**Penggunaan Algoritma TOPSIS Dalam Pengukuran Modal Manusia**

*Firlan*[1]\*

Badan Pusat Statistik Kota Padang [1]

Padang, West Sumatera

firlan@bps.go.id [1]

***Abstrak*—** **Modal manusia merupakan bagian penting dari perekonomian suatu daerah. Indikator Modal Manusia masih sedikit mempertimbangkan aspek IT dalam pengukurannya. Dalam penelitian ini, akan diukur modal manusia pada tingkat Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dengan mempertimbangkan aspek IT menggunakan Algoritma** **TOPSIS. Metode ini fleksibel dan mudah digunakan. Modal manusia didekati dari aspek pendidikan, kesehatan, dan IT dari data Susenas Maret 2020. Hasil penghitungan didapat rangking dari 19 Kab/Kota menurut tingkat modal manusianya dimana Kota Bukittinggi menempati posisi pertama dan Kabupaten Tanah Datar menampati posisi terakhir.**

***Keywords—Information Technology, indikator, Susenas***

# 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 keselahan 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, fuzzy pernah digunakan dalam penetuan 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 pelangkap indikator, namun demikian penelitian ini hanya untuk penduduk usia sekolah.

Lebih khusus dalam logika fuzzy, terdapat algoritma TOPSIS (*Technique for Others Preference by Similarity to Ideal Solution)* yang bersifat sederhana dan fleksibel [18]. Algoritma ini ditemukan oleh Hwang dan Yoon yang sudah digunakan diberbagai bidang keilmuan [4].

Dalam rangka melengkapi indikator modal manusia dengan dimensi yang fleksibel dan memberikan alternatif *tools*, maka penelitian ini akan menggunakan algoritma *Technique for Others Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk mengukur modal manusia di Provinsi Sumatera Barat.

# Metode penelitian

## Data

Penelitian ini menggunakan data Susenas tahun 2020 modul keterangan pokok rumah tangga. Variabel yang digunakan adalah dari keterangan pendidikan, kesehatan dan teknologi informasi. Variabel tersebut dalam unit analisis individu.

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

 $x:R⟶[0,1]$ (1)

Persamaan (1) merupakan suatu pemetaan bilangan riil kedalam selang tertutup dari nol sampai dengan satu dan sering dikenal sebagai fungsi keanggotaan [19][20]. Selang tertutup ini merupakan nilai derajat keanggotaan dari himpunan yang akan didefiniskan.

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).

$r\_{ij}=\frac{x\_{ij}}{\sqrt{\sum\_{i=1}^{m}x\_{ij}^{2}}}$ (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) | $$x\_{ij}=\left\{\begin{array}{c}1, x\geq 12\\0. x\leq 6\\\frac{x-6}{12-6}, 6<x<12\end{array}\right.$$ |
| Rata-rata penggunaan komputer (RKU) | $$x\_{ij}=\left\{\begin{array}{c}1, x\geq 0.25\\0. x\leq 0.02\\\frac{x-0.02}{0.25-0.02}, 0.02<x<0.25\end{array}\right.$$ |
| Rata-rata penggunaan internet (RIU) | $$x\_{ij}=\left\{\begin{array}{c}1, x\geq 0.5\\0. x\leq 0.15\\\frac{x-0.15}{0.5-0.15}, 0.15<x<0.5\end{array}\right.$$ |
| Rata-rata cacat ringan (RC1) | $$x\_{ij}=\left\{\begin{array}{c}1, x\geq 0.5\\0. x\leq 0.05\\\frac{x-0.05}{0.5-0.05}, 0.05<x<0.5\end{array}\right.$$ |
| Rata-rata cacat sedang (RC2) | $$x\_{ij}=\left\{\begin{array}{c}1, x\geq 0.25\\0. x\leq 0.01\\\frac{x-0.01}{0.25-0.01}, 0.01<x<0.25\end{array}\right.$$ |
| Rata-rata cacat berat (RC3) | $$x\_{ij}=\left\{\begin{array}{c}1, x\geq 0.125\\0. x\leq 0.003\\\frac{x-0.003}{0.125-0.003}, 0.003<x<0.125\end{array}\right.$$ |
| Rata-rata sakit (Health) | $$x\_{ij}=\left\{\begin{array}{c}1, x\geq 0.5\\0. x\leq 0.05\\\frac{x-0.05}{0.5-0.05}, 0.05<x<0.5\end{array}\right.$$ |

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 [21].

$y\_{ij}=w\_{i}r\_{ij}$ (3)

dimana $i=1,\cdots ,m $ dan $j=1,…,n$

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)

 $A^{+}=(y\_{1}^{+},y\_{2}^{+},…,y\_{n}^{+})$ (4)

 $A^{-}=(y\_{1}^{-},y\_{2}^{-},…,y\_{n}^{-})$ (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

$D\_{i}^{+}=\sqrt{\sum\_{j=1}^{n}(y\_{i}^{+}-y\_{ij})^{2}}, i=1,2,\cdots ,m$ (6)

$D\_{i}^{-}=\sqrt{\sum\_{j=1}^{n}(y\_{ij}-y\_{i}^{-})^{2}}, i=1,2,\cdots ,m$ (7)

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

$V\_{i}=\frac{D\_{i}^{-}}{D\_{i}^{-}+D\_{i}^{+}}$ $i=1,2,…,m$ (8)

Kab/kota dikatakan mempunyai modal manusia terbaik jika nilai $V\_{i}$ mendekati 1.

*C. Kerangka Pemikiran*

Keputusan

Modal Manusia

Indeks Komposit

Variabel dan Indikator

Algoritma TOPSIS

Pengukuran

Gambar 1. Kerangka Pemikiran

# Hasil dan Pembahasan

## 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 |
| 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 Sumaterara 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) dan semuanya adalah daerah Kota pada kategori komputer dan intenet. 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 20.

Tabel 20. 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 |
| 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 20, 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.

## 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 [20].

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 pada 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.

## Perbandingan Dengan Indikator Serupa

 Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dapat dijadikan salah satu indikator modal manusia. Pengukuran IPM meggunakan metode rata-rata geometrik dengan mempertimbangkan tiga dimensi yaitu harapan hidup, pendidikan dan standar hidup layak [22]. Indikator ini dihitung oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dan tersedia sampai tingkat Kabupaten/Kota.

Tabel 21. 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 21 dapat dilhat 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).

# Kesimpulan

Algoritma TOPSIS berhasil mengukur modal manusia 19 Kabupaten/Kota di Sumatera Barat 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. Sałabun, “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 Pembang. Drh.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14, 2019.

[18] 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.

[19] J. Dombi, “Membership function as an evaluation,” *Reseach Gr. Theory Autom.*, pp. 1–19.

[20] 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.

[21] S. Alkire and J. Foster, “Counting and multidimensional poverty measurement,” *J. Public Econ.*, vol. 95, no. 7–8, pp. 476–487, 2011.

[22] S. Kondrashev, A. Mikhaylov, A. Yumashev, and B. Slusarczyk, “Global Indicators of Sustainable Development : Evaluation of the Influence of the Human,” *Energies*, 2020.