

Penggunaan Logika *Fuzzy* dan Algoritma TOPSIS Dalam Pengukuran Modal Manusia

Firlan^{[1]*}

Badan Pusat Statistik Kota Padang^[1]
Padang, West Sumatera
firlan@bps.go.id^[1]

Abstract— Human capital is an important part of the economy of a region. The Human Capital indicator still takes the IT dimension into account in its measurement. The purpose of this study was to measure human capital at the district/city level in West Sumatra by considering the IT dimension. The method used in this research is Fuzzy Logic and TOPSIS Algorithm. Human capital is approached with the dimensions of education, health, and IT from the March 2020 Susenas data. The calculation results show the ranking of 19 districts/cities according to their level of human capital, where Bukittinggi City occupies the first position and Tanah Datar Regency occupies the last position. From the results obtained, it can be concluded that this method can measure human capital and is flexible in terms of adding dimensions as needed.

Keywords—Information Technology, indicator, Susenas

Abstrak— Modal manusia merupakan bagian penting dari perekonomian suatu daerah. Indikator Modal Manusia masih sedikit mempertimbangkan dimensi IT dalam pengukurannya. Tujuan penelitian ini adalah mengukur modal manusia pada tingkat Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dengan mempertimbangkan dimensi IT. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Logika *Fuzzy* dan Algoritma TOPSIS. Modal manusia didekati dengan dimensi pendidikan, kesehatan, dan IT dari data Susenas Maret 2020. Hasil penghitungan memperlihatkan ranking dari 19 Kab/Kota menurut tingkat modal manusianya dimana Kota Bukittinggi menempati posisi pertama dan Kabupaten Tanah Datar menempati posisi terakhir. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa metode ini dapat mengukur modal manusia dan bersifat fleksibel terhadap penambahan dimensi sesuai kebutuhan.

Keywords—Information Technology, indikator, Susenas

I. PENDAHULUAN

Modal manusia merupakan bagian penting dalam ilmu Ekonomi [1]. Informasi tentang modal manusia dapat digunakan oleh pemerintah untuk mengambil kebijakan. Oleh karena itu, ketersediaan informasi modal manusia suatu daerah sangat diperlukan.

Saat ini ada beberapa indikator yang memperlihatkan keadaan modal manusia suatu daerah, seperti *Human Capital Index* (HCI) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM), namun demikian komponen penyusunnya sudah ditentukan oleh penerbitnya. Sedangkan komponen modal manusia dapat berbeda untuk setiap daerah dan waktu. Sebagaimana

kemampuan penggunaan perangkat IT dapat dikategorikan suatu modal manusia saat ini, yang mana dimensi ini tidak terdapat dalam HCI maupun IPM.

Penghitungan modal manusia yang sesuai dengan kehendak peneliti akan menemui kendala pada penggunaan alat hitung. Jika mengadopsi alat hitung HCI atau IPM, akan ada kemungkinan kesalahan penggunaan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat hitung yang mudah dipahami dan fleksibel.

Modal manusia disusun oleh beberapa variabel atau dimensi [2], sehingga dapat dikategorikan kedalam *Multi Attribute Decision Making* (MADM) pada bahasan Logika *Fuzzy*. Tentunya, beberapa metode MADM pada logika *fuzzy* dapat digunakan dalam penghitungan modal manusia.

Logika *Fuzzy* banyak digunakan dalam pemecahan masalah optimasi. Selain itu dapat juga digunakan dalam pemecahan masalah dalam bidang sosial ekonomi karena sifatnya yang fleksibel. Pada tahun 2004, [3] menemukan bahwa penggunaan logika *fuzzy* pada bidang ilmu sosial masih terbilang baru di negara Malaysia. Namun penggunaannya diluar bidang *Information Technology* (IT) semakin berkembang setiap tahunnya, seperti dibidang *supply chain*, lingkungan, energi, bisnis dan kesehatan [4]. Penelitian oleh [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] dan [14] merupakan beberapa contoh penggunaan *fuzzy* diluar bidang IT.

Dalam bidang ekonomi, logika *fuzzy* pernah digunakan dalam penentuan kemiskinan multidimensi [15] dan [16]. Namun demikian masih sedikit yang membahas penggunaan metode ini dalam topik modal manusia. [17] pernah mengukur modal manusia pada anak usia sekolah dengan menambahkan variabel IT sebagai pelengkap indikator, namun demikian penelitian ini hanya untuk penduduk usia sekolah.

Logika *fuzzy* juga dapat digabung dengan metode/algoritma salah satunya algoritma TOPSIS (*Technique for Others Preference by Similarity to Ideal Solution*) [18]. Algoritma ini bersifat sederhana dan fleksibel dalam membantu mengambil keputusan [19]. Algoritma ini ditemukan oleh Hwang dan Yoon yang sudah digunakan diberbagai bidang keilmuan [4].

Penghitungan indikator modal manusia saat ini masih terbatas jumlah dimensi yang digunakan karena keterbatasan metode penghitungan, sehingga indikator yang dihasilkan tidak

menggambarkan keadaan sebenarnya secara keseluruhan. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dihitung indikator modal manusia dengan menggabungkan metode logika fuzzy dengan algoritma *Technique for Others Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) sehingga dapat menambahkan dimensi modal manusia sesuai dengan perkembangan waktu (dimensi IT) dan dapat menghasilkan indikator yang lebih relevan dan akurat.

II. METODE PENELITIAN

A. Data

Penelitian ini menggunakan data Susenas tahun 2020 modul keterangan pokok rumah tangga di Provinsi Sumatera Barat. Variabel yang digunakan adalah dari keterangan pendidikan, kesehatan dan teknologi informasi. Variabel tersebut dalam unit analisis individu, kemudian diagregasi kedalam level kabupaten/kota.

TABEL 1. KETERANGAN VARIABEL

No	Variabel	Nilai
1	Lama Sekolah	1-26 tahun
2	Penggunaan Komputer	1=Ya, 0=Tidak
3	Penggunaan Internet	1=Ya, 0=Tidak
4	Cacat Ringan	1=Ya, 0=Tidak
5	Cacat Sedang	1=Ya, 0=Tidak
6	Cacat Berat	1=Ya, 0=Tidak
7	Sakit Sebulan Yang Lalu	1=Ya, 0=Tidak

B. Fuzzy TOPSIS

Fuzzy merupakan suatu metode penentuan anggota suatu himpunan. Anggota himpunan dinyatakan dalam derajat keanggotaan. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut

$$x: \mathbb{R} \rightarrow [0,1] \tag{1}$$

Persamaan (1) merupakan suatu pemetaan bilangan riil kedalam selang tertutup dari nol sampai dengan satu dan sering dikenal sebagai fungsi keanggotaan [20][21]. Selang tertutup ini merupakan nilai derajat keanggotaan dari himpunan yang akan didefinisikan.

Data individu yang sudah diperoleh akan diolah terlebih dahulu menjadi data rata-rata pada tingkat kabupaten/kota. Kemudian menerapkan Algoritma TOPSIS untuk mendapatkan kab/kota dengan nilai modal manusia tertinggi.

Algoritma ini terdiri dari 5 langkah [5], yaitu :

Langkah 1 membentuk matrik keputusan ternormalisasi. Pada langkah ini akan diukur nilai individu dalam setiap kriteria dengan persamaan (2).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{2}$$

Nilai x_{ij} merupakan derajat keanggotaan alternatif i pada atribut j . Pada penelitian ini akan digunakan fungsi keanggotaan trapesium seperti pada Tabel 2.

TABEL 2. FUNGSI KEANGGOTAAN KRITERIA

Kriteria	Fungsi Keanggotaan
Rata-rata lama sekolah (RLS)	$x_{ij} = \begin{cases} 1, x \geq 12 \\ 0, x \leq 6 \\ \frac{x-6}{12-6}, 6 < x < 12 \end{cases}$
Rata-rata penggunaan komputer (RKU)	$x_{ij} = \begin{cases} 1, x \geq 0.25 \\ 0, x \leq 0.02 \\ \frac{x-0.02}{0.25-0.02}, 0.02 < x < 0.25 \end{cases}$
Rata-rata penggunaan internet (RIU)	$x_{ij} = \begin{cases} 1, x \geq 0.5 \\ 0, x \leq 0.15 \\ \frac{x-0.15}{0.5-0.15}, 0.15 < x < 0.5 \end{cases}$
Rata-rata cacat ringan (RC1)	$x_{ij} = \begin{cases} 1, x \geq 0.5 \\ 0, x \leq 0.05 \\ \frac{x-0.05}{0.5-0.05}, 0.05 < x < 0.5 \end{cases}$
Rata-rata cacat sedang (RC2)	$x_{ij} = \begin{cases} 1, x \geq 0.25 \\ 0, x \leq 0.01 \\ \frac{x-0.01}{0.25-0.01}, 0.01 < x < 0.25 \end{cases}$
Rata-rata cacat berat (RC3)	$x_{ij} = \begin{cases} 1, x \geq 0.125 \\ 0, x \leq 0.003 \\ \frac{x-0.003}{0.125-0.003}, 0.003 < x < 0.125 \end{cases}$
Rata-rata sakit (Health)	$x_{ij} = \begin{cases} 1, x \geq 0.5 \\ 0, x \leq 0.05 \\ \frac{x-0.05}{0.5-0.05}, 0.05 < x < 0.5 \end{cases}$

Langkah 2 membentuk matrik keputusan ternormalisasi terbobot. Matrik ini didapatkan dengan menerapkan persamaan (3) terhadap matrik keputusan ternormalisasi, namun sebelumnya harus ditentukan bobot dari setiap kriteria. Bobot ditentukan sama untuk setiap kriteria, jika kriteria mempunyai subkriteria maka bobot kriteria akan dibagi sejumlah subkriterianya [22].

$$y_{ij} = w_i r_{ij} \tag{3}$$

dimana $i = 1, \dots, m$ dan $j = 1, \dots, n$

TABEL 3. BOBOT KRITERIA

Kriteria	Subkriteria	Bobot
Pendidikan	Rata-rata lama sekolah (Tahun)	0.33
Teknologi Informatika (TI)	Rata-rata penggunaan komputer (Orang)	0.165
	Rata-rata penggunaan internet (Orang)	0.165
Kesehatan	Rata-rata cacat ringan (Orang)	0.085
	Rata-rata cacat sedang (Orang)	0.085
	Rata-rata cacat berat (Orang)	0.085

	Rata-rata sakit (Orang)	0.085
--	-------------------------	-------

Langkah 3, menentukan solusi ideal positif dan negatif

Solusi ideal positif dan negatif berturut-turut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) dan (5)

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (4)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (5)$$

Langkah 4, menentukan jarak setiap alternatif terhadap solusi positif dan negatif

Langkah ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (6) dan (7) masing-masingnya untuk menentukan jarak alternatif terhadap solusi positif dan negatif

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij}^+ - y_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

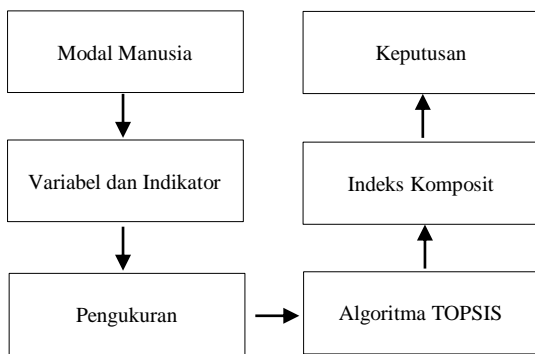
$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij}^- - y_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

Langkah 5, menentukan nilai preferensi dari setiap alternatif dengan menggunakan persamaan (8)

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

Kab/kota dikatakan mempunyai modal manusia terbaik jika nilai V_i mendekati 1.

C. Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Modal Manusia

Pada langkah penentuan derajat keanggotaan, perlu dilakukan agregasi kedalam tingkat kabupaten/kota. Hal ini dilakukan juga untuk mempermudah perhitungan mengingat data individu berjumlah 44.748 observasi yang akan sulit disajikan dalam bentuk tabel. Adapun daftar Kabupaten/Kota di Sumatera Barat diperlihatkan pada Tabel 4.

TABEL 4. DAFTAR KABUPATEN/KOTA DI SUMATERA BARAT

No	Nama Kab/Kota	Kode
1	Kab. Kepulauan Mentawai	01

No	Nama Kab/Kota	Kode
2	Kab. Pesisir Selatan	02
3	Kab. Solok	03
4	Kab. Sijunjung	04
5	Kab. Tanah Datar	05
6	Kab. Padang Pariaman	06
7	Kab. Agam	07
8	Kab. Lima Puluh Kota	08
9	Kab. Pasaman	09
10	Kab. Solok Selatan	10
11	Kab. Dharmasraya	11
12	Kab. Pasaman Barat	12
13	Kota Padang	71
14	Kota Solok	72
15	Kota Sawahlunto	73
16	Kota Padang Panjang	74
17	Kota Bukittinggi	75
18	Kota Payakumbuh	76
19	Kota Pariaman	77

Nilai agregat setiap kabupaten/kota untuk setiap kategori/subkriteria didapatkan dengan merata-ratakan nilainya. Setelah nilai agregat diperoleh, maka ditentukan nilai derajat keanggotaan dari setiap kabupaten/kota terhadap setiap kategori. Derajat keanggotaan diperoleh dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan pada Tabel 2. Penentuan derajat keanggotaan ini dapat dikategorikan sebagai langkah Pra Topsis, karena ini merupakan penghitungan umum pada logika fuzzy namun sangat menentukan untuk langkah berikutnya.

TABEL 5. NILAI AGREGAT KABUPATEN/KOTA

Kab/Kota	RLS	RKU	RIU	RC1	RC2	RC3	Health
1	7.8296	0.0414	0.1842	0.0667	0.0212	0.0036	0.2592
2	8.4035	0.0870	0.3081	0.0630	0.0158	0.0054	0.3101
3	7.7302	0.1052	0.3419	0.0829	0.0200	0.0045	0.2642
4	8.1236	0.0884	0.3461	0.1422	0.0262	0.0049	0.3021
5	8.5416	0.1400	0.3832	0.1523	0.0415	0.0080	0.2817
6	8.2455	0.1093	0.3630	0.0848	0.0268	0.0071	0.4117
7	8.6217	0.1198	0.4238	0.0751	0.0259	0.0092	0.3083
8	8.0391	0.0911	0.3233	0.0915	0.0220	0.0051	0.3191
9	8.2597	0.1158	0.3175	0.0986	0.0273	0.0088	0.2404
10	8.5577	0.1293	0.3771	0.0999	0.0176	0.0062	0.3738
11	8.5784	0.0942	0.4151	0.0654	0.0138	0.0060	0.3320
12	8.3569	0.0715	0.3083	0.0567	0.0322	0.0052	0.2211
71	11.1761	0.2650	0.5698	0.0632	0.0231	0.0069	0.3099
72	10.4938	0.2371	0.5755	0.0570	0.0112	0.0034	0.2507
73	9.5382	0.1767	0.4938	0.0571	0.0139	0.0074	0.3186
74	10.6542	0.2791	0.6629	0.0662	0.0128	0.0041	0.4053
75	10.8213	0.2970	0.6781	0.0394	0.0104	0.0052	0.3095
76	10.1112	0.2221	0.5632	0.0722	0.0195	0.0088	0.3216
77	10.1304	0.2648	0.5627	0.0653	0.0131	0.0034	0.3441

Tabel 5 memperlihatkan nilai agregat dari 19 Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat. Nilai ini sudah memperlihatkan peringkat kab/kota disetiap kategorinya, namun belum cukup untuk mengambil keputusan secara umum.

TABEL 6. DERAJAT KEANGGOTAAN TERAGREGASI

Kab/ Kota	RLS	RKU	RIU	RC1	RC2	RC3	Health
1	0.3049	0.0930	0.0976	0.0372	0.0467	0.0051	0.4649
2	0.4006	0.2911	0.4516	0.0289	0.0243	0.0196	0.5780
3	0.2884	0.3703	0.5482	0.0732	0.0416	0.0125	0.4761
4	0.3539	0.2974	0.5602	0.2048	0.0675	0.0155	0.5602
5	0.4236	0.5218	0.6664	0.2273	0.1311	0.0413	0.5149
6	0.3742	0.3884	0.6085	0.0773	0.0699	0.0333	0.8037
7	0.4369	0.4338	0.7823	0.0558	0.0661	0.0509	0.5740
8	0.3398	0.3091	0.4952	0.0923	0.0501	0.0171	0.5979
9	0.3766	0.4166	0.4785	0.1081	0.0721	0.0476	0.4232
10	0.4263	0.4754	0.6488	0.1108	0.0316	0.0261	0.7194
11	0.4297	0.3226	0.7573	0.0342	0.0157	0.0248	0.6268
12	0.3928	0.2241	0.4522	0.0148	0.0923	0.0182	0.3801
71	0.8627	1.0000	1.0000	0.0293	0.0544	0.0324	0.5775
72	0.7490	0.9439	1.0000	0.0155	0.0050	0.0033	0.4461
73	0.5897	0.6812	0.9823	0.0157	0.0162	0.0364	0.5969
74	0.7757	1.0000	1.0000	0.0360	0.0118	0.0091	0.7896
75	0.8035	1.0000	1.0000	0.0000	0.0015	0.0179	0.5766
76	0.6852	0.8785	1.0000	0.0494	0.0397	0.0474	0.6036
77	0.6884	1.0000	1.0000	0.0339	0.0131	0.0032	0.6535

Tabel 6 merupakan derajat keanggotaan setiap kab/kota pada masing-masing kategori. Cukup banyak daerah yang mempunyai nilai sempurna (satu) pada kategori komputer dan internet dan semuanya adalah daerah Kota. Hal ini dapat disebabkan karena daerah perkotaan fasilitas teknologi informasi sudah memadai dibanding daerah kabupaten.

TABEL 7. Matrik Ternormalisasi Terbobot

Kab/ Kota	RLS	RKU	RIU	RC1	RC2	RC3	Health
1	0.0425	0.0055	0.0049	0.0082	0.0165	0.0035	0.0154
2	0.0559	0.0173	0.0226	0.0063	0.0086	0.0134	0.0192
3	0.0402	0.0220	0.0274	0.0160	0.0147	0.0085	0.0158
4	0.0494	0.0177	0.0280	0.0449	0.0238	0.0106	0.0186
5	0.0591	0.0310	0.0333	0.0498	0.0462	0.0282	0.0171
6	0.0522	0.0231	0.0304	0.0169	0.0246	0.0228	0.0267
7	0.0610	0.0258	0.0391	0.0122	0.0233	0.0348	0.0191
8	0.0474	0.0184	0.0248	0.0202	0.0177	0.0117	0.0198
9	0.0525	0.0248	0.0239	0.0237	0.0254	0.0326	0.0140
10	0.0595	0.0283	0.0324	0.0243	0.0112	0.0178	0.0239
11	0.0600	0.0192	0.0379	0.0075	0.0055	0.0169	0.0208
12	0.0548	0.0133	0.0226	0.0033	0.0325	0.0125	0.0126
71	0.1204	0.0594	0.0500	0.0064	0.0192	0.0221	0.0192
72	0.1045	0.0561	0.0500	0.0034	0.0018	0.0023	0.0148
73	0.0823	0.0405	0.0491	0.0034	0.0057	0.0249	0.0198
74	0.1082	0.0594	0.0500	0.0079	0.0042	0.0062	0.0262
75	0.1121	0.0594	0.0500	0.0000	0.0005	0.0122	0.0191
76	0.0956	0.0522	0.0500	0.0108	0.0140	0.0324	0.0200
77	0.0960	0.0594	0.0500	0.0074	0.0046	0.0022	0.0217

Menggunakan data Tabel 7, akan ditentukan solusi ideal positif (+) dan negatif (-). Solusi ini mengambil nilai maksimum pada setiap kriteria *benefit* dan nilai minimum dari kriteria *cost*. Penerapan persamaan (4) dan (5) dapat dilihat pada Tabel 8.

TABEL 8. Solusi Ideal Positif dan Negatif

Solusi	RLS	RKU	RIU	RC1	RC2	RC3	Health
+	0.1204	0.0594	0.0500	0.0000	0.0005	0.0022	0.0126
-	0.0402	0.0055	0.0049	0.0498	0.0462	0.0348	0.0267

TABEL 9. Jarak Alternatif Terhadap Solusi Positif (D+) Solusi Negatif (D-) Nilai Preferensi dan Peringkat

Kab/ Kota	D+	D-	V_i	Peringkat
1	0.1064	0.0611	0.3648	16
2	0.0834	0.0672	0.4462	9
3	0.0940	0.0610	0.3937	13
4	0.0996	0.0441	0.3068	18
5	0.1005	0.0442	0.3052	19
6	0.0885	0.0529	0.3739	14
7	0.0810	0.0633	0.4388	11
8	0.0921	0.0537	0.3682	15
9	0.0927	0.0465	0.3343	17
10	0.0779	0.0618	0.4427	10
11	0.0760	0.0739	0.4929	8
12	0.0912	0.0603	0.3982	12
71	0.0288	0.1191	0.8053	4
72	0.0168	0.1186	0.8762	2
73	0.0492	0.0942	0.6571	7
74	0.0206	0.1180	0.8515	3
75	0.0146	0.1235	0.8946	1
76	0.0440	0.0994	0.6934	6
77	0.0273	0.1126	0.8048	5

Tabel 9 memperlihatkan bahwa Kota Bukittinggi mempunyai modal manusia paling tinggi dengan nilai 0,8946 dan Kabupaten Tanah Datar mempunyai nilai modal manusia terendah yaitu 0,3052. Nilai tersebut adalah agregasi dari 7 kriteria menjadi satu nilai indeks. Nilai ini dengan catatan bahwa setiap kategori/subkriteria mempunyai bobot yang sama.

Jika pengambil keputusan atau pemangku kepentingan ingin meningkatkan modal manusia suatu daerah, maka akan membutuhkan data nilai dekomposisi setiap alternatif untuk setiap subkriteria. Sayangnya fasilitas ini tidak tersedia secara khusus pada TOPSIS. Nilai ini dapat didekati dengan melihat jarak alternatif terhadap nilai ideal positif atau negatif, dapat dilihat pada Tabel 10.

TABEL 10. Jarak Terdekat Alternatif Terhadap Solusi Ideal Positif

Kab/ Kota	RLS	RKU	RIU	RC1	RC2	RC3	Health
1	0.0061	0.0029	0.0020	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000
2	0.0042	0.0018	0.0008	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000
3	0.0064	0.0014	0.0005	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000
4	0.0050	0.0017	0.0005	0.0020	0.0005	0.0001	0.0000
5	0.0038	0.0008	0.0003	0.0025	0.0021	0.0007	0.0000
6	0.0046	0.0013	0.0004	0.0003	0.0006	0.0004	0.0002
7	0.0035	0.0011	0.0001	0.0001	0.0005	0.0011	0.0000
8	0.0053	0.0017	0.0006	0.0004	0.0003	0.0001	0.0001
9	0.0046	0.0012	0.0007	0.0006	0.0006	0.0009	0.0000
10	0.0037	0.0010	0.0003	0.0006	0.0001	0.0002	0.0001
11	0.0036	0.0016	0.0001	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001
12	0.0043	0.0021	0.0007	0.0000	0.0010	0.0001	0.0000
71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0004	0.0000
72	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
73	0.0015	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001
74	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002
75	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000

Kab/ Kota	RLS	RKU	RIU	RC1	RC2	RC3	Health
76	0.0006	0.0001	0.0000	0.0001	0.0002	0.0009	0.0001
77	0.0006	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001

Pada Tabel 10, nilai terkecil merupakan nilai terbaik karena semakin kecil nilainya maka semakin dekat alternatif terhadap nilai ideal positif. Hal sebaliknya berlaku untuk nilai jarak terdekat dengan solusi negatif. Pemangku kepentingan dapat memberikan prioritas peningkatan modal manusia alternatif/daerah pada nilai jarak terbesar.

B. Faktor Penentu Nilai

Beberapa hal yang mempengaruhi nilai alternatif untuk setiap langkah algoritma adalah sebagai berikut :

1. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan bagian fleksibel dalam perhitungan pada metode Fuzzy pada umumnya. Meskipun bagian ini tidak ditentukan secara pasti dalam TOPSIS tetapi memiliki pengaruh yang besar terhadap nilai pengukuran [21].

Fungsi keanggotaan bersifat *expert judgement*. Nilai ini akan bervariasi dari setiap para ahli dibidangnya. Para ahli dapat merujuk kepada penelitian terdahulu dari topik yang akan dicari solusinya. Sebagai contoh nilai fungsi keanggotaan pada bidang ekonomi akan lebih akurat jika ditentukan oleh para ahli dibidang ekonomi. Begitu juga pada bidang ilmu yang lain.

2. Bobot Kriteria

Sebagaimana fungsi keanggotaan, bobot juga merupakan bagian fleksibel pada TOPSIS. Bobot dapat ditentukan sesuai dengan keinginan peneliti, dan tentunya akan lebih masuk akal jika dilandaskan pada penelitian ataupun argumen-argumen terkait bidang ilmu yang akan ditentukan solusinya. Semakin besar bobot yang diberikan terhadap suatu kriteria akan semakin besar pengaruh kriteria tersebut terhadap nilai agregasinya.

C. Perbandingan Dengan Indikator Serupa

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dapat dijadikan salah satu indikator modal manusia. Pengukuran IPM menggunakan metode rata-rata geometrik dengan mempertimbangkan tiga dimensi yaitu harapan hidup, pendidikan dan standar hidup layak [23]. Indikator ini dihitung oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dan tersedia sampai tingkat Kabupaten/Kota.

TABEL 11. PERBANDINGAN IPM DENGAN TOPSIS HC

Kab/ Kota	IPM	Peringkat	TOPSIS HC	Peringkat
1	61,09	19	0.3648	16
2	69,90	12	0.4462	9
3	69,08	14	0.3937	13
4	67,74	17	0.3068	18
5	72,33	9	0.3052	19
6	70,61	11	0.3739	14
7	72,46	8	0.4388	11

8	69,47	13	0.3682	15
9	66,64	18	0.3343	17
10	69,04	15	0.4427	10
11	71,51	10	0.4929	8
12	68,49	16	0.3982	12
71	82,82	1	0.8053	4
72	78,29	4	0.8762	2
73	72,64	7	0.6571	7
74	77,93	5	0.8515	3
75	80,58	2	0.8946	1
76	78,90	3	0.6934	6
77	76,90	6	0.8048	5

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa hanya satu daerah yang memiliki peringkat yang sama dari dua indikator tersebut. Meski perbandingan ini tidak *apple to apple* karena memiliki perbedaan dalam metodologi penghitungan, namun dapat menjadi gambaran bahwa metode TOPSIS menghasilkan nilai yang seirama dengan indikator serupa dan tidak ekstrim. Salah satu persamaan adalah daerah kota (71-77) memiliki nilai lebih tinggi dibanding daerah kabupaten (1-12).

IV. KESIMPULAN

Algoritma TOPSIS berhasil mengukur modal manusia 19 Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dengan menambahkan dimensi IT, dan tidak menunjukkan nilai ekstrim jika dibandingkan dengan indikator serupa. Penghitungan TOPSIS memberikan peringkat tertinggi modal manusia pada Kota Bukittinggi dan Peringkat terendah kepada Kabupaten Tanah Datar.

Algoritma TOPSIS bersifat fleksibel terutama pada langkah penentuan matrik keputusan dan penentuan bobot kriteria. Dalam dua aspek tersebut diberikan ruang seluas mungkin kepada peneliti untuk menentukan nilai sesuai dengan latar belakang keahlian dan penelitian yang berkembang pada bidang ilmu terkait.

Kekurangan dalam algoritma ini adalah tidak tersedia output untuk melihat nilai dekomposisi setiap kriteria. Nilai setiap kriteria dapat didekati dengan jarak alternatif terhadap nilai ideal positif atau negatif, namun tidak dikhususkan untuk melihat nilai dekomposisinya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. N. Mankiw, D. Romer, and D. N. Weil, "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *Q. J. Econ.*, no. May, 1992.

[2] R. Thamma-apiroam, "Approaches for Human Capital Measurement with an Empirical Application for Growth Policy," *Asian Soc. Sci.*, vol. 11, no. 26, pp. 309–322, 2015.

[3] L. Abdullah and A. Osman, "Fuzzy Sets in the Social Sciences : An Overview of Related Researches FUZZY SETS IN THE SOCIAL SCIENCES : AN OVERVIEW OF RELATED RESEARCHES," no. February, 2012.

[4] K. Palczewski and W. Salabun, "ScienceDirect The fuzzy TOPSIS applications in the last decade The fuzzy TOPSIS applications in the last decade," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 159, pp. 2294–2303, 2019.

[5] I. Riadi, "A Fuzzy Topsis Multiple-Attribute Decision Making for Scholarship Selection," vol. 9, no. 1, pp. 37–46, 2011.

- [6] S. Z. Eyupoglu, L. A. Gardashova, R. A. Allahverdiyev, and T. Saner, "Application of fuzzy logic in job satisfaction performance problem," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 102, no. August, pp. 190–197, 2016.
- [7] N. Aminudin, E. Sundari, K. Shankar, P. Deepalakshmi, R. Irviani, and A. Maseleno, "Weighted Product and Its Application to Measure Employee Performance," vol. 7, pp. 102–108, 2018.
- [8] D. Ulfiana and S. Suharyanto, "Analysis of Fuzzy TOPSIS Method in Determining Priority of Small Dams Construction," vol. 21, no. 2, pp. 46–53, 2019.
- [9] Muhammad Romi Syahputra, "Aplikasi fuzzy-topsis dalam melakukan seleksi pemilihan perumahan," *J. Mantik Penusa*, vol. 15, no. 1, pp. 123–128, 2014.
- [10] D. Septiyana and G. P. N. Hakim, "PENERAPAN FUZZY TOPSIS UNTUK PEMILIHAN PEMASOK PADA DEPARTEMEN SUPPLY CHAIN DI PERUSAHAAN PENGOLAHAN AIR KABUPATEN," vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2018.
- [11] D. Herawatie and E. Wuryanto, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mahasiswa Berprestasi dengan Metode Fuzzy TOPSIS," vol. 3, no. 2, 2017.
- [12] I. Mutmainah, "Penerapan Metode Topsis Dalam Pemilihan Jasa Ekspedisi," *J. SISFOKOM (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 10, pp. 86–92, 2021.
- [13] L. A. Pérez, "A New Fuzzy TOPSIS Approach to Personnel Selection with Veto Threshold and Majority Voting Rule," in *Mexican International Conference on Artificial Inteligence*, 2012, pp. 105–110.
- [14] S. W. I. Ferry Irmawan, Istiadi, Fitri marisa, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN SELEKSI KARYAWAN BARU PADA PT. MMS DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO," in *Conference on Innovation and Application of Science and Technology*, 2019, no. Ciastech, pp. 245–252.
- [15] A. Cerioli and S. Zani, "A Fuzzy Approach To The Measurement Of Poverty," 1990.
- [16] C. H. Leu, K. M. Chen, and H. H. Chen, "A multidimensional approach to child poverty in Taiwan," *Child. Youth Serv. Rev.*, vol. 66, pp. 35–44, 2016.
- [17] Firlan, W. D. Taifur, and Indrawari, "Human capital of school-age population in West Sumatera : measurement and determinant," *Perspekt. Pembiayaan dan Pambang. Drh.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [18] Sukerti. N.K, "PENERAPAN FUZZY TOPSIS UNTUK SELEKSI PENERIMAAN BANTUAN KEMISKINAN" *J Informatika* Vol. 15 No. 2, 2015.
- [19] W. E. Sari, B. Muslimin, and S. Rani, "Perbandingan Metode SAW dan Topsis pada Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerima Beasiswa," *J. SIS*, vol. 10, pp. 52–58, 2021.
- [20] J. Dombi, "Membership function as an evaluation," *Reseach Gr. Theory Autom.*, pp. 1–19.
- [21] S. Medasani and J. Kim, "An overview of membership function generation techniques for pattern recognition," *Int. J. Approx. Reason.*, vol. 19, pp. 391–417, 1998.
- [22] S. Alkire and J. Foster, "Counting and multidimensional poverty measurement," *J. Public Econ.*, vol. 95, no. 7–8, pp. 476–487, 2011.
- [23] S. Kondrashev, A. Mikhaylov, A. Yumashev, and B. Slusarczyk, "Global Indicators of Sustainable Development : Evaluation of the Influence of the Human," *Energies*, 2020.