target peningkatan rasio siswi dibandingkan siswa tercapai untuk SD pada tahun 2014 ($F(e_1) = \{u_3\}$), SMP pada tahun 2011 ($F(e_2) = \{u_2\}$), SMA juga pada tahun 2011 ($F(e_3) = \{u_2\}$), sedangkan untuk PT tercapai pada tahun 2007, 2011 dan 2014 ($F(e_4) = \{u_1, u_2, u_3\}$). Tabular *soft set* disajikan pada Tabel 1. Angka 0 menyatakan ‘menurun’ dan angka 1 berarti sesuai target yaitu ‘meningkat’.

Tabel 1. Tabular *Soft Set* Indikator SDGs

$U \setminus E$	e_1	e_2	e_3	e_4
u_1	0	0	0	1
u_2	0	1	1	1
u_3	1	0	0	1

Data dalam Tabel 1 tersebut dibaca bahwa pada tahun 2007 (u_1) hanya indikator SDGs nomor 3.1.4 (e_4) yang mengalami peningkatan. Pada tahun 2011 (u_2) terdapat tiga indikator yaitu indikator nomor 3.1.2 sampai 3.1.4 (e_2, e_3, e_4) yang mengalami peningkatan. Sementara pada tahun 2014 (u_3) indikator SDGs nomor 3.1.1 (e_1) dan 3.1.4 (e_4) mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya.

Informasi atau nilai dapat hilang atau tidak lengkap. Hal ini dapat dikarenakan faktor keamanan, kesalahan input data, atau alasan lainnya. Pengambilan keputusan menggunakan teori *soft set* berdasarkan kelengkapan data dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu pengambilan keputusan *soft set* dan *incomplete soft set*. Pengambilan keputusan *soft set* diperkenalkan pertama kali oleh Maji, Roy & Biswas (2002) dengan mereduksi parameter menggunakan pendekatan *rough set*. Keputusan diambil dengan memperhatikan *choice values* terbaik. *Choice value* sebuah objek merupakan jumlah nilai yang diperoleh objek berdasarkan semua parameter yang terkait. Selanjutnya, pengambilan keputusan *soft set* berkembang sesuai dengan perluasan teori *soft set*. Salah satunya, kombinasi teori ini dengan *fuzzy set* yang menghasilkan *fuzzy soft set*. Prosedur pengambilan keputusan *fuzzy soft set* diperkenalkan oleh Roy & Maji (2007) yang selanjutnya direvisi (Kong et al., 2009; Feng, Jun, Liu, & Li, 2010; Alcantud, 2015).

Solusi *soft set* untuk data tidak lengkap (*incomplete soft set*) akan berbeda dengan *soft set* standar karena *soft set* standar hanya berlaku untuk data yang lengkap (Maji et al., 2002). Hal ini dilakukan agar tidak terjadi salah interpretasi atau pengambilan keputusan. *Incomplete soft set* didefinisikan oleh Han, Li, Liu, Geng, & Li (2014) sebagai berikut.

Definisi 2 (Han et al., 2014) (F^*, A) dikatakan *incomplete soft set* atas U jika F^* adalah pemetaan $F^*: A \rightarrow \{0, 1, *\}^U$ dimana $\{0, 1, *\}^U$ adalah himpunan semua fungsi dari U ke $\{0, 1, *\}^U$.

Entri tabel yang tidak diketahui disimbolkan dengan tanda bintang (*). Berikut contoh *incomplete soft set*.

Contoh 2. Perhatikan U, E seperti pada Contoh 1. Misalkan pada tahun 2007 tidak diketahui rasio siswi dibandingkan siswa pada sekolah dasar dan pada tahun 2011 tidak terdapat data rasio mahasiswi dibandingkan mahasiswa pada perguruan tinggi di Kota Padang, Sumatera Barat. Hal ini diduga terjadi karena adanya kesalahan input (*human error*). Tabular contoh ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabular *Incomplete Soft Set* Indikator SDGs

$U \setminus E$	e_1	e_2	e_3	e_4
u_1	*	0	0	1
u_2	0	1	1	*
u_3	1	0	0	1

Berikut beberapa penelitian yang membahas pengambilan keputusan untuk *incomplete soft sets*. Pada Zou & Xiao (2008), analisis data menggunakan probabilitas rata-rata terbobot untuk memprediksi keputusan atau nilai pilihan pada *incomplete soft set*. Data akhir tetap tidak lengkap. Tahun 2012, Qin, Ma, Herawan, & Zain mengusulkan metode *data filling approach for incomplete soft sets* (DFIS). Metode ini bertujuan untuk meramalkan data yang hilang dengan menggunakan asosiasi antara parameter. Jika tidak terdapat asosiasi antar parameter atau asosiasinya lemah maka menggunakan probabilitas. Selanjutnya, Kong et al. (2014) merevisi algoritma Qin et al. (2012) agar tahap dan perhitungannya menjadi lebih sederhana. Namun, dari segi akurasi, Qin et al. (2012) lebih akurat dibandingkan Kong et al. (2014). Pada tahun 2016, Khan, AlGaradi, Abdul Wahab, & Herawan (2016) mengusulkan *alternative data filling approach for incomplete soft sets* (ADFIS). Alternatif yang ditawarkan pada penelitian tersebut, Khan et al. (2016) sama sekali tidak menggunakan probabilitas seperti halnya Qin et al. (2012) akan tetapi bergantung sepenuhnya pada keandalan hubungan antar parameter.

Penjelasan di atas merupakan pengambilan keputusan untuk penilaian biner (0 dan 1) dan interval tertutup $[0,1]$. Namun faktanya, penilaian yang digunakan untuk pengambilan keputusan tidak hanya berkisar antara 0 dan 1. Dalam kehidupan sehari-hari kita dapat menemui pemeringkatan ketika mengevaluasi sesuatu. Misalnya peringkat bintang empat atau lima untuk jenis film yang dinilai bagus atau sangat bagus. Dengan demikian, secara umum, dapat dinyatakan sebagai pemeringkatan hingga ke- N . Penilaian karakteristik objek *soft set* dalam bentuk pemeringkatan N -ary disebut *N-soft set* (Fatimah et al., 2018).

N-Soft Set & Incomplete N-Soft Set

Beberapa definisi *N-soft set* sebagai bentuk perluasan model *soft set* beserta prosedur pengambilan keputusan *N-soft set* dijelaskan secara ringkas. Notasi umum yang digunakan pada bagian ini sebagai berikut:

$U = u_i, i = 1, 2, \dots, m$: himpunan berhingga objek,

E : himpunan berhingga parameter

$A = e_j, j = 1, 2, \dots, n$: subset dari E

$R = \{0, 1, \dots, N-1\}$: himpunan nilai terurut dimana $N \in \{2, 3, \dots\}$.

Definisi 3 (Fatimah et al., 2018). *N-soft set* pada U , dinotasikan dengan (F, A, N) , didefinisikan sebagai pemetaan $F: A \rightarrow 2^{U \times R}$ dimana untuk setiap $e \in A$ terdapat tepat satu $(u, r_e) \in U \times R$ sedemikian sehingga $(u, r_e) \in F(e) \in U, r_e \in R$.

Setiap objek u pada U menerima tepat satu penilaian di $R = \{0, 1, \dots, N-1\}$ untuk sebarang parameter e . Dengan kata lain, nilai tunggal r_e untuk $(u, r_e) \in F(e)$. Notasi $(u, r_e) \in F(e)$ dapat juga dinotasikan dengan $F(e)(u) = r_e$. Seperti halnya *soft set* ditampilkan dalam bentuk tabular, *N-soft set* juga dapat disajikan dalam bentuk tabel. Tabular *N-soft set* berupa baris u_i , kolom e_j , dan isi sel tabel r_{ij} yaitu $F(e_j)(u_i) = r_{ij}$.

Tabel 3. Tabular *N*-soft set

(F, A, N)	e_1	e_2	...	e_n
u_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1n}
u_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2n}
...
u_m	r_{m1}	r_{m2}	...	r_{mn}

Pengambil keputusan terkadang membuat penilaian yang menjadi batas ambang minimal. Misalnya, untuk menargetkan kualitas produk yang siap dilepas ke pasar, produsen hanya menjual produk yang memiliki tahan uji 95%. Ambang batas (*threshold*) juga berguna untuk mereduksi waktu dan biaya dengan cara mempercepat proses pemilihan. Hal ini dikarenakan, beberapa alternatif terbuang sekaligus. Contoh sederhana, seseorang yang ingin menonton film di bioskop hanya berfokus pada alternatif film yang mendapat peringkat minimum 4 oleh pengamat film dengan skala peringkat dari 0 sampai 5.

Pada SDGs, *threshold* menjadi tolak ukur yang sangat penting untuk menilai ketercapaian setiap indikator. Kriteria air dapat dinyatakan layak minum adalah air ledeng (air keran) eceran/meteran, air hujan, dan pompa/sumur terlindung dengan jarak ke tempat penampungan kotoran/tinja lebih besar atau sama dengan 10 meter (Badan Pusat Statistik). Jarak sepuluh meter merupakan *threshold*.

N-soft set juga mempertimbangkan *threshold* sebagai salah satu solusi dalam pengambilan keputusannya. *Threshold* pada *N*-soft set didefinisikan sebagai berikut.

Definisi 4 (Fatimah et al., 2018). Misalkan $0 < T < N$ adalah *threshold* pada (F, A, N) . *N*-soft set yang terkait dengan (F, A, N) dan T dilambangkan dengan (F^T) , dan didefinisikan sebagai $u \in F^T(e)$ jika dan hanya jika $r_e \geq T$ dengan $(u, r_e) \in F(e)$. Dengan kata lain,

$$(F^T, A) = \begin{cases} 1, & \text{jika } r_e \geq T \\ 0, & \text{selainnya.} \end{cases}$$

Selanjutnya kita sajikan kembali beberapa operasi dasar *N-soft set* (Definisi 5 sampai Definisi 9). Operasi-operasi ini bermanfaat untuk pembahasan tentang *incomplete N-soft set*.

Definisi 5 (Fatimah et al., 2018). Komplemen lemah *N-soft set* (F, A, N) adalah sebarang *N-soft set*, (F^e, A, N) dimana $F^e(e) \cap F(e) = \emptyset$, untuk setiap $e \in A$.

Definisi 6 (Fatimah et al., 2018). *Restricted intersection* (F, A, N_1) dan (G, B, N_2) , dinotasikan dengan $(F, A, N_1) \cap_R (G, B, N_2)$ didefinisikan sebagai $(J_{RI}, A \cap B, \min(N_1, N_2))$ dimana untuk setiap $u \in U, e \in A \cap B$ berlaku sebagai berikut $(u, r_e) \in J_{RI}(E) \leftrightarrow r_e = \min(r_e^{(1)}, r_e^{(2)})$.

Definisi 7 (Fatimah et al., 2018). *Extended intersection* (F, A, N_1) dan (G, B, N_2) , dinotasikan dengan $(F, A, N_1) \cap_E (G, B, N_2)$ didefinisikan sebagai $(J_{EI}, A \cup B, \max(N_1, N_2))$ dimana untuk setiap $u \in U, e \in A \cup B$ berlaku sebagai berikut:

$$J_{EI}(e) = \begin{cases} F(e) & \text{jika } e \in A \setminus B \\ G(e) & \text{jika } e \in B \setminus A \\ (u, r_e), r_e = \min(r_e^{(1)}, r_e^{(2)}), & \text{jika } e \in A \cap B \end{cases}$$

Definisi 8 (Fatimah et al., 2018). *Restricted union* (F, A, N_1) dan (G, B, N_2) , dinotasikan dengan $(F, A, N_1) \cap_R (G, B, N_2)$ didefinisikan sebagai $(J_{RI}, A \cap B, \min(N_1, N_2))$ dimana untuk setiap $u \in U, e \in A \cap B$ berlaku sebagai berikut $(u, r_e) \in J_{RU}(e) \leftrightarrow r_e = \max(r_e^{(1)}, r_e^{(2)})$.

Definisi 9 (Fatimah et al., 2018). *Extended union* (F, A, N_1) dan (G, B, N_2) , dinotasikan dengan $(F, A, N_1) \cap_E (G, B, N_2)$ didefinisikan sebagai $(J_{EU}, A \cup B, \max(N_1, N_2))$ dimana untuk setiap $u \in U, e \in A \cup B$ berlaku sebagai berikut:

$$J_{EU}(e) = \begin{cases} F(e), & \text{jika } e \in A \setminus B \\ G(e), & \text{jika } e \in B \setminus A \\ (u, r_e), r_e = \max(r_e^{(1)}, r_e^{(2)}), & \text{jika } e \in A \cap B \end{cases}$$

Selanjutnya disajikan algoritma pengambilan keputusan *N-soft set* yang diusulkan oleh Fatimah et al. (2018) yaitu algoritma *extended choice values*, *extended weight choice values*, *T-extended choice values*. Hal ini berguna sebagai motivasi pembuatan prosedur pengambilan keputusan untuk *incomplete N-soft set*.

Algoritma Extended Choice Values

1. Input himpunan objek $U = \{u_i, i = 1, 2, \dots, m\}$, dan himpunan parameter $A = \{e_j, j = 1, 2, \dots, n\}$
2. Input *N-soft set* (F, A, N) , dengan $R = \{0, 1, \dots, N-1\}, N \in \{2, 3, \dots\}$ sedemikian sehingga $\forall u_i \in U, e_j \in A, \exists |r_{ij} \in R$.
3. Untuk setiap u_i hitung ECV yaitu $\sigma_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}$
4. Tentukan jenis keputusan:
 - a. Jika keputusan bersifat tunggal maka temukan $k, \sigma_k = \max(\sigma_i)$, Sehingga u_k adalah objek pilihan optimal. Jika diperoleh lebih dari satu indeks k , maka sebarang objek dari k dapat dipilih oleh pengambil keputusan.
 - b. Jika keputusan bersifat tidak tunggal maka urutkan u_i berdasarkan nilai σ_i dari tertinggi hingga terendah. Sehingga objek direkomendasikan sesuai urutan u_i .

Algoritma *Extended Weight Choice Values*

1. Input himpunan objek $U = \{u_i, i = 1, 2, \dots, m\}$, dan himpunan parameter $A = \{e_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ dengan bobot $w_j \in (0, 1]$ untuk setiap j .
2. Input *N-soft set* (F, A, N) , dengan $R = \{0, 1, \dots, N-1\}, N \in \{2, 3, \dots\}$, sedemikian sehingga $\forall u_i \in U, e_j \in A, \exists |r_{ij} \in R$.
3. Untuk setiap u_i hitung EWCV yaitu $\sigma_i^w = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$
4. Tentukan jenis keputusan:
 - a. Jika keputusan bersifat tunggal maka temukan $k, \sigma_k^w = \max(\sigma_i^w)$.
Sehingga u_k adalah objek pilihan optimal. Jika diperoleh lebih dari satu indeks k , maka sebarang objek dari k dapat dipilih oleh pengambil keputusan.
 - b. Jika keputusan bersifat tidak tunggal maka urutkan u_i berdasarkan nilai σ_i dari tertinggi hingga terendah. Sehingga objek direkomendasikan sesuai urutan u_i .

Algoritma *T-Extended Choice Values*

1. Input himpunan objek $U = \{u_i, i = 1, 2, \dots, m\}$, dan himpunan parameter $A = \{e_j, j = 1, 2, \dots, n\}$.
2. Input *N-soft set* (F, A, N) , dengan $R = \{0, 1, \dots, N-1\}, N \in \{2, 3, \dots\}$, sedemikian sehingga $\forall u_i \in U, e_j \in A, \exists |r_{ij} \in R$.
3. Input angka *threshold* yang diinginkan yaitu T dimana $0 < T < N$.
4. Hitung nilai r_{ij}^T dengan cara $r_{ij}^T = \begin{cases} 1, & \text{jika } r_{ij} \geq T \\ 0, & \text{selainnya.} \end{cases}$
5. Untuk setiap u_i hitung T-ECV yaitu $\sigma_i^T = \sum_{j=1}^n r_{ij}^T$.
6. Tentukan jenis keputusan:
 - a. Jika keputusan bersifat tunggal maka temukan $k, \sigma_k^T = \max(\sigma_i^T)$.
Sehingga u_k adalah objek pilihan optimal. Jika diperoleh lebih dari

- satu indeks k , maka sebarang objek dari k dapat dipilih oleh pengambil keputusan.
- b. Jika keputusan bersifat tidak tunggal maka urutkan u_i berdasarkan nilai σ_i dari tertinggi hingga terendah. Sehingga objek direkomendasikan sesuai urutan u_i .

Pada Definisi 3, skor 0 bukan menyatakan data yang hilang melainkan representasi peringkat terendah. Sedangkan data tidak lengkap pada *N-soft set* dinamakan *incomplete N-soft set*. Definisinya dijelaskan sebagai berikut.

Definisi 10 (Fatimah et al., 2018) Jika untuk setiap $e \in A$ dan $u \in U$ pada *N-soft set* terdapat setidaknya satu $(u, r_e) \in U \times R$ sedemikian sehingga $(u, r_e) \in F(e)$ maka disebut *incomplete N-soft set* dinotasikan dengan (F^*, A, N) .

Pengambilan Keputusan *Incomplete N-Soft Sets*

Pada bagian ini, pengambilan keputusan *incomplete N-soft set* diperkenalkan. Algoritma yang dibuat terinspirasi dan modifikasi hasil penelitian sebelumnya yaitu penelitian Qin et al. (2012) ke dalam *incomplete N-soft set*. Algoritma tersebut diberi nama *data filling approach for incomplete N-soft sets* (DFIN).

Algoritma DFIN:

1. Input himpunan objek $U = \{u_i, i = 1, 2, \dots, m\}$, dan himpunan parameter $A = \{e_j, j = 1, 2, \dots, n\}$.
2. Input *incomplete N-soft set* (F^*, A, N) , dengan $R = \{0, 1, \dots, N-1\}$, $N \in \{2, 3, \dots\}$, sedemikian sehingga $\forall u_i \in U, e_j \in A, \exists r_{ij} \in R$.
3. Input angka *threshold* yang diinginkan yaitu T dimana $0 < T < N$ dan λ dimana $0 \leq \lambda \leq 100\%$.
4. Hitung nilai r_{ij}^T dengan cara $r_{ij}^T = \begin{cases} 1, & \text{jika } r_{ij} \geq T \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

5. Tentukan kolom ke- j yang memiliki data tidak lengkap yaitu $r_{ij}^T = *$.
6. Tentukan derajat asosiasi dengan cara $D_{ij} = \max\{CD_{ij}, ID_{ij}\}$.

Dengan, $CD_{ij} = \frac{CN_{ij}}{|U_{ij}|}$, dan $ID_{ij} = \frac{IN_{ij}}{|U_{ij}|}$

Dimana, $CN_{ij} = \left| \left\{ u, F^*(a_i) = F^*(a_j), u \in U_{ij} \right\} \right|$, dan

$IN_{ij} = \left| \left\{ u, F^*(a_i) \neq F^*(a_j), u \in U_{ij} \right\} \right|$.

7. Tentukan derajat asosiasi maksimal yaitu $D_i = \max\{D_{ij}\}$.
8. Jika $\lambda \geq |D_i|$ maka prediksi data tidak lengkap berdasarkan kekonsistenan atau ketidakkonsistena nilai elemen antara dua paremeter yang dibandingkan.
9. Jika $|D_i| < \lambda$ maka $p_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_0}$ dan $p_0 = \frac{n_0}{n_1 + n_0}$.
10. Stop jika semua data tidak lengkap sudah diprediksi, kembali ke langkah 5 jika sebaliknya
11. Untuk setiap u_i hitung T-ECV yaitu $\sigma_i^T = \sum_{j=1}^n r_{ij}^T$.
12. Tentukan jenis keputusan:

- a. Jika keputusan bersifat tunggal maka temukan k , $\sigma_k^T = \max(\sigma_i^T)$.
 Sehingga u_k adalah objek pilihan optimal. Jika diperoleh lebih dari satu indeks k , maka sebarang objek dari k dapat dipilih oleh pengambil keputusan.
- b. Jika keputusan bersifat tidak tunggal maka urutkan u_i berdasarkan nilai σ_i dari tertinggi hingga terendah. Sehingga objek direkomendasikan sesuai urutan u_i .

Keterangan simbol:

CN_{ij} : banyaknya elemen pada kolom ke- i yang memiliki nilai sama dengan kolom ke- j

$|U_{ij}|$: kardinalitas pasangan elemen antara parameter i dan j

- CD_{ij} : derajat kekonsistenan asosiasi antara parameter i dan j
- IN_{ij} : banyaknya elemen pada kolom ke- i yang memiliki nilai tidak sama dengan kolom ke- j
- ID_{ij} : derajat ketidakkonsistenan asosiasi antara parameter i dan j
- n_1 : banyaknya angka 1 pada kolom yang ada data tidak lengkap
- n_0 : banyaknya angka 0 pada kolom yang ada data tidak lengkap
- p_1 : peluang nilai 1
- p_0 : peluang nilai 0

Pada bagian ini, pengambilan keputusan *incomplete N-soft set* diterapkan pada data contoh ilustratif SDGs. Perhatikan contoh berikut.

Contoh 3. Misalkan dalam rangka mewujudkan pendidikan sebagai wahana pembangunan manusia, pengamatan dilakukan pada 5 provinsi yaitu u_1 sampai u_5 untuk enam kriteria yaitu:

- e_1 : meningkatkan akses layanan pendidikan, pelatihan, keterampilan untuk meningkatkan kualitas lembaga pendidikan formal;
- e_2 : meningkatkan pengelolaan dan penempatan guru secara tepat;
- e_3 : meningkatkan pemerataan akses pendidikan tinggi;
- e_4 : meningkatkan kualitas pendidikan tinggi;
- e_5 : meningkatkan relevansi dan daya saing pendidikan tinggi; dan
- e_6 : meningkatkan tata kelola kelembagaan perguruan tinggi

Penilaian ketercapaian indikator menggunakan peringkat 0 sampai 5, dimana nilai 5 merupakan nilai maksimal terjadi peningkatan sesuai yang diharapkan. Data disajikan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabular 6-soft set Contoh 3

$(F^*, A, 6)$	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6
u_1	4	3	3	4	5	4
u_2	4	*	3	4	4	4
u_3	4	2	3	3	4	4
u_4	*	3	2	3	4	3
u_5	3	0	2	*	3	2

Selanjutnya dengan *threshold* $T=4$, diperoleh perubahan Tabel 4 menjadi Tabel 5. Perhatikan bahwa untuk setiap angka yang lebih besar atau sama dengan 4 diganti menjadi angka 1 dan selebihnya 0.

Tabel 5. (F^4, A) Contoh 3

(F^4, A)	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6
u_1	1	0	0	1	1	1
u_2	1	*	0	1	1	1
u_3	1	0	0	0	1	1
u_4	*	0	0	0	1	0
u_5	0	0	0	*	0	0

Pada Tabel 4 dan 5 diketahui bahwa kolom yang terdapat data tidak lengkap adalah parameter e_1 , e_2 , dan e_4 . Dengan menerapkan Algoritma ADFIN diperoleh perhitungan D_{ij} seperti dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan D_{ij} Contoh 3

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6
e_1	-	$-2/3$	$-3/4$	$2/3$	1	1
e_2	$-2/3$	*	1	$-1/3$	$-3/4$	$1/2$
e_4	$2/3$	$-1/3$	$1/2$	-	$1/2$	$3/4$

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh derajat asosiasi maksimal untuk masing-masing parameter $e_1, e_2,$ dan e_4 . Rinciannya sebagai berikut.

$$D_1 = \max\left\{\frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, 1, 1\right\} = 1$$

$$D_2 = \max\left\{\frac{2}{3}, 1, \frac{1}{3}, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}\right\} = 1$$

$$D_4 = \max\left\{\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right\} = \frac{3}{4}$$

Karena D_1 dan D_2 lebih besar dari λ maka prediksi data tidak lengkap berdasarkan kekonsistenan dan ketidakkonsistenan antara dua parameter terkait. Sedangkan diketahui $D_4 < \lambda$ sehingga prediksi nilai dicari dengan

probabilitas $p_0 = \frac{2}{2+2} = 1/2$. Hasil data lengkap dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. (F^A, A) Data Lengkap Contoh 3

(F^A, A)	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6
u_1	1	0	0	1	1	1
u_2	1	0	0	1	1	1
u_3	1	0	0	0	1	1
u_4	1	0	0	0	1	0
u_5	0	0	0	1/2	0	0

Berdasarkan data pada Tabel 7, *choice values* maksimum ditunjukkan oleh u_1 dan u_2 . Oleh karena itu, keputusan yang diambil adalah provinsi pertama dan kedua.

PENUTUP

Pengambilan keputusan merupakan masalah yang selalu dan pasti ditemui oleh setiap individu. Penilaian terhadap karakteristik objek tidak terbatas dan tidak dapat dibatasi hanya pada dua pilihan biner yaitu iya dan tidak, hitam atau putih. Faktanya, penilaian dalam kehidupan sehari-hari terjadi

lebih kompleks. Evaluasi yang melibatkan berhingga peringkat tergantung kebutuhan, yang umum dikenal dengan *N-array*. Permasalahan pengambilan keputusan pasti didasari oleh data. Data dapat berupa simulasi atau fakta lapangan. Data yang terhimpun dapat lengkap atau ada bagian yang hilang.

Soft set sebagai sebuah teori yang dapat mengatasi ketidaktentuan dengan fleksibilitas parameternya berkembang menjadi *N-soft set* untuk mewartahi penilaian *N-array*, sehingga *incomplete N-soft set* merupakan kewajaran jika ditemui dalam kehidupan nyata. Pada bagian ini dijelaskan secara runtun mulai dari teori *soft set* stándar hingga pada penerapan algoritma untuk mengatasi *incomplete N-soft set* pada contoh ilustratif terkait indikator SDGs. Dengan demikian, *N-soft set* dapat disebut sebagai inovasi dalam bidang pengolahan data yang merupakan salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan.

REFERENSI

- Akram, M., & Shahzadi, S. (2016). Novel intuitionistic fuzzy soft multiple-attribute decision-making methods. *Neural Computing and Applications*, 1-13.
- Alcantud, J. C. R. (2015). Fuzzy soft set based decision making: a novel alternative approach. *IFSA-EUSFLAT Conference Proceeding*, Atlantic Press, 106-111.
- Alcantud, J. C. R. (2016a). A novel algorithm for fuzzy soft set based decision making from multiobserver input parameter data set. *Information Fusion*, 29, 142-148.
- Alcantud, J. C. R. (2016b). Fuzzy soft set decision making algorithms: some clarifications and reinterpretations. O. Luaces, J. A. Gamez, E. Barrenechea, A. Troncoso, M. Galar, H. Quintian, E. Corchado (Ed.). *Advances in Artificial Intelligence: 17th Conference of the Spanish Association for Artificial Intelligence, CAEPIA 2016, Salamanca, Spain, September 14-16, 2016. Proceedings*, 479-488, Springer-Verlag.
- Alcantud, J. C. R. (2016c). Some formal relationships among soft sets, fuzzy sets, and their extensions. *International Journal of Approximate Reasoning*, 68, 45-53.
- Alcantud, J. C. R., & Santos-García, G. (2017). A new criterion for soft set based decision making problems under incomplete information. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 10, 394-404.
- Atagun, A., Kamacı, H., & Oktay, O. (2016). Reduced soft matrices and generalized \cap products with applications in decision making. *Neural Computing and Applications*, 1-12.
- Deli, I., Eraslan, S., & Cagman, N. (2016). Ivnpiv-Neutrosophic soft sets and their decision making based on similarity measure. *Neural Computing and Applications*, 1-17.

- Fatimah, F., Rosadi, D., Hakim, RB. F., Alcantud, J. C. R. (2017a). Probabilistic soft sets and dual probabilistic soft sets in decision-making. *Neural Computing and Applications*. doi: 10.1007/s00521-017-3011-y.
- Fatimah, F., Rosadi, D., Hakim, RB. F., Alcantud, J. C. R. (2017b). A social choice approach to graded soft sets. *2017 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 1-6. doi: 10.1109/FUZZ-IEEE.2017.8015428.
- Fatimah, F., Rosadi, D., Hakim, RB. F. (2018). Probabilistic soft sets and dual probabilistic soft sets in decision making with positive and negative parameters. *Journal of Physics: Conference Series*. doi: 10.1088/1742-6596/983/1/012112.
- Fatimah, F., Rosadi, D., Hakim, RB. F., Alcantud, J. C. R. (2018). N-soft sets and their decision making algorithms. *Soft Computing*, 22(12), 3829-3842.
- Feng, F., Jun, Y. B., Liu, X., & Li, L. (2010). An adjustable approach to fuzzy soft set based decision making. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 234, 10-20.
- Feng, F., Cho, J., Pedrycz, W., Fujita, H., & Herawan, T. (2016). Soft set based association rule mining. *Knowledge-Based Systems*, 111, 268-282.
- Hakim, R. B. F., Saari, E.N., & Herawan, T. (2014a). Soft solution of soft set theory for recommendation in decision making. *Recent Advances on Soft Computing and Data Mining*, 287, 313-324.
- Hakim, R. B. F., Saari, E.N., & Herawan, T. (2014b). On if-then multi soft sets-based decision making, *Information and Communication Technology. Lecture Notes in Computer Science*, 8407, 306-315.
- Han, B.-H., Li, Y.-M., Liu, J., Geng, S.-L & Li, H.-Y. (2014). Elicitation criterions for restricted intersection of two incomplete soft sets. *Knowledge-Based Systems*, 59:121–131, 2014.

- Khan, M.S., AlGaradi, M.A., Abdul Wahab, A.W., Herawan, T. (2016). An alternative data filling approach for prediction of missing data in soft sets (ADFIS). *SpringerPlus*, 5:1348, 1-20.
- Kong, Z., Gao, L., & Wang, L. (2009). Comment on "A fuzzy soft set theoretic approach to decision making problems". *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 223, 540-542.
- Kong, Z., Zhang, G., Wang, L., Wu, Z., Qi, S., & Wang, H. (2014). An efficient decision making approach in incomplete soft set. *Applied Mathematical Modelling*, 38, 2141-2150.
- Ma, X., Liu, Q., & Zhan, J. (2016). A survey of decision making methods based on certain hybrid soft set models. *Artificial Intelligence Review*, 1-24.
- Maji, P. K., Roy, A. R., & Biswas, R. (2002). An application of soft sets in a decision making problem. *Computers and Mathematics with Applications*, 44, 1077-1083.
- Mohamed, H., Ahmad, N. B. H., & Shamsuddin, S. M. H. (2014). Bijective soft set classification of student's learning styles. *Proceeding: 2014 8th. Malaysian Software Engineering Conference (MySEC)*, 289-294.
- Molodstov, D. (1999). Soft set-theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 37, 19-31.
- Peng, X., & Yang, Y. (2015a). Approaches to interval-valued intuitionistic hesitant fuzzy soft sets based decision making. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 10(4), 657-680.
- Qin, H., Ma, X., Herawan, T., Zain, J.M. (2012). DFIS: a novel data filling approach for an incomplete soft set. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 22(4), 817-828.
- Roy, A. R., & Maji, P. K. (2007). A fuzzy soft set theoretic approach to decision making problems. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 203, 412-418.

- UNDP. (2015). *Indicators and Data Mapping to Measure Sustainable Development Goals (SDGs) Target – UNDP in Indonesia*. Diakses dari <http://id.undp.org>.
- Xu, W., Xiao, Z., Dang, X., Yang, D., & Yang, X. (2014). Financial ratio selection for business failure prediction using soft set theory. *Knowledge-Based Systems*, 63, 59-67.
- Zhan, J., Liu, Q., & Herawan, T. (2017). A novel soft rough set: Soft rough hemirings and corresponding multicriteria group decision making. *Applied Soft Computing*, 54, 393-402.
- Zhan, J., Liu, Q., & Zhu, W. (2016). Another approach to rough soft hemirings and corresponding decision making. *Soft Computing*, 1-12.
- Zhan, J., & Zhu, K. (2015). Reviews on decision making methods based on (fuzzy) soft sets and rough soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 29, 1169-1176.
- Zou, Y., Xiao, Z. (2008). Data analysis approaches of soft sets under incomplete information. *Knowledge-Based Systems*, 21(8), 941–945.