

Pemilihan Wilayah Alternatif Terbaik Dengan Menggunakan Metode Multi Criteria Decision Making

Yoseph Pius Kurniawan Kelen

Universitas Timor -TTU - NTT

e-mail : yosepkelen@gmail.com

Abstrak

Sebagian besar wilayah perbatasan memegang peranan penting dalam rantai global perekonomian. Dimensi ekonomi sangat mewarnai sifat dari wilayah perbatasan, apakah kemungkinan tersebut menjadi sebuah keuntungan ataupun kerugian dari wilayah perbatasan sangat tergantung pada persoalanyang dihadapi dan solusi yang diberikan pemerintah sebagai pemangku kebijakan. Indikator pertumbuhan ekonomi suatu daerah dapat dilihat dari Produk Domestik Regional Buto (PDRB) harga berlaku dan harga konstan menurut delapan kriteria lapangan usaha. Kriteria ini sangat berpengaruh dalam menentukan tingkat pertumbuhan ekonomi suatu daerah sampai pada level tertentu agas bisa diketahui dengan jelas posisi pertumbuhan ekonomi setiap wilayah. Penentuan wilayah perbatasan dengan tingkat pertumbuhan ekonomi terbaik membutuhkan sebuah sistem pendukung keputusan (SPK) untuk membantu memberikan solusi alternatif. Penelitian ini membahas tentang pemilihan wilayah perbatasan dengan PDRB tertinggi berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan dan melakukan perangkian terhadap wilayah perbatasan yang terpilih tersebut dengan menggunakan metode MCMD (*Multi Criteria Decision Making*). Alternatif yang telah terpilih merupakan wilayah perbatasan dengan pertumbuhan ekonomi tertinggi berdasarkan kriteria PDRB dan menjadi rekommendaasi bagi pemerintah daerah dalam menyusun Rencana Pembangunan jangka menengah dan jangka panjang.

Keywords: *Multi Criteria Decision Making (MCDM); Regional Gross Domestic Product (RGDP).*

1. Pendahuluan

Sebagian besar wilayah perbatasan memegang peranan penting dalam rantai global perekonomian. Peran tersebut sangat menarik terutama pada wilayah perbatasan yang terpencil dan berperan sebagai fungsi keamanan sekaligus kesempatannya sebagai motor pertumbuhan perekonomian nasional, regional, dan internasional. Dimensi ekonomi sangat mewarnai sifat dari wilayah perbatasan, apakah kemungkinan tersebut menjadi sebuah keuntungan ataupun kerugian dari wilayah perbatasan sangat tergantung pada persoalan yang dihadapi dan alternatif atau solusi yang diberikan pemerintah sebagai pemangku kebijakan (Wu, 2001).

Multiple Criteria Decision Making (MCDM) digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari beberapa alternatif eksklusif yang saling menguntungkan atas dasar performansi umum dalam bermacam kriteria atau atribut yang ditentukan oleh pengambil keputusan (Zhifeng, 2005:10).

Ada 2 pendekatan dasar pada masalah MCDM, yaitu *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) dan *Multiple Objective Decision Making* (MODM) (Kahraman, 2008:1; Tzeng dan Huang, 2011:1).MADM mengambil keputusan dengan memperhatikan beberapa atribut yang kadang saling bertentangan, sedangkan dalam MODM banyaknya alternatif tak terbatas dan timbal balik antar kriteria dideskripsikan dengan menggunakan fungsi kontinu (Kahraman, 2008:2).Sebagian besar masalah MCDM dalam praktek nyata melibatkan informasi yang tidak hanya kuantitatifakan tetapi juga kualitatif, yang bersifat tidak pasti. Dalam hal ini, masalah MCDM selayaknya dianggap sebagai masalah *Fuzzy MCDM* yang melibatkan tujuan, aspek-aspek (dimensi), atribut (atau kriteria) dan

kemungkinan alternatif-alternatif atau strategi (Tzeng dan Huang, 2011:2).

Masalah MCDM diselesaikan dengan menggunakan teknik-teknik dalam bidang kecerdasan buatan (*artificial intelligent*) dan beberapa dekade terakhir menjadi kajian intensif dari *soft computing* karena melibatkan teori himpunan *Fuzzy*.Metode *Simple Additive Weighting* banyak digunakan untuk mendukung keputusan karena metode tersebut konsepnya sederhana, mudah dipahami, komputasinya efisien dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana (Wibowo,2010). Meski menggunakan perhitungan bobot yang sederhana, namun MCDM metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* dapat memberikan keputusan terbaik dalam proses pengambilan keputusan (Widayanti dkk., 2013).

Sejauh ini, pemerintah pusat dan daerah menggunakan Produk Domestik Regional Bruto sebagai indikator tingkat pertumbuhan ekonomi di daerah termasuk di daerah perbatasan. Namun demikian pemakaian Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang menjadi indikator tingkat pertumbuhan ekonomi di daerah perbatasan masih memiliki beberapa kelemahan (BPPD Kab.TTU 2012 dan BPS Kab.TTU 2008-2012) antara lain : ada beberapa dasar yang diperlukan dalam dalam perhitungan masih menggunakan perkiraan-perkiraan yang disesuaikan dengan indikator-indikator yang tersedia, kurang konsistennya data sekunder antar daerah atau waktu yang dipakai dalam perhitungan pendapatan regional yang dikumpulkan dari berbagai sumber baik dari instansi pemerintah maupun swasta, kurang lengkapnya data yang tersedia sehingga berpengaruh dalam penggunaan konsep, definisi, dan metode estimasi, beberapa data dari sektor / subsektor masih berupa angka sementara sehingga cenderung berpola nonlinear, dan untuk mempertahankan series data guna bahan perbandingan dari

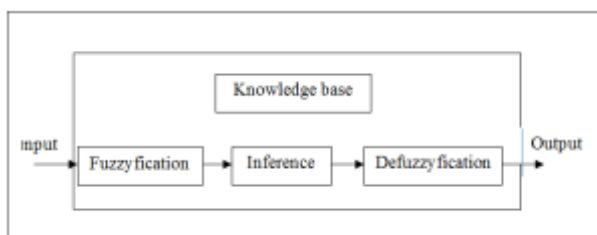
tahun ke tahun, maka dalam perhitungan yang dilakukan oleh pihak BPS masih menggunakan metode pendekatan yang sama dengan memperhatikan pedoman yang telah ditetapkan dalam perhitungan PDRB.

Berdasarkan pada kelemahan-kelemahan ini maka dibutuhkan sebuah sistem yang mampu merekapitulasi dan menganalisis data PDRB yang akurat dan tersistematis berbasis teknologi Informasi. Apabila data-data atau informasi yang diberikan, baik oleh pengambil keputusan, maupun data tentang atribut suatu alternatif tidak dapat disajikan dengan lengkap, mengandung ketidakpastian atau ketidakkonsistenan, maka metode MCDM biasa kurang mampu menyelesaikan permasalahan ini (Chendan Klein, 1997). Untuk mengatasi masalah tersebut, Metode *Simple Additive Weighting* yang diusulkan dalam penelitian ini menggunakan logika *Fuzzy* yang bisa memodelkan perasaan atau intuisi dengan cara merubah nilai *crisp* menjadi nilai linguistik (*fuzzification*) dan kemudian memasukkannya ke dalam aturan (*rule*) yang dibuat berdasarkan pengetahuan (*Knowledge*). *Fuzzy Simple Additive Weighting* cocok digunakan karena menggunakan nilai linguistik yang tidak linear dan dapat mengekspresikan konsep yang sulit untuk dirumuskan. Pemakaian fungsi keanggotaan memudahkan pengambil keputusan untuk melakukan observasi obyektif terhadap nilai-nilai yang bersifat subyektif (Kusumadewi dkk., 2006).

2. Kerangka Teori

2.1 Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM)

Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM) adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Inti dari FMCDM adalah menentukan nilai bobot untuk setiap atribut, dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif yang sudah diberikan. Pada dasarnya, ada tiga pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut, yaitu pendekatan subyektif, pendekatan obyektif dan pendekatan integrasi antara subyektif dan obyektif. Pada Pendekatan subyektif, nilai bobot ditentukan berdasarkan subyektifitas dari para pengambil keputusan, sehingga beberapa faktor dalam proses perankingan alternatif bisa ditentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan obyektif, nilai bobot dihitung secara matematis sehingga mengabaikan subyektifitas dari pengambil keputusan. Untuk pendekatan integrasi antara subyektif dan obyektif, nilai bobot dapat dilakukan dengan dihitung secara matematis dengan memperhatikan pendekatan subyektif dari para pengambil keputusan.



Gambar 2.3. Pemodelan Logika Fuzzy

Adapun langkah-langkahnya penyelesaian masalah FMCDM dibutuhkan 2 tahap (Kusumadewi, dkk., 2006), yaitu:

- Membuat *rating* pada setiap alternatif berdasarkan agregasi derajat kecocokan pada semua kriteria.
- Merangking semua alternatif untuk mendapatkan alternatif terbaik. Ada 2 cara yang dapat digunakan dalam proses perankingan yaitu, melalui *defuzzy* atau melalui relasi preferensi *Fuzzy*. Metode *defuzzy* dilakukan dengan pertama-tama membuat bentuk *crisp* dari bilangan *Fuzzy*, proses perankingan didasarkan atas bilangan *crisp* tersebut; model ini mudah untuk diimplementasikan.

Algoritma FMCDM dirumuskan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Kusumadewi, dkk., 2006) :

- Memberikan nilai setiap alternatif (A_i) pada setiap kriteria (C_j) yang sudah ditentukan, dengan nilai tersebut di peroleh berdasarkan nilai *crisp* dimana $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$. Persamaan Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga adalah sebagai berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(x-c)}{(b-c)}; & b \leq x \leq c \\ 0; & x \leq b \text{ atau } x \geq c \end{cases} \quad (2.1)$$

- Memberikan nilai bobot (W) yang juga didapatkan berdasarkan nilai *crisp*.
- Melakukan normalisasi matriks dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi (r_{ij}) dari alternatif A_i pada atribut C_j berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan/benefit = Maksimum atau atribut biaya / cost = Minimum). Apabila berupa atribut keuntungan maka nilai *crisp* (X_{ij}) dari setiap kolom atribut dibagi dengan nilai *crisp* MAX ($MAX X_{ij}$) dari tiap kolom, sedangkan untuk atribut biaya, nilai *crisp* MIN ($MIN X_{ij}$) dari tiap kolom atribut dibagi dengan nilai *crisp* (X_{ij}) setiap kolom.
- Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) dengan cara menjumlahkan hasil kali antara matriks ternormalisasi (R) dengan nilai bobot (W). Nilai V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif A_i lebih terpilih.

2.2 Simple Additive Weighting (SAW)

Metode SAW sering juga dikenal dengan istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Metode SAW merupakan metode yang paling dikenal dan paling banyak digunakan orang dalam menghadapi situasi MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*).

Ada beberapa fitur umum yang digunakan dalam MCDM (Afshari dkk., 2010), yaitu:

- Alternatif : obyek-obyek yang berbeda dan memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih oleh pengambil keputusan.
- Atribut : sering juga disebut sebagai karakteristik, komponen, atau kriteria keputusan.
- Bobot keputusan : menunjukkan kepentingan relatif dari setiap kriteria, $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$. Pada MADM akan dicari bobot kepentingan dari setiap kriteria.
- Matriks keputusan: suatu matriks keputusan X yang berukuran $m \times n$, berisi elemen – elemen x_{ij} , yang merepresentasikan rating dari alternatif A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) terhadap kriteria C_j ($j = 1, 2, \dots, n$).

Metode SAW mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut. Skor total untuk sebuah alternatif diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating (yang dapat dibandingkan lintas atribut) dan bobot tiap atribut. Rating tiap atribut haruslah bebas dimensi yang artinya telah melewati proses normalisasi sebelumnya

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\max_i X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\min_i X_{ij}}{X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases} \quad (2.2)$$

Keterangan :

- r_{ij} = rating kinerja ternormalisasi
 X_{ij} = Matriks Keputusan
 $\max_i$ = nilai maksimum dari matriks X_i
 $\min_i$ = nilai minimum dari matriks X_{ij}

r_{ij} merupakan rating kinerja ternormalisasi dari alternatif A_i pada atribut C_j dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$, dan nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai berikut :

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (2.3)$$

Keterangan :

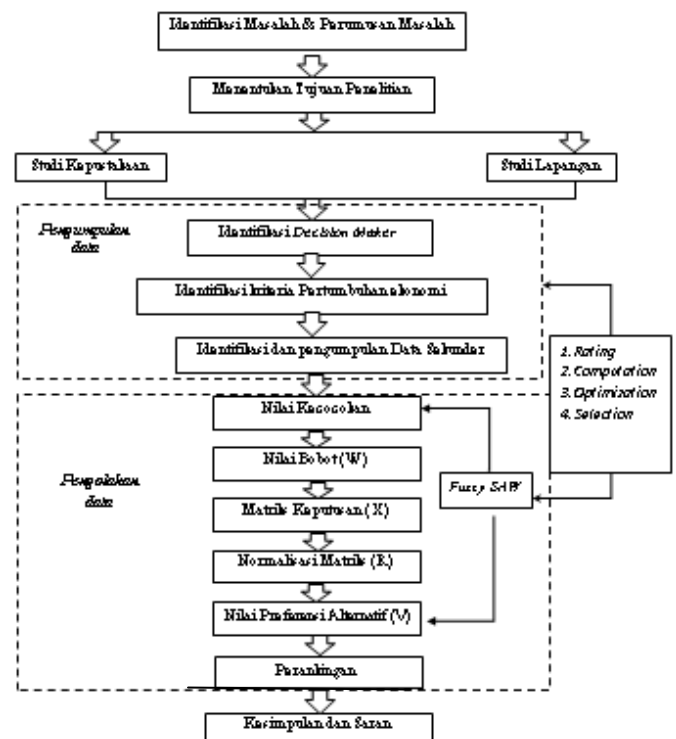
- V_i = nilai preferensi (ranking)
 w_j = nilai bobot
 r_{ij} = rating kinerja ternormalisasi

V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif (A_i) lebih terpilih (Kusumadewi, dkk., 2006).

3. Metodologi

Pada penelitian ini, langkah-langkah penelitian mengacu pada metodologi Analisa data menggunakan *Fuzzy Simple Additive Weighting* untuk menentukan kecamatan mana yang menjadi alternatif terbaik wilayah dengan pertumbuhan ekonomi terbaik dan terendah menurut lapangan usaha.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dapat dilihat dalam prosedur penelitian pada gambar 3.1:



Gambar 3.1. Prosedur Penelitian

Tahapan ini meliputi identifikasi data, pengumpulan data, penilaian/ pembobotan (*rating*), perhitungan (*computation*), optimasi (*optimization*), seleksi (*selection*) dan hasil penelitian ini berupa Sistem Informasi yang mampu menentukan alternatif terbaik dari beberapa daerah kecamatan di wilayah Kabupaten TTU yang berbatasan dengan Negara Timor Leste berdasarkan analisis PDRB harga konstan dan harga berlaku menurut delapan lapangan usaha.

Secara garis besar, kerangka sistem dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Input

Admin akan menginput data sekunder yang menjadi kriteria yaitu: Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan dan harga berlaku menurut delapan lapangan usaha. selanjutnya yang menjadi alternatif yang akan dipilih adalah daerah kecamatan yang berada di wilayah perbatasan kabupaten TTU dan RDTL yaitu : Mutis, Miomaffo Barat, Bikomi Nilulat, Musi, Bikomi Tengah, Bikomi Utara, Naibenu, Insana Utara. Penentuan kriteria dan alternatif ini dilakukan dengan memperhatikan aturan (*rule*) dan Pengetahuan (*Knowledge*) tentang faktor yang mempengaruhi tingkat pertumbuhan ekonomi daerah perbatasan, dan model FMCDM (*Simple Additive Weighting*) yang akan digunakan dalam pengembangan sistem informasi penentuan peringkat PDRB kecamatan di wilayah perbatasan. Semua data kriteria dan alternatif serta aturan dan pengetahuan akan disimpan dalam suatu database.

2. Proses

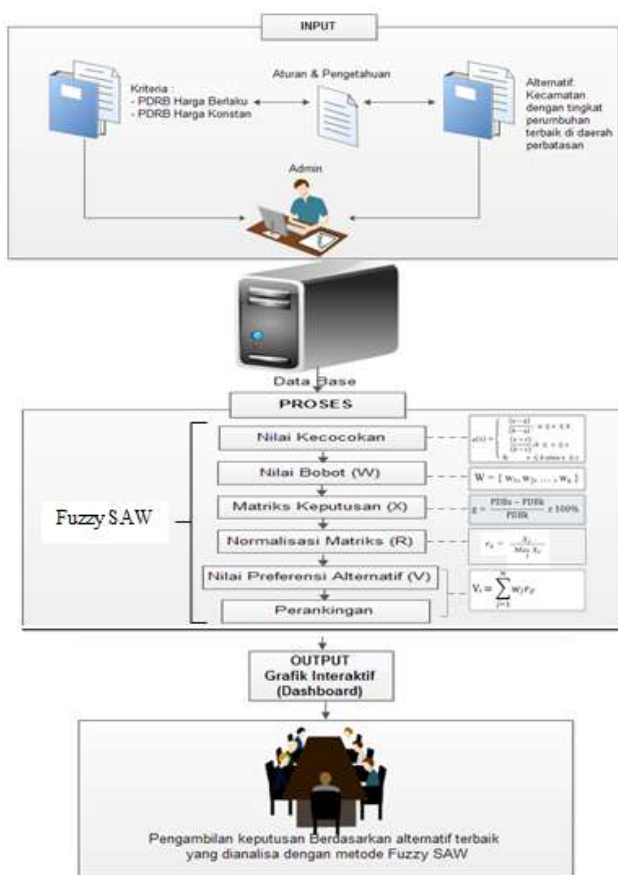
Data input berupa kriteria dan alternatif yang sudah tersimpan di database selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan pendekatan Metode *Fuzzy Simple Additive Weighting*, dimana Konsep dasar metode *Simple Additive*

Weighting adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua kriteria. Pembuatan matriks keputusan sampai dengan Normalisasi matriks untuk mendapatkan pembobotan skor ideal dari kriteria berdasarkan nilai preferensi *Fuzzy*.

3. Output

Keluaran dari pengembangan sistem ini adalah berupa Tabel dan Grafik (*dashboard*) berbasis GUI (*Graphical User Interface*) yang secara interaktif menggambarkan kecamatan yang memiliki tingkat perekonomian terbaik dibandingkan dengan daerah lainnya di wilayah perbatasan Kabupaten Timor Tengah Utara (Indonesia) yang berbatasan langsung dengan Distric Ambeno (Timor Leste) berdasarkan analisis Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) harga konstan dan harga berlaku menurut delapan lapangan usaha.

Gambaran menyeluruh dari kerangka sistem disajikan pada gambar 3.2 berikut ini



Gambar 3.2. Kerangka Sistem

Pengolahan data yang dilakukan merupakan hasil penjabaran dari data alternatif dan kriteria berdasarkan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Lapangan Usaha Tahun 2008-2009.

Karena tiap nilai yang diberikan pada setiap alternatif di setiap kriteria merupakan nilai kecocokan (nilai terbesar adalah terbaik), maka semua kriteria yang diberikan diasumsikan sebagai kriteria keuntungan.

Sebelum nilai matriks dimasukkan dalam bentuk persamaan X , terlebih dahulu melakukan perubahan data dengan persamaan menghitung pertumbuhan ekonomi (BPS TTU, 2012), sebagai berikut :

$$g = \frac{PDBs - PDBk}{PDBk} \times 100\% \quad (2.4)$$

ket : g = tingkat pertumbuhan ekonomi

$PDBs$ = PDB riil tahun sekarang

$PDBk$ = PDB riil tahun kemarin

Dari persamaan 2.4 bisa dilakukan pembobotan kriteria berdasarkan rentangan nilai *Fuzzy*

$$g = \frac{\text{nilai kriteria PDB tahun 2009} - \text{nilai kriteria PDB tahun 2008}}{\text{nilai kriteria PDB tahun 2008}} \times 100\%$$

Penilaian kriteria dilakukan dengan menggunakan bilangan *Fuzzy*, seperti pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Standar nilai *Fuzzy* level kriteria PDRB Kecamatan

Level	Nilai <i>Fuzzy</i>
Sangat Rendah	$R \leq 0,0500$
Rendah	$0,0511 < R \leq 0,1000$
Sedang	$0,1001 < R \leq 0,1500$
Tinggi	$0,1501 < R \leq 0,2000$
Sangat Tinggi	$> 0,2001$

(sumber: Bappeda&BPPD Kabupaten TTU)

Nilai matriks *maximum* yang digunakan dalam menghitung masing-masing nilai persamaan dari 8 kriteria dijelaskan pada tabel 4.2 dan 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Nilai Bobot Maximum PDRB Harga Berlaku

Kriteria	Bobot
Pertanian	0,8
Pertambangan & Penggalian	1
Industri Pengolahan	0,4
Bangunan/ Konstruksi	1
Perdagangan, Restoran & Hotel	1
Pengangkutan & Komunikasi	1
Keuangan, Persewaan & Jasa	0,4
Jasa-jasa	1

Tabel 4.3 Nilai Bobot Maximum PDRB Harga Konstan

Kriteria	Bobot
Pertanian	0,8
Pertambangan & Penggalian	0,4
Industri Pengolahan	1
Bangunan/ Konstruksi	1
Perdagangan, Restoran & Hotel	0,6
Pengangkutan & Komunikasi	1
Keuangan, Persewaan & Jasa	1
Jasa-jasa	1

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Pengguna dapat mengakses sistem dengan terlebih dahulu melakukan *login* dengan mengisi *username* dan *password*. Setelah berhasil masuk ke dalam sistem *user* dapat melakukan input data dan bobot kriteria.

Pada gambar 4.1 *form* laporan perhitungan untuk menampilkan hasil seleksi perhitungan dari 8 kecamatan dengan 8 kriteria yang telah di *input* pada *form* data. Pada *form* hitung matriks ini, terdiri dari beberapa item yang perlu dimasukkan, diantaranya awal tahun, akhir tahun dan tipe PDRB.

Berdasarkan perhitungan nilai bobot kriteria menggunakan persamaan 2.3 dan rentangan Nilai *Fuzzy* pada tabel 4.3, diperoleh matriks keputusan (X) PDRB harga berlaku, sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,8 \\ 0,6 & 0,4 & 0,2 & 1,0 & 1,0 & 0,4 & 0,4 & 0,8 \\ 0,8 & 0,4 & 0,2 & 0,8 & 1,0 & 1,0 & 0,4 & 0,8 \\ 0,8 & 0,4 & 0,2 & 1,0 & 0,8 & 0,4 & 0,4 & 0,8 \\ 0,6 & 0,4 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 0,8 \\ 0,2 & 0,4 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,8 \\ 0,8 & 1,0 & 0,2 & 0,6 & 0,8 & 0,6 & 0,4 & 0,8 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1,0 & 0,2 & 1,0 & 0,4 & 1,0 \end{bmatrix}$$

Matriks R ternormalisasi terbobot diperoleh dari hasil normalisasi matriks keputusan X, berdasarkan persamaan 2.1

$$R = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,75 & 1 & 1 & 0,75 & 0,25 & 1 & 0,5 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1 & 0,4 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \\ 0,4 & 1 & 0,8 & 1 & 0,2 & 0,2 & 0,6 & 1 \\ 0,4 & 1 & 1 & 0,8 & 0,2 & 0,4 & 0,8 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 1 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,6 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 1 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan aturan fungsi keanggotaan kurva segitiga pada teori *Fuzzy*, nilai matriks bobot (W) dapat ditentukan seperti pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Nilai Matriks Bobot (W)

Kriteria	Bobot
Pertanian	1
Pertambangan & Penggalian	0,2
Industri Pengolahan	0,2
Bangunan/ Konstruksi	0,6
Perdagangan, Restoran & Hotel	0,4
Pengangkutan & Komunikasi	0,6
Keuangan, Persewaan & Jasa	0,2
Jasa-jasa	0,8

Berdasarkan persamaan (2.3), selanjutnya akan dibuat perkalian matriks $W \times R$, dimana nilai matriks bobot (W) sudah ditentukan sebelumnya (tabel 4.13). Hasil perkalian dijumlahkan untuk memperoleh alternatif terbaik sebagai dasar untuk melakukan perangkungan berdasarkan nilai terbesar. Perkalian matriks $W \times R$ adalah sebagai berikut:

$$= \begin{bmatrix} 1,0 & 2,0 & 2,0 & 6,0 & 4,0 & 6,0 & 2,0 & 8,0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,5 & 0,75 & 1 & 1 & 0,75 & 0,25 & 1 & 0,5 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1 & 0,4 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \\ 0,4 & 1 & 0,8 & 1 & 0,2 & 0,2 & 0,6 & 1 \\ 0,4 & 1 & 1 & 0,8 & 0,2 & 0,4 & 0,8 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 1 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,6 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 1 \end{bmatrix} R$$

$$= \begin{bmatrix} 0,5 & 0,75 & 1 & 1 & 0,75 & 0,25 & 1 & 0,5 \\ 0,08 & 0,08 & 0,08 & 0,08 & 0,08 & 0,08 & 0,2 & 0,08 \\ 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,2 \\ 0,24 & 0,6 & 0,48 & 0,6 & 0,12 & 0,12 & 0,36 & 0,6 \\ 0,16 & 0,4 & 0,4 & 0,32 & 0,08 & 0,16 & 0,32 & 0,08 \\ 0,24 & 0,24 & 0,6 & 0,24 & 0,24 & 0,24 & 0,36 & 0,6 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0,64 & 0,64 & 0,64 & 0,64 & 0,64 & 0,64 & 0,64 & 0,8 \end{bmatrix} = [2,16; 3,01; 3,50; 3,18; 2,21; 1,79; 3,18; 3,06]$$

Hasil perangkungan diperoleh: $V_6=1,79$; $V_1=2,16$; $V_5=2,21$; $V_2= 3,01$; $V_8= 3,06$; $V_7= 3,18$; $V_4= 3,18$; $V_3= 3,50$.

Kec. Bikomi Tengah	3,50
Kec. Bikomi Utara	3,18
Kec. Naibenu	3,18
Kec. Insana Utara	3,06
Kec. Bikomi Nilulat	3,01
Kec. Mutis	2,21
Kec. Miomaffo	
Barat	2,16
Kec. Musi	1,79

Keterangan Warna

Sangat Rendah
Rendah
Sedang
Tinggi
Sangat Tinggi

(hasil perhitungan MS.Excel dan Sistem)

Sedangkan kriteria atau sektor ekonomi yang paling banyak menyumbang PDRB harga berlaku pada tahun tersebut adalah sektor Pengangkutan dan komunikasi sebesar 23% (tabel 4.23).

Tabel 4.23 Peringkat Kriteria PDRB harga berlaku

Peringkat	Kriteria / sektor yang berpengaruh
1	Pengangkutan dan Komunikasi
2	Perdagangan, Restoran dan Hotel
3	Jasa –jasa
4	Bangunan / Konstruksi
5	Pertanian
6	Pertambangan dan Penggalian
7	Keuangan, Persewaan & Jasa
8	Industri Pengolahan

Berdasarkan perhitungan nilai bobot kriteria menggunakan persamaan 2.3 dan rentangan Nilai *Fuzzy*

pada tabel 4.3, diperoleh matriks keputusan (X) PDRB harga konstan, sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,6 & 0,4 & 0,2 & 0,4 \\ 0,8 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1,0 & 0,6 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,6 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,6 & 0,8 & 0,4 & 0,6 \\ 0,2 & 0,4 & 0,2 & 0,4 & 0,6 & 0,6 & 0,4 & 0,6 \\ 0,2 & 0,2 & 1,0 & 1,0 & 0,4 & 1,0 & 0,4 & 0,8 \\ 0,8 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 1,0 & 1,0 \end{bmatrix}$$

Matriks R ternormalisasi terbobot diperoleh dari hasil normalisasi matriks keputusan X, berdasarkan persamaan 2.1

$$R = \begin{bmatrix} 0,5 & 1 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0,5 & 0,5 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 1 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1 & 0,2 \\ 1 & 0,67 & 0,67 & 0,67 & 1 & 1 & 0,67 & 0,67 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,6 & 0,8 & 0,6 & 1 & 0,4 \\ 0,2 & 1 & 0,4 & 0,6 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1 \\ 0,4 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0,8 & 1 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan aturan fungsi keanggotaan kurva segitiga pada teori Fuzzy, nilai matriks bobot (W) dapat ditentukan seperti pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Nilai Matriks Bobot (W)

Kriteria	Bobot
Pertanian	1
Pertambangan & Penggalan	0,2
Industri Pengolahan	0,2
Bangunan/ Konstruksi	0,6
Perdagangan, Restoran & Hotel	0,4
Pengangkutan & Komunikasi	0,6
Keuangan, Persewaan & Jasa	0,2
Jasa-jasa	0,8

Berdasarkan persamaan (2.3), selanjutnya akan dibuat perkalian matriks $W \times R$, dimana nilai matriks bobot (W) sudah ditentukan sebelumnya (tabel 4.13). Hasil perkalian dijumlahkan untuk memperoleh alternatif terbaik sebagai dasar untuk melakukan perangkingan berdasarkan nilai terbesar. Perkalian matriks $W \times R$ adalah sebagai berikut:

$$= \begin{bmatrix} 1,0 & 2,0 & 2,0 & 0,6 & 0,4 & 0,6 & 0,2 & 0,8 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,5 & 1 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0,5 & 0,5 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 1 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1 & 0,2 \\ 1 & 0,67 & 0,67 & 0,67 & 1 & 1 & 0,67 & 0,67 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,6 & 0,8 & 0,6 & 1 & 0,4 \\ 0,2 & 1 & 0,4 & 0,6 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1 \\ 0,4 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0,6 & 0,8 & 1 \end{bmatrix} R$$

$$= \begin{bmatrix} 0,5 & 1 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 1 \\ 0,70 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,2 & 0,10 & 0,10 \\ 0,04 & 0,04 & 0,04 & 0,04 & 0,04 & 0,04 & 0,02 & 0,04 \\ 0,24 & 0,24 & 0,24 & 0,24 & 0,24 & 0,24 & 0,06 & 0,12 \\ 0,16 & 0,268 & 0,268 & 0,268 & 0,04 & 0,04 & 0,268 & 0,268 \\ 0,04 & 0,24 & 0,04 & 0,36 & 0,40 & 0,36 & 0,06 & 0,24 \\ 0,2 & 1 & 0,4 & 0,6 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 1 \\ 0,12 & 0,40 & 0,40 & 0,40 & 0,40 & 0,40 & 0,64 & 0,8 \end{bmatrix} = [1,88; 2,57; 1,70; 1,86; 2,07; 2,05; 2,74; 2,77]$$

Hasil perangkingan diperoleh: V3=1,70; V4=1,86; V1=1,88; V6=2,05; V5= 2,07; V2= 2,57; V7= 2,74; V8= 2,77.

Kec. Insana Utara	2,77
Kec. Naibenu	2,74
Kec. Bikomi Nilulat	2,57
Kec. Mutis	2,07
Kec. Musi	2,05
Kec. Miomaffo	
Barat	1,88
Kec. Bikomi Utara	1,86
Kec. Bikomi Tengah	1,70

(hasil perhitungan MS.Excel dan Sistem)

Keterangan Warna

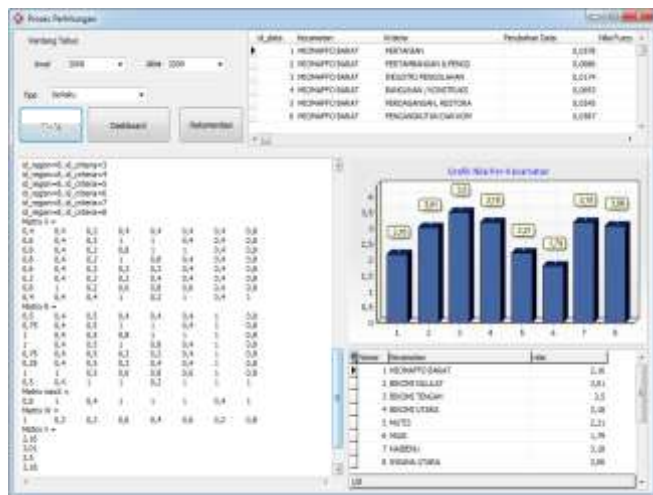
Sangat Rendah
Rendah
Sedang
Tinggi
Sangat Tinggi

Sedangkan kriteria atau sektor ekonomi yang paling banyak menyumbang PDRB harga konstan pada tahun tersebut adalah sektor Pengangkutan dan komunikasi sebesar 23% (tabel 4.24).

Tabel 4.24 Peringkat kriteria PDRB harga konstan

Peringkat	Kriteria / sektor yang berpengaruh
1	Jasa – jasa
2	Keuangan, Persewaan dan Jasa
3	Pertanian
4	Perdagangan, Restoran dan Hotel
5	Pengangkutan dan Komunikasi
6	Bangunan / Konstruksi
7	Industri Pengolahan
8	Pertambangan dan Penggalan

Hasil perhitungan peringkat PDRB kecamatan atas dasar harga berlaku dan harga konstandengan metode Fuzzy Simple Additive Weighting (FSAW), menggunakan aplikasi, dapat ditampilkan sebagai berikut:



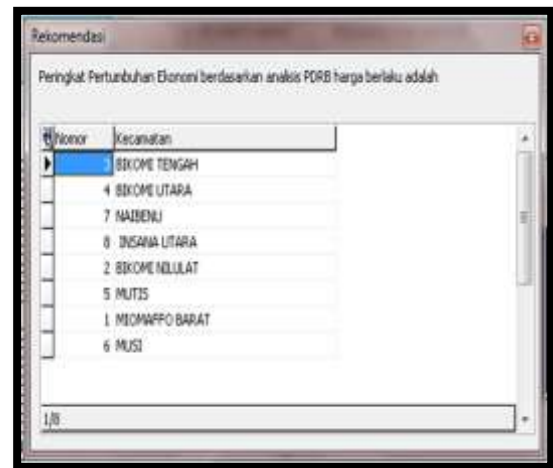
Gambar 4.1 Form Menu Hitung

Pada gambar 4.2 *formdashboard* menampilkan gambaran hasil perhitungan PDRB per kecamatan menggunakan aplikasi. Pada *form* ini, terdiri dari beberapa item yang perlu dimasukkan, diantaranya nama_kecamatan, tipe, tahun dan kriteria. Untuk mengetahui arah posisi dan nilai tiap tahun dengan 8 kriteria yang dimiliki tiap kecamatan, yang dimana posisi arah ditunjukkan pada gambar dashboard di bawah ini.



Gambar 4.2 Form Menu Dashboard

Pada gambar 4.3 *form* rekomendasi menampilkan hasil perankingan PDRB tiap kecamatan mulai dari posisi teratas hingga terbawah menggunakan aplikasi.



Gambar 4.3 Form Menu Rekomendasi

4.2 Pembahasan

Setelah melakukan langkah-langkah perhitungan sistem dengan menggunakan metode perankingan *FuzzySimple Additive Weighting* (FSAW) didapatkan hasil analisis sebagai berikut : untuk PDRD harga berlaku tahun 2008-2009, Alternatif nomor urut tiga yaitu Bikomi Tengah menempati peringkat teratas dengan nilai 3,50 dan yang terendah adalah nomor urut enam yaitu Musi dengan nilai 1,79. Kriteria yang paling besar menyumbang PDRB adalah Pengangkutan dan komunikasi sebesar 23% dan paling sedikit adalah Industri Pengolahan sebesar 1%. Untuk PDRB harga konstan tahun 2008-2009, alternatif nomor urut delapan yaitu insana utara menempati peringkat teratas dengan nilai 2,77 dan yang terendah adalah nomor urut 3 yaitu Bikomi Tengah dengan nilai 1,70. Kriteria yang paling besar menyumbang PDRB adalah Jasa-jasa sebesar 97% dan paling sedikit adalah Pertambangan dan penggalian sebesar 1%.

Hasil nilai akhir dari proses perhitungan manual sama dengan nilai akhir yang dihasilkan oleh sistem seperti yang terlihat pada gambar 4.1, dapat disimpulkan bahwa, aplikasi sistem telah sesuai dengan penggunaan metode perhitungan yang digunakan. Dalam hal ini menjelaskan bahwa proses verifikasi sistem telah sesuai. Dilihat dari segi efisiensi waktu, penggunaan sistem secara komputerisasi dirasakan lebih cepat jika dibandingkan dengan perhitungan manual.

Penggunaan konsep *Fuzzy* memudahkan *user* (admin) untuk melakukan analisa pada nilai, bobot dan level kriteria yang digunakan dalam proses perhitungan dan perankingan dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Analisis hasil perhitungan yang didapatkan bisa menjadi rekomendasi bagi pihak-pihak pengambil keputusan pembangunan daerah di wilayah perbatasan.

5. Kesimpulan

Hasil uji verifikasi yang ada menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan yang dibuat menggunakan konsep fuzzy pada analisis nilai, bobot dan level kriteria serta metode *Simple Additive Weighting* (SAW) pada perankingan menghasilkan keluaran yang sama dengan perhitungan manual yang dilakukan, maka dapat

disimpulkan bahwa aplikasi sistem telah sesuai dengan penggunaan metode perhitungan yang digunakan.

Penggunaan konsep fuzzy dan metode SAW pada penelitian ini menghasilkan sebuah sistem perhitungan peringkat Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang lebih efisien bagi staf atau admin, dibandingkan dengan perhitungan manual.

Daftar Pustaka

- Afshari, A., Mojahed, M., Yussuf M.R., 2010, Simple Additive Weighting approach to Personal Selection Problem, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol.1, No.5, 511-515.
- Akaha, T., dan Vassilieva, A., 2005, Crossing National Borders: Human Migration Issues in Northeast Asia, Japan, United Nations University Press., 1-13.
- BPPD Kabupaten TTU, 2012, Profil Perbatasan RI-RDTL., Kefamenanu.
- BPS TTU, 2012, Kabupaten Timor Tengah Utara Dalam Angka 2008 – 2012.
- Chen, C.B., dan Klein., 1997, An Efficient Approach to Solving Fuzzy MADM Problems, *Fuzzy sets and Systems* 88, 51-67.
- Chen, T.Y., 2012, Comparative analysis of SAW and TOPSIS based on interval-valued fuzzy sets: Discussions on score functions and weight constraints. *Expert Systems with Applications* 39, 1848–1861.
- Chou, Y.S., Chang, H.Y., dan Shen, Y.C., 2008, A fuzzy Simple Additive Weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes, *European Journal of Operational Research* 189, 132–145.
- Kahraman, C., 2008, Fuzzy Multi-Criteria Decision Making : Theory and Applications with recent developments, Springer Optimization and its Applications Vol. 16, 1-18
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., dan Wardoyo, R., 2006, Fuzzy Multi Atribut Decision Making (Fuzzy MADM), Graha Ilmu, Yogyakarta, Edisi pertama.
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, H., 2010, Aplikasi logika Fuzzy untuk pendukung keputusan, Graha Ilmu, Yogyakarta, Edisi Kedua.
- Modarres, M., dan Nezhad, S.S., 2005, Fuzzy Simple Additive Weighting method by preference ratio, *Intelligent Automation and Soft Computing*, Vol. 11, No. 4, 235-244.
- Simanaviciene R., dan Ustinovichius L., 2010, Sensitivity Analysis for Quantitative Decision Making Methods: TOPSIS and SAW, *Proceedings of the 16th International Conference on Information and Software Technologies, Lithuania.*, 33-38.
- Suryadi, K., 2000, Sistem Pendukung Keputusan, PT. Remaja Karya, Bandung.
- Niebuhr, A., dan Stiller, S., 2002., Integration Effect in Border Regions – A Survey of Economic Theory and Empirical Studies, in 42nd Congress of the European Regional Science Association “From Industry to Advanced Services – Perspectives of European Metropolitan Regions” August 27th – 31st, Dortmund-Germany., 1-23.
- Tan, R., dan Culaba, A., 2005, A Fuzzy Support Model for The Selection Environment Friendly Fuels for Road Vehicles, *Journal of the Eastern Asia Society for The Transportation Studies*, Vol. 6, 3264 – 3275.
- Tseng, G.H., dan Huang, J.J., 2011, Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications. CRC Press, Boca Raton.
- Tarigan, R., 2005, Ekonomi Regional Teori dan Aplikasi. Edisi Revisi, Jakarta : Bumi Aksara.
- Turban, E., Aronson, Jay E., dan Liang, T.P., 2005, Decision Support System and Intelligent System, Edisi Ketujuh, Yogyakarta: Andi.