

PERAMALAN ANGKA INFEKSI SIFILIS MELALUI TRANSFUSI DARAH DI KOTA PONTIANAK DENGAN FUZZY INFERENCE SYSTEM

Nur Azizah¹, Ressy Rustanuarsi²
^{1,2} Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta
izulazizah.susilo@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan angka infeksi sifilis melalui transfusi darah di kota Pontianak dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* metode Mamdani. Data mengenai angka infeksi sifilis tersebut dibagi menjadi dua yaitu *training data* (TRD) dan *checking data* (CHD). Data mengenai angka infeksi sifilis pada bulan ke t-2 dan bulan ke t-1 digunakan sebagai input, sementara data mengenai angka infeksi sifilis pada bulan ke t digunakan sebagai output. Banyak aturan yang terbentuk dalam sistem ini adalah 20 aturan. Metode Mamdani digunakan untuk inferensi dan metode centroid digunakan untuk defuzifikasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Fuzzy Inference System* metode Mamdani dapat digunakan untuk memprediksi angka infeksi sifilis dengan tingkat kesalahan pada TRD sebesar 14.4% dan pada CHD sebesar 34.8%.

Kata Kunci: *Fuzzy Inference System, Sistem Peramalan, Infeksi Sifilis*

Abstract

This study aims to forecast the number of syphilis infections through blood transfusion in Pontianak by using the Fuzzy Inference System with Mamdani method. Data on the number of syphilis infections are divided into two, namely training data (TRD) and checking data (CHD). Data on the rates of syphilis infection in month t-2 and month t-1 are used as inputs, while data in t month are used as output. 20 rules are formed in this system. The Mamdani method is used for inference and the centroid method is used for defuzzification. The results of this study indicate that the Fuzzy Inference System with Mamdani method can be used to forecast the rate of syphilis infection with an error rate of TRD of 14.4% and CHD of 34.8%.

Keywords: *Fuzzy Inference System, Forecasting System, Syphilis Infection*

A. Pendahuluan

Kesehatan merupakan aspek yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Salah satu masalah dalam bidang kesehatan yang menjadi perhatian pemerintah adalah penyebaran penyakit sifilis melalui transfusi darah. Sifilis merupakan penyakit infeksi sistemik yang menular dan disebabkan mikroorganisme *Treponema pallidum* (Rahadiyanti & Damayanti, 2018). Sifilis termasuk infeksi menular seksual dan juga dapat menginfeksi melalui transfusi, dimana jumlah infeksi meningkat setiap tahun (Komalasari & Lestari, 2013).



Angka kejadian sifilis yang meningkat, memungkinkan untuk dilakukan peramalan terhadap angka kejadian sifilis melalui transfusi darah. Hal ini dilakukan agar dapat digunakan sebagai pertimbangan pemerintah dalam merancang sistem pencegahan di masa yang akan datang. Seperti yang diungkap oleh Sah & Degtiarev (2007) bahwa peramalan berperan penting dalam keputusan penting di masa depan.

Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk meramal angka kejadian sifilis adalah *fuzzy time series*. Peramalan *time series* merujuk pada pemodelan yang dibuat berdasarkan kumpulan data dari nilai-nilai seri waktu lampau yang digunakan untuk memprediksi nilai masa depan (Nurhayadi, et al., 2014). *Fuzzy time series* tidak hanya terbatas pada nilai-nilai linguistik dan dapat digunakan untuk prediksi nilai-nilai numerik juga (Sah & Degtiarev, 2007).

Pemodelan *time series* menggunakan *fuzzy inference* memetakan setiap titik sample pada *time series* ke dalam himpunan fuzzy dan menerapkan aturan fuzzy "IF-Then" (Nurhayadi, et al., 2014). *Fuzzy inference system* (FIS) berisi pengetahuan dan pengalaman seorang ahli dalam merancang sistem yang mengontrol sebuah proses meliputi hubungan antara input dan output yang didefinisikan sebagai himpunan *fuzzy* serta aturan *fuzzy* IF-THEN (Lei, et al., 2009).

Fuzzy Inference system memuat beberapa prosedur seperti menentukan input dan output himpunan samar, fuzzifikasi, menentukan aturan fuzzy, melakukan inferensi samar, dan defuzzifikasi (Lei, et al., 2009) *Fuzzy inference system* (FIS) dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu dengan metode Mamdani, metode Sugeno dan metode Tsukamoto. Metode Mamdani digunakan dalam penelitian ini, karena metode Mamdani dikenal luas dan sering digunakan dalam mengembangkan model fuzzy (Moahmmed & Sadkhan, 2013). Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan menggunakan *fuzzy inference system* metode Mamdani untuk meramal meramalkan angka infeksi penyakit sifilis melalui transfusi darah.

B. Metode Penelitian

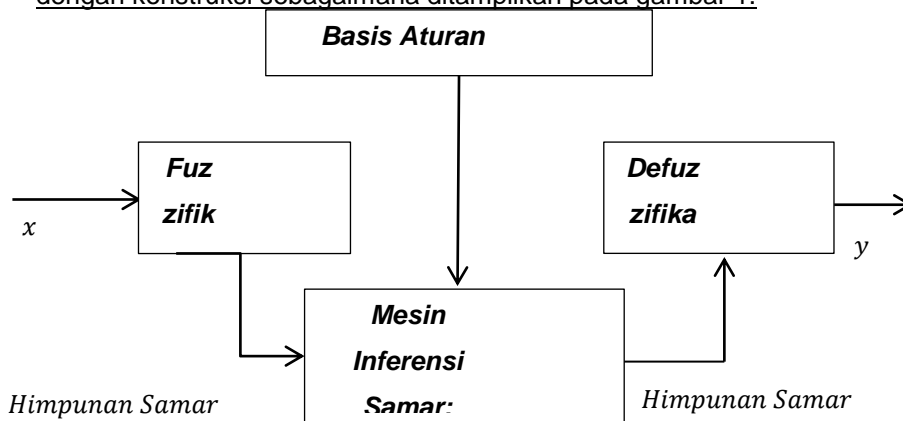
Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan penerapan *fuzzy inference system* dengan metode mamdani untuk meramalkan angka infeksi penyakit sifilis melalui transfusi darah di kota Pontianak. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data time series tentang angka infeksi penyakit sifilis melalui transfusi darah di Kota Pontianak pada tahun 2014-2016. Data ini diperoleh dari BPS Kota Pontianak Data tersebut ditampilkan pada tabel 1 dan dapat diakses melalui link <https://pontianakkota.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/43>.



Tabel 1. Data angka infeksi penyakit sifilis melalui transfusi darah di Kota Pontianak tahun 2014-2016

BULAN	2014	2015	2016
Januari	28	32	58
Februari	29	37	58
Maret	50	44	52
April	28	52	52
Mei	38	20	22
Juni	36	38	40
Juli	32	56	42
Agustus	30	56	43
September	29	58	44
Oktober	29	44	22
November	30	27	32
Desember	34	57	28

Prosedur peramalan dalam penelitian ini menggunakan suatu sistem samar dengan konstruksi sebagaimana ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Konstruksi sistem samar

Adapun langkah demi langkah proses peramalan tersebut meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- (1) menentukan input dan output sistem
- (2) menentukan himpunan universal dari input dan output
- (3) menentukan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy
- (4) Melakukan fuzzifikasi
- (5) menentukan aturan fuzzy (rule)

- (6) melakukan inferensi himpunan fuzzy metode mamdani
- (7) melakukan defuzzifikasi metode *center of gravity defuzzifier*
- (8) menentukan mape sebagai pengukur besar kesalahan dari model yang digunakan (Wang, 1997).

C. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan data *time series* terkait angka infeksi penyakit sifilis di kota Pontianak terhitung Januari 2014 hingga Desember 2016. Secara keseluruhan terdapat 36 data yang untuk selanjutnya akan dikelompokkan menjadi *training data* (TRD) dan *checking data* (CHD). TRD adalah data yang digunakan untuk membangun sistem sedangkan CHD adalah data yang digunakan untuk memeriksa sistem yang sudah dibuat. Dalam penelitian ini 80% dari data yaitu sebanyak 29 data digunakan sebagai TRD dan 20% data lainnya atau sejumlah 7 data digunakan untuk CHD.

Setelah menentukan pasangan TRD dan CHD, langkah selanjutnya adalah penentuan input-output dari sistem yang akan di buat. Terdapat dua *input* yang digunakan dalam sistem ini yaitu jumlah infeksi sifilis melalui transfusi darah pada bulan ke t-2 dan bulan ke t-1. Sedangkan *output* pada sistem ini adalah jumlah infeksi sifilis melalui transfusi darah pada bulan ke t. Adapun proses peramalan selanjutnya dilakukan melalui langkah-langkah berikut.

1. Menentukan Himpunan Universal

Himpunan universal dari input: jumlah infeksi sifilis melalui transfusi darah pada bulan ke t-2 dan t-1 yang masing-masing dinyatakan sebagai x_{t-2} dan x_{t-1} yaitu [20, 60]. Begitu pula himpunan universal dari output: jumlah infeksi sifilis melalui transfusi darah pada bulan ke t yang dinyatakan sebagai x_t yaitu [20, 60].

2. Menentukan Himpunan Fuzzy pada Input dan Output

Pada himpunan universal input dan output didefinisikan tiga himpunan fuzzy yang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga yaitu himpunan fuzzy jumlah infeksi sangat-sangat rendah sekali (A_1), himpunan fuzzy jumlah infeksi sangat rendah sekali (A_2), himpunan fuzzy jumlah infeksi sangat rendah (A_3), himpunan fuzzy jumlah infeksi rendah (A_4), himpunan fuzzy jumlah infeksi sedang (A_5), himpunan fuzzy jumlah infeksi tinggi (A_6), himpunan fuzzy jumlah infeksi sangat tinggi (A_7), himpunan fuzzy jumlah infeksi sangat tinggi sekali (A_8), himpunan fuzzy jumlah infeksi sangat-sangat tinggi sekali (A_9) dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut.

$$\mu_{A_1}(x) = \begin{cases} \frac{25-x}{5}; & 20 \leq x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{A_2}(x) = \begin{cases} \frac{x-20}{5}; & 20 \leq x \leq 25 \\ \frac{30-x}{5}; & 25 \leq x \leq 30 \\ 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{A_3}(x) = \begin{cases} \frac{x-25}{5}; 25 \leq x \leq 30 \\ \frac{35-x}{5}; 30 \leq x \leq 35 \\ 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 35 \end{cases}$$

$$\mu_{A_4}(x) = \begin{cases} \frac{x-30}{5}; 30 \leq x \leq 35 \\ \frac{40-x}{5}; 35 \leq x \leq 40 \\ 0; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{A_5}(x) = \begin{cases} \frac{x-35}{5}; 35 \leq x \leq 40 \\ \frac{45-x}{5}; 40 \leq x \leq 45 \\ 0; x \leq 35 \text{ atau } x \geq 45 \end{cases}$$

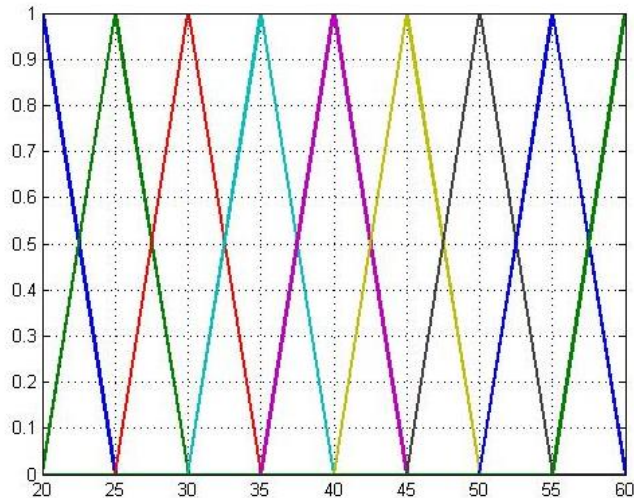
$$\mu_{A_6}(x) = \begin{cases} \frac{x-40}{5}; 40 \leq x \leq 45 \\ \frac{50-x}{5}; 45 \leq x \leq 50 \\ 0; x \leq 40 \text{ atau } x \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{A_7}(x) = \begin{cases} \frac{x-45}{5}; 45 \leq x \leq 50 \\ \frac{55-x}{5}; 50 \leq x \leq 55 \\ 0; x \leq 45 \text{ atau } x \geq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{A_8}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{5}; 50 \leq x \leq 55 \\ \frac{60-x}{5}; 55 \leq x \leq 60 \\ 0; x \leq 50 \text{ atau } x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{A_9}(x) = \begin{cases} \frac{x-55}{20}; 55 \leq x \leq 60 \\ 0; x \leq 60 \end{cases}$$

Adapun sembilan himpunan samar tersebut digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Himpunan samar pada input-output

3. Melakukan Fuzifikasi pada pasangan input-output

Fuzzifikasi merupakan proses perubahan nilai tegas menjadi nilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan. Nilai tegas pasangan *input-output* data diubah menjadi nilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan segitiga yang telah didefinisikan sebelumnya. Misalkan pada pasangan data pertama, x_{t-2} dengan nilai tegas 28 merupakan anggota domain himpunan *fuzzy* A_1 dan A_2 , sehingga derajat keanggotaannya ditentukan melalui fungsi keanggotaan segitiga pada himpunan *fuzzy* A_1 dan A_2 yaitu :

$$\mu_{A_1}(x_{t-2}) = 0$$

$$\mu_{A_2}(x_{t-2}) = \frac{30 - 28}{5} = 0.4$$

Selanjutnya fuzzifikasi dilakukan untuk semua data pertama yaitu x_{t-2}, x_{t-1} , dan x_t disajikan pada tabel 2

Tabel 2. Contoh proses fuzzifikasi

Variabel	Nilai	Derajat Keanggotaan								
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
x_{t-2}	28	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
		0	0.4	0.6	0	0	0	0	0	0
x_{t-1}	29	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
		0	0.2	0.8	0	0	0	0	0	0
x_t	50	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
		0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabel di atas menunjukkan bahwa x_{t-2} memiliki 2 derajat keanggotaan yang tidak nol, yaitu 0.6 dan 0.4. Untuk itu, akan dipilih derajat keanggotaan terbesar yaitu 0,6, sehingga masukkan x_{t-2} sebagai anggota himpunan dengan derajat keanggotaan terbesar, yaitu A_3 ,

4. Menentukan Rule

Setelah melakukan fuzzifikasi, maka dilakukan pembentukan aturan. Aturan-aturan yang dibentuk menyatakan relasi antara input dan output. Tiap aturan merupakan suatu implikasi. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua input adalah operator AND, dan yang memetakan antara input-output adalah IF-THEN. Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Misalnya pada pasangan input dan output pertama dihasilkan aturan sebagai berikut:

"jika x_{t-2} adalah A_1 dan x_{t-1} adalah A_3 maka x_t adalah A_3 "

Tahap ini akan dihasilkan aturan sebanyak pasangan *input-output* data, yaitu sebanyak 27 aturan sebagai berikut.

Tabel 3. Proses penyusunan rule

RULE KE	RULE			DK			DK RULE
1	A_1	A_5	A_8	1	0.6	0.8	0.48
2	A_2	A_8	A_9	0.6	0.6	0.6	0.22
3	A_3	A_3	A_7	0.6	0.8	1	0.48
4	A_3	A_3	A_3	0.6	1	0.6	0.36
5	A_3	A_3	A_3	1	0.6	0.8	0.48
6	A_3	A_3	A_3	0.8	1	0.8	0.64
7	A_3	A_3	A_4	0.8	0.8	0.8	0.51
8	A_3	A_4	A_3	1	0.8	1	0.80
9	A_3	A_4	A_6	0.6	1	0.8	0.48



RULE KE	RULE			DK			DK RULE
10	A3	A5	A4	0.6	0.8	0.6	0.29
11	A3	A7	A3	0.8	0.6	0.8	0.38
12	A4	A3	A3	0.8	0.6	1	0.48
13	A4	A3	A4	0.8	0.6	0.6	0.29
14	A4	A6	A7	0.6	0.8	0.6	0.29
15	A5	A4	A3	0.6	0.8	0.6	0.29
16	A5	A8	A8	0.6	0.8	0.8	0.38
17	A6	A2	A8	0.8	0.6	1	0.48
18	A6	A7	A1	0.8	0.6	0.6	0.29
19	A7	A1	A5	0.6	0.6	0.6	0.22
20	A7	A3	A5	1	1	0.6	0.60
21	A7	A7	A1	0.6	0.6	0.6	0.22
22	A8	A8	A9	0.8	0.8	0.6	0.38
23	A8	A9	A6	0.8	0.6	0.8	0.38
24	A8	A9	A9	0.6	0.6	0.6	0.22
25	A9	A6	A2	0.6	0.8	0.6	0.29
26	A9	A7	A7	0.6	0.6	0.6	0.22
27	A9	A9	A7	0.6	0.6	0.6	0.22

Dapat dilihat pada tabel di atas, ditemui beberapa aturan dengan anteseden yang sama menghasilkan konsekuen yang berbeda, sehingga dilakukan reduksi aturan dengan mengambil derajat keanggotaan rule yang tertinggi. Selain itu untuk rule yang sama persis antara anteseden dan konsekuennya hanya diambil satu rule saja. Adapun rule yang dibentuk setelah dilakukan pereduksian ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rule yang terbentuk

RULE KE	RULE			DK			DK RULE
	INPUT		OUTPUT	INPUT		OUTPUT	
1	A1	A5	A8	1	0.6	0.8	0.48
2	A2	A8	A9	0.6	0.6	0.6	0.22
3	A3	A3	A3	0.8	1	0.8	0.64
4	A3	A4	A3	1	0.8	1	0.80
5	A3	A5	A4	0.6	0.8	0.6	0.29
6	A3	A7	A3	0.8	0.6	0.8	0.38
7	A4	A3	A3	0.8	0.6	1	0.48
8	A4	A6	A7	0.6	0.8	0.6	0.29
9	A5	A4	A3	0.6	0.8	0.6	0.29
10	A5	A8	A8	0.6	0.8	0.8	0.38
11	A6	A2	A8	0.8	0.6	1	0.48
12	A6	A7	A1	0.8	0.6	0.6	0.29
13	A7	A1	A5	0.6	0.6	0.6	0.22
14	A7	A3	A5	1	1	0.6	0.60
15	A7	A7	A1	0.6	0.6	0.6	0.22
16	A8	A8	A9	0.8	0.8	0.6	0.38
17	A8	A9	A6	0.8	0.6	0.8	0.38
18	A9	A6	A2	0.6	0.8	0.6	0.29
19	A9	A7	A7	0.6	0.6	0.6	0.22
20	A9	A9	A7	0.6	0.6	0.6	0.22

5. Melakukan Inferensi

Inferensi yang digunakan adalah Inferensi Mamdani. Inferensi Mamdani menggunakan fungsi implikasi *min* dan komposisi antar aturan *max*. Pada fungsi implikasi *min* akan diambil nilai minimum himpunan *fuzzy* dari setiap aturan yang digunakan. Fungsi implikasi untuk data ke-enam disajikan pada tabel 5. Adapun proses komposisi aturan dilakukan pada tabel 6.



Tabel 5. Proses inferensi untuk data ke-6

Rule Ke-	X(T-2)	X(T-1)	Hasil Implikasi (MIN)
1	0	0.6	0
2	0	0	0
3	0	0.6	0
4	0	0.4	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0.8	0.6	0.6
8	0.8	0	0
9	0.2	0.4	0.2
10	0.2	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0.6	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

Tabel 6. Proses komposisi aturan

RULE KE-	HASIL IMPLIKASI	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
1	0									
2	0									
3	0									
4	0									
5	0									
6	0									
7	0.6			0.6						
8	0									
9	0.2			0.2						
10	0									
11	0									
12	0									
13	0									
14	0									
15	0									
16	0									
17	0									
18	0									
19	0									
20	0									

Selanjutnya akan ditentukan fungsi keanggotaan daerah *fuzzy* yang telah diperoleh, yaitu

- a. Untuk a_1
 a_1 berada pada himpunan A_3 , maka

$$\mu_{A_2}(a_1) = \frac{a_1 - 25}{5}$$

$$0,6 = \frac{a_1 - 25}{5}$$

$$a_1 = 28$$

- b. Untuk a_2
 a_2 berada pada himpunan A_3 , maka

$$\mu_{A_2}(a_2) = \frac{35 - a_2}{5}$$

$$0,6 = \frac{35 - a_2}{5}$$



$$a_2 = 32$$

Maka fungsi keanggotaan daerah hasil melalui inferensi minimum adalah:

$$\mu(y) = \begin{cases} \frac{y-25}{5} & ; 25 \leq y \leq 28 \\ 0,6 & ; 28 \leq y \leq 32 \\ \frac{35-y}{5} & ; 32 \leq y \leq 35 \end{cases}$$

6. Melakukan Defuzzifikasi

Himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari proses inferensi akan diolah kembali menggunakan *defuzzifier* untuk dijadikan bilangan tegas. Bilangan tegas yang akan diperoleh, merupakan hasil prediksi jumlah infeksi sifilis melalui transfusi darah pada x_t . *Defuzzifier* yang digunakan adalah *defuzzifier centroid*.

$$y^* = \frac{\int_V y \mu_{B'}(y) dy}{\int_V \mu_{B'}(y) dy}$$

dengan

$\mu_{B'}(y)$ adalah fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* setelah inferensi

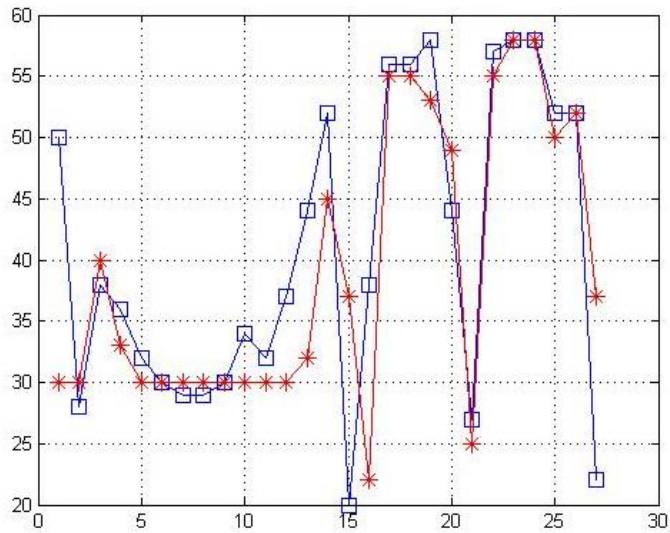
$$y^* = \frac{\int_{25}^{28} y \left(\frac{y-25}{5}\right) dy + \int_{28}^{32} y(0,6) dy + \int_{32}^{35} y \left(\frac{35-y}{5}\right) dy}{\int_{25}^{28} \left(\frac{y-25}{5}\right) dy + \int_{28}^{32} (0,6) dy + \int_{32}^{35} \left(\frac{35-y}{5}\right) dy}$$

$$y^* = \frac{\left(\frac{243}{10}\right) + 72 + \left(\frac{297}{10}\right)}{\left(\frac{9}{10}\right) + 2,4 + \left(\frac{9}{10}\right)}$$

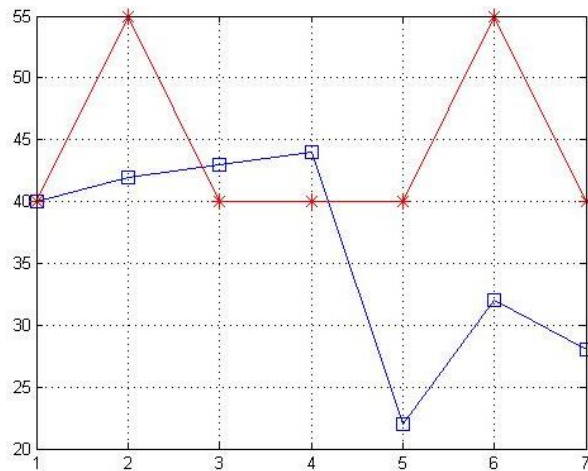
$$y^* = \frac{126}{4,2}$$

$$y^* = 30$$

Serangkaian proses sebagaimana telah dilakukan pada tahapan di atas diulangi untuk setiap data pata TRD dan CHD sehingga diperoleh seluruh data-data peramalan. Adapun plot perbandingan data asli dan prediksi untuk *training data* disajikan pada gambar 3 dan *training data* disajikan pada gambar 4



Gambar 3. plot perbandingan data asli dan prediksi untuk TRD



Gambar 3. plot perbandingan data asli dan prediksi untuk CHD

Keterangan

- Data
- Prediksi

7. Menghitung MAPE

Setelah menghitung seluruh data prediksi infeksi sifilis melalui transfuse darah, langkah selanjutnya adalah menghitung MAPE dari sistem. Adapun MAPE dari sistem yang digunakan ditampilkan pada tabel 7.

Tabel 7. MAPE untuk TRD dan CHD

Data	MAPE
TRD	14.4 %
CHD	34.8 %

D. Simpulan

Hasil perhitungan jumlah infeksi sifilis melalui transfusi darah dengan menggunakan cara analisis pada pengambilan sampel data bulan Agustus 2014 yaitu menunjukkan nilai 30. Adapun tingkat kesalahan dari data *training* adalah 14.4% dan kesalahan dari data *checking* adalah 34.8%. Nilai eror pada *checking data* cukup besar, hal ini dimungkinkan karena data *time series* yang digunakan cukup sedikit sehingga perlu dilakukan penambahan data agar rule yang terbentuk lebih akurat.

E. Daftar Pustaka

- Rahmathulla, V.K., Das P., Ramesh, M. & Rajan, R.K. 2007. Growth rate pattern and economic traits of silkworm *Bombyx mori*, L under the influence of folic acid administration. *J. Appl. Sci. Envi-ron. Manage.* 11(4): 81-84
- Komalasari, N. L. G. Y. & Lestari, A. A. W. 2013. Gambaran Karakteristik Pendonor, Prevalensi Infeksi HIV, dan Prevalensi Infeksi Sifilis Pada Pendonor Pengganti Dan Pendonor Sukarela Di Unit Donor Darah Provinsi Bali-RSUP Sanglah Tahun 2013.
- Lei, M., Shiyang, L., Chuanwen, J., Hongling, L. & Yan, Z. 2009. A review on the forecasting of wind speed and generated power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.*13(4): 915-920.
- Moahmmed, S. A. & Sadkhan, S. B. 2013. A Comparison of Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems based on Block Cipher Evaluation. *International Journal of Scientific & Engineering Research.* 4(12): 366-371.
- Nurhayadi, Subanar, Abdurakhman, & Abadi, A. M. 2014. Fuzzy Model Translation for Time Series Data in the Extent of Median Error and its Application. *Applied Mathematical Sciences.* 8(43): 2113-2124.
- Rahadiyanti, D. D. & Damayanti, D. 2018. Sifilis Sekunder pada Pasien HIV: Laporan Kasus. *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin.* 30(2): 178-184.
- Sah, M. & Degtiarev, K.Y. 2007. Forecasting Enrollment Model Based on First-Order Fuzzy Time Series. *World Academy of Science, Engineering and Technology.* 1(1): 375-378.
- Wang, L. X. 1997. *A course in fuzzy systems and control.* Upper Saddle River: Prentice-Hall International