

APLIKASI SISTEM PAKAR *DIAGNOSIS* PENYAKIT TB PARU PADA ANAK DENGAN METODE LOGIKA *FUZZY* BERBASIS ANDROID

Masna Jumiya^{*1}, Bambang Pramono², La Ode Hasnuddin³

Jurusan Teknik Informatika, FTEKNIK UHO, Kendari

Email : ^{*1} masnajumiya@gmail.com, ² bambangpramono09@gmail.com,
³ hasnuddinsagala@yahoo.com

Abstrak

Penderita TB Paru di Indonesia tidak hanya diderita orang dewasa saja, namun anak-anak juga sangat rentan menderita penyakit ini. Kendala utama dalam tatalaksana TB Paru pada anak yaitu masalah *diagnosis*. Gejala TB pada anak seringkali tidak khas dan pengambilan dahak pada anak lebih sulit untuk dilakukan, terkadang pasien anak harus melewati serangkaian tes pemeriksaan yang hanya dapat dilakukan di Rumah Sakit, namun tidak dapat dilakukan di Puskesmas ataupun Klinik.

Sistem pakar *diagnosis* TB Paru anak dengan menerapkan logika *fuzzy* metode Sugeno dapat memberikan toleransi terhadap nilai, dengan memanfaatkan kelebihan logika *fuzzy* dalam toleransi terhadap hal ambigu, dapat menjadikan pendekatan yang efisien dalam mendiagnosis TB Paru anak.

Hasil penelitian ini menyatakan logika *fuzzy* metode Sugeno dapat diimplementasikan ke dalam sistem pakar *diagnosis* penyakit TB Paru anak. Sistem dapat memberikan hasil *diagnosis* hampir sama dengan *diagnosis* yang dilakukan oleh seorang pakar. Hal ini memudahkan para petugas kesehatan untuk melakukan *diagnosis* dini penyakit TB Paru anak.

Kata Kunci: Metode Logika *Fuzzy*, Sistem Pakar, TB Paru Anak.

Abstract

Pulmonary tuberculosis patients in Indonesia not only the adults, but children are also very prone to suffer from this disease. The main obstacle in the treatment of pulmonary TB in children is the diagnosis problem. Symptoms of TB in children is often not typical and sputum collection in children is more difficult to do, sometimes the children must pass a series of tests that can only checks at the hospital, but it can not be done at the health center or clinic.

Pulmonary TB diagnosis expert system of children by applying Sugeno fuzzy logic method can provide tolerance to the value, by using the advantages of fuzzy logic in terms of tolerance for ambiguity, can make an efficient approach to the diagnosis of pulmonary TB in children.

The results of this study stated Sugeno fuzzy logic method can be implemented in an expert system diagnosis of pulmonary TB disease of children. The system can provide the diagnosis which is almost the same as the diagnosis which is done by an expert. It is easier for health workers to make early diagnosis of pulmonary TB disease of children.

Keywords: *Fuzzy Logic method, Expert Systems, pulmonary TB Children*

1. PENDAHULUAN

Tuberkulosis Paru (TB Paru) merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *mycobacterium tuberculosis*. Penderita TB Paru di Indonesia tidak hanya diderita orang dewasa saja, namun

anak-anak juga sangat rentan menderita penyakit ini. Anak lebih beresiko untuk menderita TB Paru sehingga menyebabkan tingginya penderita dan kematian pada anak.

Kendala utama dalam tatalaksana TB Paru pada anak yaitu masalah *diagnosis*. Gejala TB pada anak seringkali tidak khas dan

pengambilan dahak pada anak lebih sulit untuk dilakukan, walaupun terdapat batuk tetapi jarang menghasilkan dahak (*sputum*). Oleh karena itu, terkadang pasien anak harus melewati serangkaian tes pemeriksaan seperti uji tuberkulin, pemeriksaan radiologis, pemeriksaan bakteriologis, dan uji *Bacillus Calmette-Guerin* (BCG) yang hanya dapat dilakukan di Rumah Sakit, namun tidak dapat dilakukan di Puskesmas ataupun Klinik, agar *diagnosis* tetap dapat dilakukan di Puskesmas ataupun Klinik maka diperlukan sebuah alat bantu aplikasi untuk men-*diagnosis* TB Paru anak dengan lebih efisien dengan menerapkan representasi logika *fuzzy* berdasarkan inputan gejala TB Paru pada anak berbasis Android yang dapat digunakan di Unit Pelayanan Kesehatan agar dapat dilakukan proses penyembuhan yang tepat sasaran.

Banyak faktor penyebab seorang anak menderita TB Paru, dari penelitian yang dilakukan [1] riwayat kontak tuberkulosis sebagai faktor risiko hasil uji tuberkulin positif pada anak, dimana riwayat kontak dengan penderita TB paru dewasa merupakan faktor risiko terhadap hasil tes tuberkulin positif pada anak. Riwayat kontak serta riwayat sakit pada anak memberi kontribusi terhadap hasil test tuberkulin positif pada anak sebesar 90,7%.

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh peneliti lain yang berkaitan dengan sistem pakar *diagnosis* penyakit TB Paru anak yaitu yang dilakukan oleh [2] menerapkan model *case based reasoning* yang digunakan sebagai metode akuisisi pengetahuan dalam aplikasi system pakar *diagnosis* penyakit TBC pada anak, aturan yang dihasilkan system ini mampu digunakan untuk men-*diagnosis* penyakit didasarkan pada data-data pasien, namun dalam penentuan *diagnosis* penyakit belum diimplementasikan derajat kepercayaan terhadap hasil *diagnosis* tersebut.

Dari penelitian lain yang dilakukan oleh [3] menerapkan metode Sugeno Orde 0 sebagai sistem pendukung untuk memprakirakan cuaca, presentasi kebenaran pada uji verifikasi yang dilakukan secara manual dan sistem memiliki kategori yang sama yaitu baik. Dengan presentasi masing-masing yaitu uji verifikasi manual = 76% (24 data tepat dari 38 data), uji verifikasi sistem = 74% (23 data tepat dari 38 data). Para prakirawan di Stasiun Meteorologi Klas I

Cengkareng akan dapat dengan mudah mengambil keputusan untuk menentukan keadaan cuaca dalam 12 jam ke depan: apakah cerah, berawan atau hujan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Logika *Fuzzy*

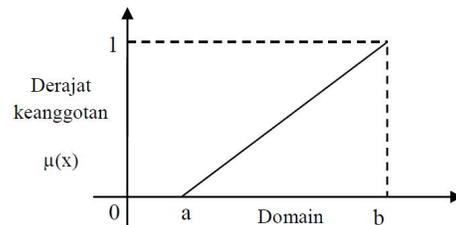
Menurut [4], logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Logika *fuzzy* atau sistem *fuzzy* memiliki kemampuan untuk mengembangkan sistem intelijen dalam lingkungan yang tak pasti. Dalam logika *fuzzy* terdapat beberapa proses yaitu penentuan himpunan *fuzzy*, penerapan aturan **IF-THEN** dan proses inferensi *fuzzy*.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan, yaitu :

a. Representasi linier

Pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai garis lurus. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linier.

Pertama, Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Gambar 1 menunjukkan fungsi representasi linier naik.



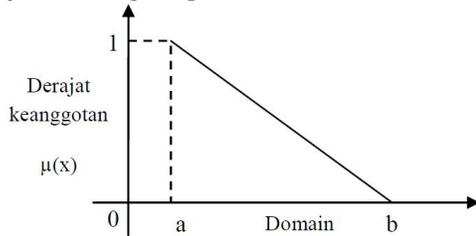
Gambar 1 Representasi linier naik

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

Kedua, Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat

keanggotaan lebih rendah. Gambar 2 menunjukkan fungsi representasi linier turun.



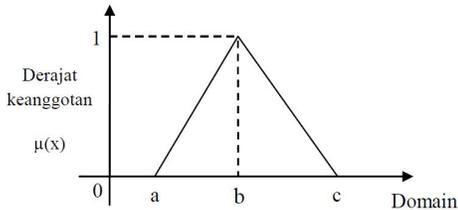
Gambar 2 Representasi Linier Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x < b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

b. Representasi kurva segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a < x < b \\ (b-x)/(c-b); & b \leq x < c \end{cases} \quad (3)$$

Sistem inferensi fuzzy merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk **IF-THEN**, dan penalaran fuzzy. Sistem inferensi fuzzy menerima *input crisp*. *Input* ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan fuzzy dalam bentuk **IF-THEN**. *Fire strength* akan dicari pada setiap aturan. Apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan defuzzy untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai *output* sistem.

Penerapan fuzzy logic dapat meningkatkan kinerja sistem kendali dengan menekan munculnya fungsi-fungsi liar pada keluaran yang disebabkan oleh fluktuasi pada variable masukannya. Pendekatan fuzzy logic

secara garis besar diimplementasikan dalam tiga tahapan yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap pengaburan (*fuzzification*) yakni pemetaan dari masukan tegas ke himpunan kabur.
2. Tahap inferensi, yakni pembangkitan aturan kabur.
3. Tahap penegasan (*defuzzification*), yakni tranformasi keluaran dari nilai kabur ke nilai tegas.

2.2 Metode Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* (konsekuen) system tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga ini sering juga dinamakan dengan metode TSK. Metode TSK terdiri dari 2 jenis, yaitu :

a. Model fuzzy Sugeno Orde-Nol
 Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah :
 IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o ... o (x_n is A_n) THEN $z = k$
 Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model fuzzy Sugeno Orde-Satu
 Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah :
 IF (x_1 is A_1) o ... o (x_n is A_n) THEN $z = p_1 * x_1 + ... + p_n * x_n + q$
 Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara menilai rata-ratanya (*Weight Average*). Persamaan (4) menunjukkan rumus untuk menghitung WA.

$$WA = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \quad (4)$$

2.3 TB Paru pada Anak

Tuberkulosis anak merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Kuman ini menyebar dari satu orang ke orang lain melalui percikan dahak

(*droplet nuclei*) yang dibatukkan, sehingga jika hanya melalui bersin atau tukar-menukar piring atau gelas minum tidak akan terjadi penularan.

Riwayat penyakit TBC anak sulit dideteksi penyebabnya, Penyebab TBC adalah kuman TBC (*mycobacterium tuberculosis*). Sebetulnya, untuk mendeteksi bakteri TBC (dewasa) tidak begitu sulit. Pada orang dewasa bisa dideteksi dengan pemeriksaan dahak langsung dengan mikroskop atau dibiakkan dulu di media. Mendeteksi TBC anak sangat sulit, karena tidak mengeluarkan kuman pada dahaknya dan gejalanya sedikit. Diperiksa dahaknya pun tidak akan keluar, sehingga harus dibuat diagnosis baku untuk mendiagnosis anak TBC sedini mungkin. Yang harus dicermati pada saat diagnosis TBC anak adalah riwayat penyakitnya. Apakah ada riwayat kontak anak dengan pasien TBC dewasa. Jika ada, maka anak dapat dikategorikan yakin anak positif TBC.

Gejala-gejala lain untuk diagnosa antara lain :

1. Berat badan anak turun tanpa sebab yang jelas, atau kenaikan berat badan setiap bulan berkurang.
2. Demam lama atau berulang tanpa sebab.
3. Batuk lama, lebih dari 3 minggu.
4. Pembesaran kelenjar di kulit, terutama di bagian leher, juga bisa ditengarai sebagai kemungkinan gejala TBC.
5. Mata merah bukan karena sakit mata, tapi di sudut mata ada kemerahan yang khas.
6. Pemeriksaan lain juga dibutuhkan diantaranya pemeriksaan tuberkulin (*Mantoux Test*, MT) dan foto. Pada anak normal, *Mantoux Test* positif jika hasilnya lebih dari 10 mm.

Pemeriksaan diagnostik pada penderita tuberkulosis antara lain :

a. Uji Tuberkulin

Merupakan uji paling penting untuk menentukan apakah anak sudah terinfeksi *tuberkel basilus* atau tidak. Prosedur yang dianjurkan adalah Uji *Mantoux*, yang menggunakan derivat protein murni (PPD, Purified protein derivatif). Dosis standar adalah 5 unit tuberkulin dalam 0,1 ml larutan, di injeksi secara intradermal. Pembacaan uji tuberkulin dilakukan 48-72 jam setelah

penyuntikan dan di ukur diameter melintang dari indurasi yang terjadi. Hasil dianggap positif bila terdapat indurasi dengan 5 mm keatas, bila 4 mm negatif, 5-9 mm masih dianggap meragukan, tetapi jika 10 mm keatas jelas positif.

b. Pemeriksaan Radiologis

Pada anak dengan uji tuberkulin positif dilakukan pemeriksaan radiologis. Secara rutin dilakukan foto rontgen paru, dan untuk diagnosis tidak cukup hanya pemeriksaan radiologis tetapi diperlukan juga data klinis.

c. Pemeriksaan bakteriologis

Ditemukannya basil tuberkulosis akan memastikan diagnosis tuberkulosis. Bahan-bahan yang digunakan untuk pemeriksaan bakteriologis ialah : Bilasan lambung, *Sekret bronkus*, *Sputum* (pada anak yang besar), Cairan *pleura*.

d. Uji *Bacillus Calmette-Guerin* (BCG)

Di Indonesia, *Bacillus Calmette-Guerin* (BCG) diberikan secara langsung tanpa didahului uji tuberkulin. Bila ada anak yang mendapat BCG langsung terdapat reaksi lokal yang besar dalam waktu kurang dari 7 hari setelah penyuntikan berarti perlu dicurigai adanya tuberkulosis. Pada anak dengan tuberkulosis BCG akan menimbulkan reaksi lokal yang lebih cepat dan besar oleh karena itu, reaksi BCG dapat dijadikan alat diagnostik.[5]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi merupakan tahap dimana sistem siap untuk dioperasikan. Hasil analisis dan perancangan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi *diagnosis* penyakit TB Paru pada anak dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Aplikasi ini merupakan aplikasi berbasis android berformat APK.

Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam implementasi adalah sebagai berikut:

1. Perangkat lunak yang dibutuhkan (*required software*):
 - Sistem operasi Windows 7
 - *Android Development Tools* (ADT).
2. Perangkat keras yang dibutuhkan (*required hardware*) yaitu sebuah *smartphone* dengan spesifikasi:
 - Processor Dual-core 1.2 GHz Cortex-A9
 - Memori 8 GB

- RAM 1 GB
- OS Android *Jelly Bean* versi 4.1.2 ke atas

Penerapan logika *fuzzy* secara garis besar diimplementasikan dalam tiga tahapan yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahapan Pengaburan (*fuzzification*) yakni pemetaan dari masukan tegas ke himpunan kabur.

Variabel Kontak	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Negatif	[0 3]
Ragu-ragu	[2 4]
Positif	[3 5]
Variabel Gizi	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Buruk	[0 70]
Kurang	[60 80]
Variabel Demam	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Normal	[0 14]
Tinggi	[3 31]
Variabel Batuk	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Normal	[0 21]
Kronik	[18 31]
Variabel Kelenjar	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Negatif	[0 3]
Positif	[2 5]
Variabel Sendi	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Negatif	[0 3]
Positif	[2 5]
Variabel Tuberkulin	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Negatif	[0 10]
Positif	[9 15]
Variabel Toraks	
Himpunan <i>fuzzy</i>	Nilai Domain
Negatif	[0 3]
Positif	[2 5]

(Sumber : pakar TB paru anak)

Interpretasi kesimpulan logika *fuzzy* dipresentasikan sebagai TB (-) dan TB (+) sehingga dapat dipertimbangkan untuk penanganan dini terhadap hasil *diagnosis*.

Kesimpulan hasil *diagnosis* TB (-) akan didapatkan ketika nilai *output* bernilai 0 - 3 dengan interpretasi sebagai berikut :

Tata Laksana :

1. Anak dinyatakan TB (-).
2. Anjuran untuk tindakan selanjutnya sebaiknya melihat gejala lain yang dialami anak seperti pemeriksaan saluran pernapasan dan kulit, dikarenakan anak kemungkinan menderita penyakit pulmonologi (gangguan saluran pernapasan) atau alergi.

Kesimpulan hasil *diagnosis* diantara TB (-) dan TB (+) akan didapatkan ketika nilai *output* bernilai 3 - 7 dengan interpretasi sebagai berikut :

Tata Laksana :

1. Anak kemungkinan menderita TB (+).
2. Anjuran untuk tindakan selanjutnya sebaiknya dirujuk untuk melakukan uji tuberkulin dan foto toraks
3. Jika anak telah melakukan uji tuberkulin dan foto toraks dengan hasil salah satu positif atau kedua-duanya positif, namun gejala lain kurang mendukung *diagnosis* anak menderita TB (+) maka sebaiknya dirujuk kepada dokter anak.

Kesimpulan hasil *diagnosis* diantara TB (+) akan didapatkan ketika nilai *output* bernilai 7 - 13 dengan interpretasi sebagai berikut :

Tata Laksana :

1. Anak dinyatakan menderita TB (+)
2. Anjuran untuk tindakan selanjutnya pemberian Obat Anti Tuberkulosis (OAT) sesuai berat badan :
 - a. BB < 5 kg : rujuk ke RS
 - b. BB 5-10 kg : pemberian Isoniasid 50 mg (1/2 sachet), Rifampisin 75 mg (1/2 sachet), Pirazinamid 150 mg (1/2 sachet)
 - c. BB 10-20 kg : pemberian Isoniasid 100 mg (1 sachet), Rifampisin 150 mg (1 sachet), Pirazinamid 300 mg (1 sachet)
2. Tahap *inferensi* yakni pembangkitan aturan kabur. Pada tahap ini mengkombinasikan himpunan-himpunan tersebut menjadi aturan (**R**). Dengan menggunakan operator **AND** dalam kombinasi ini, maka penentuan predikat dilakukan dengan mencari nilai terkecil dari setiap kombinasi.

Agar lebih mudah memahami proses ini, maka diasumsikan setiap fungsi keanggotaan variabel dengan pemberian bobot, seperti dibawah ini :

- a) Fungsi keanggotaan variabel Kontak, himpunan negatif diberi bobot 0, ragu-ragu diberi bobot 2, dan positif diberi bobot 3
- b) Fungsi keanggotaan variabel Gizi, himpunan buruk diberi bobot 2 dan kurang diberi bobot 1.
- c) Fungsi keanggotaan variabel Demam, himpunan normal diberi bobot 0, dan tinggi diberi bobot 1
- d) Fungsi keanggotaan variabel Batuk, himpunan normal diberi bobot 0, dan kronik diberi bobot 1
- e) Fungsi keanggotaan variabel Kelenjar, himpunan negatif diberi bobot 0, dan positif diberi bobot 1
- f) Fungsi keanggotaan variabel Sendi, himpunan negatif diberi bobot 0, dan positif diberi bobot 1
- g) Fungsi keanggotaan variabel Uji Tuberkulin, himpunan negatif diberi bobot 0, dan positif diberi bobot 3
- h) Fungsi keanggotaan variabel Foto Toraks, himpunan negatif diberi bobot 0, dan positif diberi bobot 1

Berdasarkan pernyataan tersebut, maka dibentuklah aturan dalam perancangan aplikasi *diagnosis* TB Paru pada anak. Setelah aturan (**R**) terbentuk maka dilakukan proses *inferensi* dengan metode Sugeno orde-nol, dengan rumus :

$$\alpha - predikat1 = \mu_{x_1} \cap \mu_{x_2} \cap \dots \cap \mu_{x_n} \\ = \min(\mu_{x_1}[x], \mu_{x_2}[y], \dots, \mu_{x_n}[z])$$

$$\text{Nilai } z_1 = w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n$$

3. Tahap *defuzzifikasi* yakni proses menghasilkan sebuah nilai (*crisp*), dengan *input* adalah himpunan *fuzzy* yang dihasilkan dari proses komposisi aturan dan *output* adalah sebuah nilai (*crisp*). Pada metode Sugeno, *defuzzification* dilakukan dengan perhitungan *Weight Average* (WA).

$$WA = \frac{\alpha_1(z_1) + \alpha_2(z_2) + \alpha_3(z_3) + \dots + \alpha_n(z_n)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_n}$$

Persentase nilai tingkat kepercayaan dengan nilai tingkat kepercayaan terbesar adalah 80 % :

- a) TB (-) dengan himpunan [0 3]
Persen = 1*80%
- b) TB (-) dan TB (+) dengan himpunan [3 7]
Persen = (WA-3)/(7-3)*80%
- c) TB (+) dengan himpunan [7 9]
Persen = 1*80%

Proses pengujian dilakukan sebanyak tujuh kali dengan membandingkan hasil *diagnosis* yang dilakukan oleh Pakar TB Paru anak dan aplikasi sistem pakar TB Paru anak.

Pakar penyakit TB Paru anak mendiagnosis dengan cara melihat gejala klinis dengan beberapa kriteria yang dialami oleh seorang anak dimana beberapa kriteria tersebut dapat mengindikasikan seorang anak menderita TB Paru. Berdasarkan hasil pemeriksaan klinis, seorang anak dikategorikan dalam dua kategori yaitu TB Paru positif dan TB Paru negatif.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil pengujian manual berupa data pasien anak yang dicurigai menderita TB Paru dan positif terkena TB Paru ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Data pasien TB Paru anak

No	JK	Umur (th)	Berat Badan (kg)	Kriteria								Ket.
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	P	3:0	8,5	+	buruk	7	10	+	-	-	-	TB(+) rujuk
2	L	4:9	8,8	+	buruk	15	22	-	-	-	-	TB(+) OAT
3	L	1:5	10,9	ragu	kurang	0	60	+	-	+	-	TB(+) OAT
4	L	3:8	10	+	buruk	14	15	+	-	-	-	TB(+) OAT
5	L	1:11	10	+	kurang	0	28	-	-	-	-	TB(+) rujuk
6	L	2:6	8	+	buruk	30	28	-	-	-	+	TB (+) OAT
7	P	2:8	11	ragu	kurang	14	14	+	+	-	-	TB (+) rujuk

(sumber : Data rekam medik Puskesmas Poasia Kendari)

Keterangan :

- 1. Kriteria 1 : Kontak dengan pasien dewasa TB BTA (+)
- 2. Kriteria 2 : Status gizi anak saat datang pertama kali
- 3. Kriteria 3 : Jangka waktu demam (hari)
- 4. Kriteria 4 : Jangka waktu batuk (hari)
- 5. Kriteria 5 : Pembesaran kelenjar dibelakang telinga

6. Kriteria 6 : Pembengkakan tulang/ sendi lutut/falang
7. Kriteria 7 : Hasil uji tuberkulin
8. Kriteria 8 : Hasil foto toraks
9. OAT : Obat Anti Tuberkulosis

Saat melakukan proses diagnosis menggunakan aplikasi sistem pakar diagnosis TB Paru anak, yang dilakukan oleh *user* adalah memasukkan nilai, selanjutnya akan ditampilkan keseluruhan nilai lalu diproses dan menghasilkan hasil *diagnosis*.

Hasil perhitungan pengujian sistem data 1 sampai data 7, dengan *input*-an yang sama dengan data pada Tabel 1 hasilnya ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian sistem

Data	Kriteria								Hasil
	Kontak	Gizi	Demam	Batuk	Kelenjar	Sendi	Uji TB	Toraks	
1.	4	60	7	10	3	1	1	1	TB (+), 65,6 %, rujuk
2.	4	50	15	22	1	1	1	1	TB (+) 80 % OAT
3.	3	70	0	60	3	1	13	1	TB (+) 80 % OAT
4.	4	58	14	15	3	1	1	1	TB (+) 80 % OAT
5.	4	74	0	28	1	1	1	1	TB (-) 39 % rujuk
6.	4	60	30	28	1	1	1	3	TB (+) 80 % OAT
7.	3	75	14	14	3	3	1	1	TB (+) 58,5 % rujuk

Perbandingan hasil pengujian manual dan sistem didapatkan hasil yaitu dari 7 data yang digunakan sebagai pembanding uji coba *diagnosis* yang dilakukan oleh sistem dan *diagnosis* yang dilakukan oleh pakar TB Paru anak, didapatkan satu data yang berbeda pada hasil *diagnosis* tetapi sama dalam hal tindakan selanjutnya. Kesimpulan perbandingan hasil pengujian ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan hasil pengujian

Uji	Data	Manual		Sistem		
		Hasil	Tindakan	Hasil	Persen (%)	Tindakan
1.	Data 1	TB (+)	rujuk	TB (+)	65,6	rujuk
2.	Data 2	TB (+)	OAT	TB (+)	80	OAT
3.	Data 3	TB (+)	OAT	TB (+)	80	OAT
4.	Data 4	TB (+)	OAT	TB (+)	80	OAT

5.	Data 5	TB (+)	rujuk	TB (-)	39	Rujuk
6.	Data 6	TB (+)	OAT	TB (+)	80	OAT
7.	Data 7	TB (+)	rujuk	TB (+)	58,5	Rujuk

Tabel 3 menunjukkan bahwa pakar TB Paru anak saat melakukan *diagnosis* tidak menyertakan persentase tingkat kepercayaan hasil *diagnosis*, hal ini dimaksudkan karena penyakit TB Paru anak ini telah ditangani oleh pakar penyakit tersebut sehingga hanya dengan melihat kriteria dan gejala yang dialami oleh anak, pakar sudah dapat memberikan hasil *diagnosis* beserta tata laksananya. Berbeda dengan sistem yang menerapkan pengetahuan dari pakar, sistem ini harus memperlihatkan persentase tingkat kepercayaan hasil *diagnosis* agar sistem lebih terpercaya untuk melakukan *diagnosis* sehingga saat sistem digunakan, hasil *diagnosis* dapat menunjukkan keakuratan hasil yang diperoleh.

Perbandingan hasil pengujian dapat disimpulkan yaitu pada data uji 2, data uji 3, data uji 4, dan data uji 6 didapatkan hasil manual dan sistem dengan hasil yang sama yaitu pasien anak dinyatakan menderita TB (+), sistem memberikan tingkat kepercayaan 80 % pada hasil *diagnosis* sehingga harus diberikan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) sebagai tindakan selanjutnya.

Pada data uji 1 dan data uji 7 didapatkan hasil manual dan sistem dengan hasil yang sama yaitu pasien dinyatakan menderita TB (+), sistem memberikan tingkat kepercayaan 65,6 % pada hasil *diagnosis* data uji 1 dan tingkat kepercayaan 58,5 % pada hasil *diagnosis* data uji 7, sehingga tindakan selanjutnya yang harus dilakukan yaitu dirujuk ke rumah sakit.

Pada data uji 5 didapatkan hasil manual dan sistem yang berbeda dimana pakar TB Paru anak men-*diagnosis* anak menderita TB (+), namun sistem mendapatkan hasil *diagnosis* anak menderita TB (-) dengan tingkat kepercayaan 39 %, hal ini terjadi karena pada sistem telah diterapkan aturan sehingga proses *diagnosis* mengikuti aturan yang telah diberikan. Berbeda dengan pakar yang langsung menggunakan penalaran, perasaan, dan ilmu yang dimiliki sehingga saat anak mengalami TB (-) tetapi memiliki kecenderungan menjadi TB (+), pakar akan

mengambil kesimpulan *diagnosis* anak menderita TB (+). Berdasarkan hasil *diagnosis* sistem yang menunjukkan persentase rendah terhadap TB (-) dan hasil *diagnosis* pakar yang menunjukkan skala rendah terhadap TB (+) sehingga tindakan selanjutnya tetap sama yaitu dirujuk ke rumah sakit.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan sistem pakar *diagnosis* penyakit TB Paru pada anak dengan menggunakan logika *fuzzy* metode Sugeno, dapat ditarik kesimpulan yaitu logika *fuzzy* metode Sugeno dapat diimplementasikan ke dalam sistem pakar *diagnosis* penyakit TB Paru anak. Sistem dapat memberikan hasil *diagnosis* sesuai dengan aturan yang diterapkan pada sistem dimana aturan tersebut berasal dari pengetahuan pakar sehingga sistem dapat melakukan *diagnosis* hampir sama dengan *diagnosis* yang dilakukan oleh seorang pakar dimana seorang anak menderita TB (+) atau TB (-) beserta tingkat kepercayaan *diagnosis* dan tata laksana yang harus dilakukan untuk tindakan selanjutnya. Hal ini memudahkan para petugas kesehatan untuk melakukan *diagnosis* dini penyakit TB Paru anak.

5. SARAN

Untuk pengembangan aplikasi selanjutnya dapat dilakukan pembuatan versi *website* dengan penambahan *database* agar aplikasi ini dapat sekaligus digunakan untuk menyimpan data pasien, dan hasil *diagnosis* dapat dicetak agar menjadi aplikasi yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sidhi, D. P., 2010, *History of TB Contact a Risk Factor of Positive Tuberculin Test in children*, Semarang.
- [2] Kusrini, 2009, *Aplikasi Sistem Pakar Menentukan Faktor Kepastian Pengguna*

dengan Metode Kuantifikasi Pertanyaan, Yogyakarta, Andi.

- [3] Mahargiyak, E., 2013, *Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno untuk Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca*, Malang.
- [4] Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [5] Day, R, *Buku Saku Petugas Program TBC*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan.