

Pemanfaatan Metode Tsukamoto Untuk Klasifikasi Daerah Rawan Penyakit Tuberkulosis Paru Dalam Bentuk Sistem Informasi Geografis

Muhammad Ridwan Dwiangga
Fakultas Teknologi Industri, Teknik Informatika
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
ridwan.dwiangga@gmail.com

Sari – Penyakit tuberkulosis merupakan salah satu masalah kesehatan utama dan menyumbang jumlah angka kematian yang besar di dunia. Penyakit ini dapat menular melalui udara yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* disaat terdapat penderita tuberkulosis mengalami batuk. Indonesia termasuk dalam salah satu penyumbang jumlah penderita tuberkulosis yang dikategorikan tinggi di dunia. Oleh karena itu media informasi tentang bahaya dan faktor penularan tuberkulosis sangat dibutuhkan masyarakat Indonesia. Tidak hanya informasi tentang faktor penyebab risiko penularan tuberkulosis namun informasi tentang pemetaan persebaran terhadap lokasi yang memiliki potensi rawan penyakit tuberkulosis juga tidak kalah penting. Dengan adanya informasi persebaran tingkat kerawanan tersebut dapat memberikan informasi yang sangat berguna untuk masyarakat sekitar atau pengunjung yang akan mengunjungi suatu daerah guna memperoleh status kerawanan yang dimiliki.

Oleh sebab itu, untuk membantu proses penentuan tingkat kerawanan suatu daerah diperlukan sebuah aplikasi yang dapat membantu menentukan tingkat kerawanan penyakit tuberkulosis paru. Sistem tersebut juga dapat membantu instansi kesehatan guna melakukan pemantauan serta penindaklanjutan terhadap suatu daerah yang memiliki potensi rawan penyakit tuberkulosis paru. Metode yang terdapat pada fuzzy inference system, yaitu metode Fuzzy Tsukamoto dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk proses menghitung serta menentukan tingkat kerawanan dengan mempertimbangkan data faktor-faktor yang mempengaruhi. Hasil perhitungan tersebut dapat diimplementasikan dalam bentuk peta, yang tidak hanya menampilkan data nilai tingkat kerawanan

namun juga memberikan informasi lokasinya. Dengan demikian, hal tersebut dapat menekan jumlah daerah yang berpotensi tinggi rawan penyakit tuberkulosis di masyarakat.

Keyword - tuberkulosis paru, faktor, fuzzy inference system, metode Tsukamoto, pemetaan.

I. Pendahuluan

A. Latar Belakang

Banyak orang di Indonesia telah meremehkan penyakit tuberkulosis paru atau yang dahulu sering disebut TBC yang kini menjadi sebutan TB Paru. Tuberkulosis Paru merupakan jenis penyakit yang bersifat menular dan berbahaya. Penyakit ini dapat menular melalui udara, yaitu ketika penderita mengalami bersin atau batuk kemudian bakteri yang keluar terhirup oleh orang sehat lainnya. Masih rendahnya tingkat kesembuhan akan berdampak negatif terhadap kondisi kesehatan masyarakat, karena berpeluang terjadinya penularan penyakit TB Paru kepada anggota keluarga dan masyarakat sekitarnya. Selain itu memungkinkan terjadinya peningkatan kasus penderita baru dan kematian akibat TB Paru.

Menurut Murwani, Arita (2011), tuberkulosis paru merupakan penyakit infeksi menular, menyerang pada paru, yang disebabkan oleh basil *Mycobacteriumtuberculose*. Menurut Depkes RI (2014), tuberkulosis adalah suatu penyakit menular yang disebabkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang dapat menyerang berbagai organ, terutama paru-paru. Penyakit ini bila tidak diobati atau pengobatannya tidak tuntas dapat menimbulkan komplikasi berbahaya hingga kematian.

Menurut World Health Organization (WHO) pada tahun 2014 angka kematian akibat penyakit tuberkulosis mencapai sekitar 1,5 juta orang di dunia. Penyakit ini menempati urutan bersama HIV sebagai pembunuh utama di seluruh dunia. Dari sekitar 1,5 juta orang dibunuh oleh TB, diantaranya terdapat 400.000 penderita HIV positif. Lebih dari separuh kasus TB di dunia (54%) terjadi di China,

India, Indonesia, Nigeria dan Pakistan. Dalam kasus tuberkulosis yang tertinggi di dunia, Indonesia menempati posisi diantara 5 besar.

Menurut hasil Riskesdas 2013, prevalensi TB di Indonesia berdasarkan diagnosis sebesar 0,4% dari jumlah penduduk. Menurut provinsi, prevalensi TB paru tertinggi berdasarkan diagnosis yaitu Jawa Barat sebesar 0,7%, DKI Jakarta dan Papua masing-masing sebesar 0,6%. Sedangkan Provinsi Riau, Lampung, dan Bali merupakan provinsi dengan prevalensi TB paru terendah berdasarkan diagnosis yaitu masing-masing sebesar 0,1% (Depkes, 2014).

Prevalensi diagnosis TB oleh tenaga kesehatan 2013 di Jawa Barat berdasarkan hasil Riskesdas 2013 adalah 0,7 persen (Nasional 0,4%). Lima kabupaten/kota dengan TB tertinggi adalah Kab. Cianjur, Kab. Subang, Kab. Sukabumi, Kab. Bandung dan Kab. Bekasi. Berdasarkan jenis kelamin prevalensi pada laki-laki sebesar 0,4 % dan pada perempuan 0,3 %. Berdasarkan pekerjaan prevalensi ditemukan pada pedesaan sebesar 0,3% dan di perkotaan sebesar 0,4% (Dinkes Jawa Barat, 2013).

Berdasarkan data yang telah diterangkan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa Provinsi Jawa Barat merupakan daerah yang memiliki potensi daerah dengan tingkat kerawanan tuberkulosis tertinggi di Indonesia. Namun kini di Indonesia masih jarang ditemukan sebuah media informasi yang membahas tentang persebaran tingkat kerawanan tuberkulosis di Indonesia terutama Provinsi Jawa Barat.

Mengenai permasalahan tersebut dengan adanya informasi lokasi persebaran tingkat kerawanan tuberkulosis paru yang dikemas dalam bentuk Sistem Informasi Geografis, diharapkan dapat membantu dalam pengelolaan data kasus yang mempengaruhi tingkat kerawanan TB Paru serta pemantauan persebaran penyakit oleh instansi kesehatan yang menggunakannya. Sehingga kelak dapat dilakukan penanganan lebih lanjut bagi daerah yang memiliki tingkat kerawanan yang tinggi

Oleh karena itu dengan adanya SIG ini, diharapkan kepada pengguna sistem dapat memperoleh informasi persebaran suatu daerah dengan tingkat kerawanan TB paru yang dimiliki. Informasi yang disajikan meliputi bentuk peta, grafik, ataupun tabel. Dalam pengolahan data non-spasial di SIG dapat memanfaatkan salah satu metode Sistem Inferensi Fuzzy, yaitu metode Tsukamoto. Data non-spasial yang terkait merupakan faktor-faktor penyebab tingkat kerawanan tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat. Dengan menerapkan konsep dari Sistem Inferensi Fuzzy akan sangat membantu dalam meng-iferensi atau menarik kesimpulan dari hasil pengolahan seluruh data faktor yang terkait dengan menghasilkan sebuah nilai tingkat kerawanan secara tegas dan pasti. Metode Tsukamoto memiliki kelebihan yaitu mudah dimengerti dan sangat fleksibel. Oleh karena itu diharapkan metode Tsukamoto dapat

membantu pengolahan data dalam Sistem Informasi Geografis ini dengan baik.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diperoleh rumusan masalah, yaitu bagaimana merancang dan membangun Sistem Informasi Geografis yang dapat memetakan daerah tingkat kerawanan tuberkulosis paru di Jawa Barat dengan menggunakan metode tsukamoto?

C. Batasan Masalah

1. Pemetaan hasil tingkat kerawanan tuberkulosis paru dilakukan di Provinsi Jawa Barat .
2. Pemetaan hanya menampilkan wilayah per kabupaten.
3. Jumlah data kabupaten yang digunakan di dalam sistem adalah 27 kabupaten.
4. Setiap variabel fuzzy hanya menggunakan dua buah himpunan fuzzy.
5. Variabel input fuzzy yang digunakan pada sistem meliputi : kepadatan penduduk, kasus TB, kematian, Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih Sehat (RTPHBS) dan fasilitas kesehatan.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem perangkat lunak berbasis web yang dapat membantu dalam menentukan tingkat kerawanan penyakit tuberkulosis paru pada suatu daerah berdasarkan faktor-faktor yang ada.

E. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada masyarakat atau pengunjung tentang daerah rawan penyakit tuberkulosis paru.
2. Untuk instansi kesehatan terkait, diharapkan dapat membantu dalam pengelolaan data faktor penyebab tingkat kerawanan serta pemantauan persebaran penyakit tuberkulosis paru.
3. Untuk penulis, menambah pengetahuan tentang pentingnya peta daerah rawan penyakit tuberkulosis paru serta menambah wawasan dan pengalaman dalam pengolahan data dengan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto.

II. Landasan Teori

A. Fuzzy Inference System

Sistem inferensi fuzzy (*fuzzy inference system*) merupakan suatu sistem yang mampu menarik kesimpulan (inferensi) dengan menggunakan konsep logika fuzzy. Sistem tersebut akan bekerja layaknya proses penalaran

yang dilakukan berdasar naluri yang dimiliki oleh manusia. Jika dilihat dari datanya, sistem inferensi fuzzy akan mengolah sekumpulan data yang memiliki ketidakpastian. Dinyatakan ketidakpastian karena data tersebut tidak hanya berada pada kondisi “ya” dan “tidak”, namun dapat juga berada diantara keduanya. [6]

Sistem inferensi fuzzy memiliki beberapa komponen utama, diantaranya adalah: variabel fuzzy, himpunan fuzzy, dan aturan-aturan. Dalam pengolahan datanya, pada sistem inferensi fuzzy dikenal adanya proses fuzzifikasi, yaitu proses mengubah suatu masukan berupa nilai aktual (*crisp*) menjadi bernilai kabur (*fuzzy*). Fungsi fuzzifikasi sendiri terbagi menjadi 2, yaitu fungsi untuk menentukan derajat keanggotaan, dan fungsi penggunaan operator. Selain fuzzifikasi, juga dikenal fungsi defuzzifikasi, yaitu fungsi untuk mengubah kembali hasil perhitungan dari yang bernilai fuzzy menjadi bernilai *crisp* sebagai output sistem. [7]

B. Himpunan Fuzzy

Dalam logika fuzzy terdapat 2 macam himpunan, yaitu himpunan *crisp* (tegas) dan himpunan fuzzy (samar). Pada himpunan *crisp*, ketika suatu item x menjadi bagian dari suatu himpunan, maka nilai keanggotaannya akan bernilai satu (1) yang berarti benar. Sebaliknya, jika suatu item x tidak menjadi anggota dari suatu himpunan, maka nilai keanggotaannya bernilai nol (0) yang berarti salah. Sedangkan pada himpunan fuzzy, nilai keanggotaan suatu item x berada pada rentang 0 sampai dengan 1. Dengan demikian, nilai keanggotaan suatu item x pada himpunan fuzzy tidak hanya akan bernilai benar dan salah saja, namun juga dapat memiliki nilai-nilai lain yang terletak antara benar dan salah.

Terdapat 2 (dua) buah atribut yang ada pada himpunan fuzzy [8], yaitu:

a. Linguistik

Atribut ini nilainya berupa kata-kata dalam bahasa alami manusia yang maksud penggunaannya agar dapat lebih informatif walaupun sebenarnya tidak memiliki nilai yang pasti. Sebagai contoh bila terdapat suatu variabel “jarak” maka nilai linguistik yang kemungkinan melekat pada variabel itu adalah “dekat”, “jauh”, ataupun “sangat jauh”.

b. Numerik

Atribut ini nilainya berupa angka yang menunjukkan nilai yang spesifik terhadap suatu variabel, seperti nilai 100, 15, 28, 36, dan sebagainya.

C. Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto adalah salah satu dari beberapa metode yang dapat diterapkan pada *fuzzy inference system*. Metode ini menggunakan fungsi keanggotaan yang bersifat monoton. Setiap himpunan dan input fuzzy pada metode ini akan diproses ke dalam basis pengetahuan yang berisi

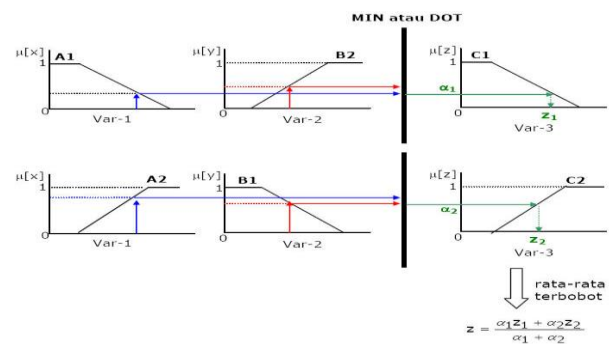
aturan-aturan yang berbentuk *if-then*, lalu akan dicari α -predikat (*fire-strength*) dari setiap aturan yang ada. Jika terdapat lebih dari satu aturan maka akan diagregasikan, lalu setelahnya dilakukan proses defuzzifikasi dengan metode rata-rata terbobot untuk mendapat output berupa himpunan *crisp*. [9]

Sebagai contoh ada 2 variabel *input*, Var-1(x) dan Var-2(y), serta satu variabel *output* Var-3(z). Himpunan untuk Var-1 terbagi atas 2 himpunan yaitu A1 dan A2, Var-2 terbagi atas 2 himpunan yaitu B1 dan B2, dan Var-3 juga terbagi atas 2 himpunan yaitu C1 dan C2 (C1 dan C2 harus monoton). Ada dua aturan yang digunakan, yaitu :

[R1] IF (x is A1) and (y is B2) THEN (z is C1)

[R1] IF (x is A2) and (y is B1) THEN (z is C2)

Alur *inferensi* untuk mendapat satu nilai *crisp* seperti terlihat pada gambar 2.14 berikut [10] :



GAMBAR 1. Inferensi Menggunakan Metode Tsukamoto

Dari input fuzzy beserta aturan yang ada pada Gambar 2.5 tersebut, setelah ditentukan nilai α -predikat dan nilai z dari masing-masing aturan, maka untuk menentukan hasil akhir defuzzifikasi dengan menggunakan rumus rata-rata terbobot sebagai berikut.

$$z = \frac{\alpha_{pred_1} * z_1 + \alpha_{pred_2} * z_2}{\alpha_{pred_1} + \alpha_{pred_2}} \quad (2.7)$$

III. Analisis dan Perancangan Sistem

A. Analisis Sistem

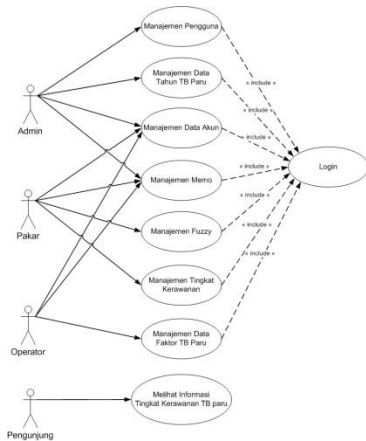
Analisis Kebutuhan Output

Adapun *output* yang akan dihasilkan oleh sistem informasi geografis pemetaan di Provinsi Jawa Barat ini adalah tingkat kerawanan Tuberkulosis Paru yang dimiliki oleh tiap kabupaten yang disajikan dalam bentuk peta dan grafik beserta data faktornya. Data nilai tingkat kerawanan

diperoleh dari hasil perhitungan dengan penerapan metode Tsukamoto oleh sistem.

B. Perancangan Sistem - Use Case Diagram

Use case merupakan gambaran suatu urutan interaksi antara satu atau lebih actor atau pengguna dengan sistem. Use case menggambarkan proses sistem dari sudut pandang pengguna. Gambar 2 merupakan use case diagram pemanfaatan metode tsukamoto untuk klasifikasi daerah rawan penyakit tuberkulosis paru dalam bentuk sistem informasi geografis, dengan user yaitu, admin, pakar, operator dan pengunjung.



GAMBAR 2 Use Case Diagram

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Implementasi Sistem

1) Input nilai variabel fuzzy

- Kepadatan penduduk [436.8047549-15309.26707] jiwa/Km².
- Kasus TB: menunjukkan data jumlah kasus tuberkulosis paru yang terjadi. Semesta pembicaraan variabel kasus TB yaitu [193-8002] kasus.
- Kematian: menunjukkan data jumlah kematian akibat dari penyakit tuberkulosis paru. Semesta pembicaraan variabel kematian yaitu [0-60] jiwa.
- RTPHBS: menunjukkan data jumlah Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih Sehat (PHBS) di Jawa Barat. Semesta pembicaraan variabel RTPHBS yaitu [30.95121626-77.236739] %.
- Fasilitas Kesehatan: menunjukkan data jumlah fasilitas kesehatan (rumah sakit dan puskesmas) yang terdapat di Jawa Barat. Semesta pembicaraan variabel fasilitas kesehatan yaitu [13-127] fasilitas.
- Tingkat Kerawanan: merupakan variabel output yang menunjukkan tingkat kerawanan penyakit tuberkulosis

paru. Semesta pembicaraan variabel tingkat kerawanan penyakit tuberkulosis paru yaitu [0-100] %.

2) Input himpunan fuzzy

- Variabel kepadatan penduduk terdiri dari dua himpunan yaitu jarang dan padat.
- Variabel kasus TB terdiri dari dua himpunan yaitu sedikit dan banyak.
- Variabel kematian terdiri dari dua himpunan yaitu sedikit dan banyak.
- Variabel RTPHBS terdiri dari dua himpunan yaitu kecil dan besar.
- Variabel fasilitas kesehatan terdiri dari dua himpunan yaitu sedikit dan banyak.
- Variabel tingkat kerawanan terdiri dari dua himpunan yaitu rendah dan tinggi.

3) Input aturan fuzzy

Aturan fuzzy berfungsi sebagai penghubung antara variabel input fuzzy dengan variabel output fuzzy (konsekuen). Aturan fuzzy yang digunakan pada sistem ini sebagai berikut:

[RULE 1] IF kepadatan penduduk padat AND kasus TB banyak AND kematian banyak AND RTPHBS kecil AND fasilitas kesehatan sedikit THEN tingkat kerawanan tinggi

[RULE 2] IF kepadatan penduduk jarang AND kasus TB banyak AND kematian sedikit AND RTPHBS kecil AND fasilitas kesehatan sedikit THEN tingkat kerawanan tinggi

[RULE 3] IF kepadatan penduduk jarang AND kasus TB banyak AND kematian sedikit AND RTPHBS kecil AND fasilitas kesehatan banyak THEN tingkat kerawanan tinggi

[RULE 4] IF kepadatan penduduk padat AND kasus TB sedikit AND kematian sedikit AND RTPHBS kecil AND fasilitas kesehatan sedikit THEN tingkat kerawanan tinggi

[RULE 5] IF kepadatan penduduk padat AND kasus TB banyak AND kematian banyak AND RTPHBS besar AND fasilitas kesehatan banyak THEN tingkat kerawanan tinggi

[RULE 6] IF kepadatan penduduk jarang AND kasus TB sedikit AND kematian sedikit AND RTPHBS besar AND fasilitas kesehatan banyak THEN tingkat kerawanan rendah

[RULE 7] IF kepadatan penduduk jarang AND kasus TB sedikit AND kematian sedikit AND RTPHBS besar AND fasilitas kesehatan sedikit THEN tingkat kerawanan rendah

[RULE 8] IF kepadatan penduduk jarang AND kasus TB sedikit AND kematian sedikit AND RTPHBS kecil AND fasilitas kesehatan sedikit THEN tingkat kerawanan rendah

4) Menghitung nilai derajat keanggotaan (μ)

Fungsi keanggotaan dari setiap himpunan fuzzy yang ada adalah sebagai berikut:

a. Kepadatan Penduduk

Fungsi keanggotaan dari variabel kepadatan penduduk dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{JARANG}}[a] = \begin{cases} 1; & a \leq 436.8 \\ (11591.15 - a)/(11591.151 - 436.8); & 436.8 \leq a \leq 11591.15 \\ 0; & a \geq 11591.15 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{PADAT}}[a] = \begin{cases} 1; & a \leq 4154.9 \\ (a - 4154.9)/(15309.2 - 4154.9); & 4154.9 \leq a \leq 15309.2 \\ 0; & a \geq 15309.2 \end{cases}$$

b. Kasus TB

Fungsi keanggotaan dari variabel Kasus TB dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{SEDIKIT}}[b] = \begin{cases} 1; & a \leq 193 \\ (6049.75 - a)/(6049.75 - 193); & 193 \leq a \leq 6049.75 \\ 0; & a \geq 6049.75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{BANYAK}}[b] = \begin{cases} 1; & a \leq 2145.25 \\ (a - 2145.25)/(8002 - 2145.25); & 2145.25 \leq a \leq 8002 \\ 0; & a \geq 8002 \end{cases}$$

c. Kematian

Fungsi keanggotaan dari variabel Kematian dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{SEDIKIT}}[c] = \begin{cases} 1; & a \leq 45 \\ (45 - a)/(45 - 0); & 0 \leq a \leq 45 \\ 0; & a \geq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{BANYAK}}[c] = \begin{cases} 1; & a \geq 60 \\ (a - 15)/(60 - 15); & 15 \leq a \leq 60 \\ 0; & a \leq 15 \end{cases}$$

d. RTPHBS

Fungsi keanggotaan dari variabel RTPHBS dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{KECIL}}[d] = \begin{cases} 1; & a \leq 30.9 \\ (65.6 - a)/(65.6 - 30.9); & 30.9 \leq a \leq 65.6 \\ 0; & a \geq 65.6 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{BESAR}}[d] = \begin{cases} 1; & a \geq 77.2 \\ (a - 42.5)/(77.2 - 42.5); & 42.5 \leq a \leq 77.2 \\ 0; & a \leq 42.5 \end{cases}$$

e. Fasilitas Kesehatan

Fungsi keanggotaan dari variabel fasilitas kesehatan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{RENDAH}}[e] = \begin{cases} 1; & a \leq 13 \\ (95.5 - a)/(95.5 - 13); & 13 \leq a \leq 95.5 \\ 0; & a \geq 95.5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{TINGGI}}[e] = \begin{cases} 1; & a \geq 123 \\ (a - 40.5)/(123 - 40.5); & 40.5 \leq a \leq 123 \\ 0; & a \leq 40.5 \end{cases}$$

f. Tingkat kerawanan

Fungsi keanggotaan dari variabel tingkat kerawanan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{RENDAH}}[z] = \begin{cases} 1; & z \geq 100 \\ (100 - z)/(100 - 0); & 0 \leq z \leq 100 \\ 0; & z \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{TINGGI}}[z] = \begin{cases} 1; & z \geq 100 \\ (z - 0)/(100 - 0); & 0 \leq z \leq 100 \\ 0; & z \leq 0 \end{cases}$$

5) Menghitung nilai α -predikat

Setelah ditentukan nilai derajat keanggotaan kemudian proses berikutnya menentukan nilai α -predikat. Dalam metode Fuzzy Tsukamoto, inferensi dilakukan dengan menggunakan operasi AND. Nilai α -predikat diperoleh dengan mengambil nilai minimum dari derajat keanggotaan antara variabel satu dengan variabel yang lain, yang telah dikombinasikan dalam aturan yang telah ditentukan sebelumnya.

6) Menghitung nilai konsekuen (z)

Nilai z_i diperoleh dari hasil inferensi berdasarkan pada setiap aturan yang berlaku dengan fungsi keanggotaan tingkat kerawanan.

7) Defuzzifikasi

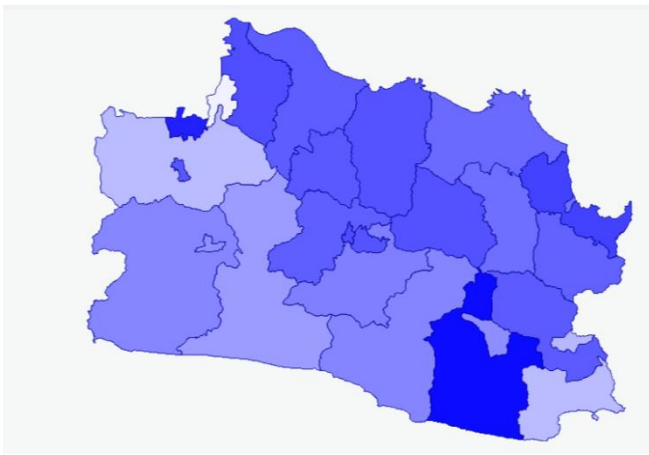
Defuzzifikasi akan mengubah nilai output sistem yang berupa fuzzy menjadi bernilai *crisp*. Berikut merupakan rumus defuzzifikasinya.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot z_i)}{\sum_{i=1}^n (\alpha_i)}$$

8) Output hasil

Setelah serangkaian proses dalam sistem dilalui, maka akan didapatkan output sistem berupa nilai tingkat kerawanan yang kemudian dikonversi menjadi kode warna untuk menentukan gradasi tingkat kerawanan dan divisualisasikan dalam peta. Berikut merupakan rumus menentukan kode warna.

$$KODE_{\text{WARNA}} = RGB \left(\left(\left(\frac{100 - z}{100} \right) * 255 \right), \left(\left(\frac{100 - z}{100} \right) * 255 \right), 255 \right)$$



GAMBAR10 Peta dan Tabel Kerawanan

B. Kelebihan dan Kekurangan Sistem

1. Kelebihan

- a. Tampilan peta hasil perhitungan daerah tingkat kerawanan penyakit tuberkulosis paru menggunakan amMap sehingga lebih interaktif dengan tampilan area (polygon).
- b. Variabel pada sistem bersifat dinamis sehingga dapat ditambahkan faktor penyebab resiko kerawanan lebih banyak.
- c. Terdapat grafik yang mampu menampilkan tingkat kerawanan sebagai parameter utama namun dapat memilih parameter lain yang merujuk ke data faktor penyebab kerawanan tuberkulosis.

2. Kekurangan Sistem

- a. Ketersediaan data kabupaten tidak dapat ditambah, data tergantung pada data yang tersedia di amMap
- b. Masih kurangnya penggunaan variabel input atau data faktor yang digunakan dalam sistem.

V. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

1. Pengguna aplikasi dapat mengetahui informasi lokasi daerah rawan penyakit tuberkulosis paru dalam bentuk peta dan grafik.
2. Aplikasi Sistem Informasi Geografis menggunakan metode Tsukamoto dapat memetakan daerah rawan penyakit tuberkulosis paru di Provinsi Jawa Barat.
3. Masyarakat dapat memantau perkembangan dari kerawanan penyakit tuberkulosis paru pada masing-masing kabupaten dengan adanya

informasi tingkat kerawanan penyakit tuberkulosis paru dan analisis beserta data faktor yang terdapat pada sistem ini.

B. Saran

1. Sistem ini dapat dikembangkan dengan memberikan tambahan fitur untuk menambah area atau data peta baru
2. Sistem ini dapat dikembangkan dengan memberikan tambahan fitur *print out* data peta dan data hasil perhitungan tingkat kerawanan penyakit tuberkulosis paru sebagai keluaran cetak data, sehingga sistem ini bisa menyediakan rekapitulasi data.

Daftar Pustaka

- [1] Murwani, Arita.2011. *Perawatan Pasien Penyakit Dalam*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- [2] Departemen Kesehatan RI. 2014. *Profil Kesehatan Indonesia 2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- [3] World Heart Federation. (2015). Tuberculosis mortality nearly halved since 1990. Diakses pada tanggal 2 Januari 2016, dari website <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/tuberculosis-mortality/en/>
- [4] Departemen Kesehatan RI. 2014. *Profil Kesehatan Indonesia 2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- [5] Departemen Kesehatan RI. 2014. *Profil Kesehatan Indonesia 2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- [6] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] Iswari, Lizda. 2006. Analisis dan Pemodelan Sistem Objek (Studi Kasus: System Inferensi Fuzzy Metode Sugeno). *Media Informatika*, Vol. 4 No. 2.
- [8] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.