

Prediksi Jumlah Kunjungan Pasien Rawat Jalan Menggunakan Metode *Genetic Fuzzy Systems* Studi Kasus: Rumah Sakit Usada Sidoarjo

Lia Farihul Mubin, Wiwik Anggraeni, Retno Aulia Vinarti
Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail: wiwik@its-sby.edu

Abstrak— Rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat jalan, rawat inap dan gawat darurat. Rawat jalan merupakan proses bisnis utama dari rumah sakit Usada Sidoarjo, namun ketersediaan sumber daya pada unit rawat jalan tidak sebanding dengan jumlah pasien yang harus dilayani. Apabila kunjungan pasien rawat jalan dapat diramalkan secara akurat dapat membantu organisasi dalam pengambilan keputusan dan perencanaan sumber daya dimasa depan. Dalam penelitian ini, metode Genetic Fuzzy System (GFS) dipilih untuk melakukan peramalan jumlah kunjungan pasien rawat jalan. Kelebihan Genetic Fuzzy System dibandingkan dengan metode time series tradisional adalah metode time series tradisional membutuhkan lebih banyak data historikal dan data harus mematuhi distribusi normal. Metode Genetic Fuzzy System ini menggunakan jenis Mamdani fuzzy rule based system dan menggunakan algoritma genetika untuk mengembangkan pengetahuan dasar sistem fuzzy. Penelitian menggunakan Genetic Fuzzy Systems memberikan hasil MAPE sebesar 12,125 %.

Kata Kunci : logika fuzzy, mamdani fuzzy, algoritma genetika, peramalan, kunjungan pasien rawat jalan.

I. PENDAHULUAN

Peramalan adalah suatu proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang atau jasa berdasarkan data histori yang ada. Rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat jalan, rawat inap dan gawat darurat [1]. Keberadaan rumah sakit mutlak diperlukan karena setiap orang yang mengalami gangguan kesehatan pasti membutuhkan pengobatan dan salah satu penyedia layanan kesehatan adalah rumah sakit. Seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia dan keadaan perekonomian yang semakin maju, maka kesadaran masyarakat terhadap kesehatan semakin meningkat. Hal ini dapat meningkatkan jumlah pengunjung suatu rumah sakit. Pihak rumah sakit harus dapat menambah kapasitas terhadap fasilitas – fasilitas yang ada. Selain penambahan kapasitas, pihak rumah sakit juga harus meningkatkan kualitas pelayanan yang diberikan. Hal ini bertujuan agar proses penanganan pasien bisa berjalan

dengan cepat dan pasien dapat terlayani dengan baik. Salah satu unit yang terkena dampak dari meningkatnya jumlah pengunjung di rumah sakit yaitu unit rawa jalan.

Rumah sakit Usada Sidoarjo merupakan rumah sakit umum yang menjadikan unit rawat jalan sebagai bisnis utama Permasalahan yang dihadapi oleh rumah sakit adalah tidak sebandingnya jumlah sumber daya yang ada dengan pasien yang harus dilayani. Ketersediaan sumber daya merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Kurangnya sumber daya dapat mengurangi kepedulian terhadap pasien sehingga penanganan terhadap pasien menjadi lambat. Selain itu, sumber daya yang ada khususnya sumber daya manusia harus bekerja di luar kapasitas dari yang telah direncanakan. Oleh karena itu, untuk menjaga kualitas dari pelayanan pihak rumah sakit perlu mengalokasikan sumber daya manusia khususnya dokter dan perawat di unit rawat jalan. Sehingga dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat meramalakan jumlah kunjungan pasien rawat jalan. Karena apabila kunjungan pasien rawat jalan dapat diramalkan secara akurat dapat membantu organisasi dalam pengambilan keputusan dan perencanaan sumber daya dimasa depan seperti penjadwalan yang lebih baik bagi perawat dan dokter yang dibutuhkan untuk merawat pasien dan penambahan jumlah ruangan [1]. Selain itu jika kunjungan pasien rawat jalan dapat diramalkan secara akurat dapat membantu organisasi dalam melakukan perencanaan yang lebih baik untuk penambahan jumlah ruangan dan sumber daya material yang dibutuhkan. Secara umum sistem peramalan kunjungan pasien rawat jalan dapat digunakan sebagai sistem pendukung keputusan untuk manajemen sehingga dapat meningkatkan kinerja departemen untuk memberikan pelayanan terbaik yang akan memberikan kepuasan bagi pasien.

Dalam beberapa tahun terakhir, banyak metode telah digunakan untuk meramalakan kunjungan pasien seperti metode klasik dan *fuzzy time series*. Abdel-Aal menggunakan dua variasi metode time series untuk pembuatan model dan peramalan jumlah pasien bulanan pada sebuah klinik kesehatan [2] . Namun, tingkat akurasi peramalan dari metode yang ada tidak cukup baik. Metode *Time series* tradisional dapat memprediksi masalah musiman, tetapi gagal untuk meramalkan masalah dengan nilai linguistik selain itu model ini juga memerlukan jumlah data histori yang besar untuk menghasilkan hasil peramalan yang akurat. Dalam rangka untuk mengatasi kekurangan tersebut, Song dan Chissom

memperkenalkan logika fuzzy dan mengusulkan konsep dari *fuzzy time series*, yang mampu menangani masalah data samar dan tidak lengkap yang direpresentasikan sebagai nilai-nilai linguistik dalam keadaan tidak tentu [3].

Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Hadavandi, Shavandi, Ghanbari, Salman memperkenalkan sebuah model hibrida AI yang disebut sebagai *genetic fuzzy system* (GFS) model ini mengembangkan jenis mamdani *fuzzy rule based system* untuk meramalkan kunjungan rawat jalan bulanan dari rumah sakit di Taiwan [4]. GFS menggunakan pengelompokan data untuk meningkatkan akurasi peramalan dan menggunakan algoritma genetika untuk mengembangkan pengetahuan dasar sistem fuzzy. Penelitian tersebut memberikan hasil kesalahan MAPE kurang dari 20%. Hasil ini lebih rendah dari pada penelitian sebelumnya yang diterapkan pada kasus yang sama dengan menggunakan teknik berbeda. Selain itu GFS juga memiliki toleransi terhadap data – data yang tidak tepat dan mampu menangani data *time series* yang kompleks dan nonlinier dengan ketersediaan data yang terbatas dan dapat menghasilkan tingkat peramalan yang lebih baik dan kesalahan menurun untuk data yang kompleks dan lingkungan yang tidak pasti.

Dengan acuan hasil dari penelitian diatas, maka penelitian ini akan menggunakan *genetic fuzzy system* (GFS) untuk memprediksi jumlah kunjungan pasien rawat jalan di rumah sakit Usada Sidoarjo. Model prediksi tersebut akan digunakan untuk menentukan kebijakan strategis rumah sakit, mengatur sumber daya manusia dan keuangan, serta untuk mendistribusikan sumber daya material dengan benar.

II. DASAR TEORI

Bagian ini memaparkan teori-teori yang menjadi landasan dalam penelitian. Teori-teori yang dipaparkan, pembahasan mengenai logika serta himpunan *fuzzy*, Algoritma genetik dan *genetic fuzzy system*.

II.1 Logika Fuzzy

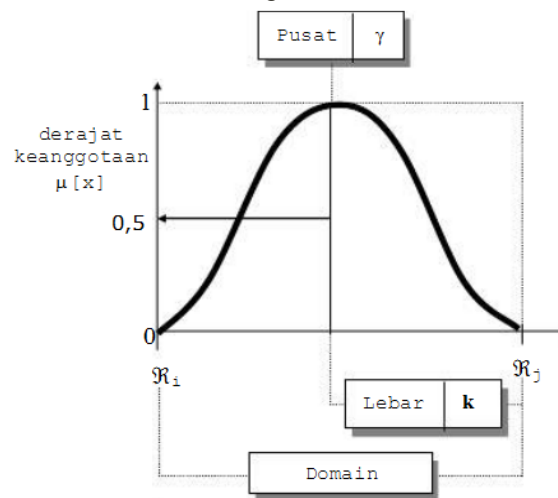
Logika fuzzy adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan. Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika *boolean* yang mengenalkan konsep *kebenaran sebagian*. Di mana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran *boolean* dengan tingkat kebenaran. Logika fuzzy merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang masukan ke dalam suatu ruang hasil [5].

II.1.1 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik masukan data kedalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1[6]. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan fuzzy digunakan pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan, seperti fungsi linier turun, fungsi linier naik, fungsi segitiga, fungsi trapesium, kurva S, kurva lonceng.

Pada penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan Gauss. kurva Gauss memiliki 2 parameter dengan nilai (γ)

untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) yang menunjukkan lebar kurva. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:



Gambar. 1. Kurva Gauss [5]

Fungsi keanggotaan pada kurva GAUSS adalah $G(x;k;\gamma) = e^{-k(y-x)^2}$ (1)

II.2 Algoritma Genetika

Algoritma ini ditemukan di Universitas Michigan, Amerika Serikat oleh John Holland (1975) melalui sebuah penelitian dan dipopulerkan oleh salah satu muridnya, David Goldberg. Algoritma genetika adalah algoritma yang berusaha menerapkan pemahaman mengenai evolusi alamiah pada tugas-tugas pemecahan-masalah (*problem solving*). Pendekatan yang diambil oleh algoritma ini adalah dengan menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik di dalam suatu kumpulan untuk mendapatkan generasi solusi terbaik berikutnya yaitu pada suatu kondisi yang memaksimalkan kecocokannya atau lazim disebut *fitness*. Generasi ini akan merepresentasikan perbaikan - perbaikan pada populasi awalnya. Dengan melakukan proses ini secara berulang, algoritma ini diharapkan dapat menyimulasikan proses evolusioner. Pada akhirnya, akan didapatkan solusi-solusi yang paling tepat bagi permasalahan yang dihadapi. Untuk menggunakan algoritma genetik, solusi permasalahan direpresentasikan sebagai kromosom.

Kromosom ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi *fitness*. Nilai *fitness* dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas dari kromosom dalam populasi tersebut. Generasi berikutnya dikenal dengan istilah anak (*offspring*) terbentuk dari gabungan dua kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk (*parent*) dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*). Selain operator penyilangan, suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi.

II.3 Genetic Fuzzy Systems

Genetic fuzzy system pada dasarnya merupakan sebuah sistem fuzzy yang diperkuat melalui proses pembelajaran berdasarkan pada evaluasi komputasi, yang mencakup algoritma genetik. Algoritma genetik digunakan untuk membangkitkan atau modifikasi basis data dari sistem kendali fuzzy. Basis data meliputi fungsi penskalaan dan fungsi keanggotaan yang didefinisikan untuk sistem kendali fuzzy. Pembangkitan atau modifikasi basis data dilakukan melalui proses tuning dan atau learning. Proses tuning merupakan proses untuk mengatur kembali parameter atau panjang interval dari sistem kendali fuzzy, yaitu modifikasi fungsi penskalaan dan fungsi keanggotaan. Proses learning adalah proses untuk memodifikasi basis aturan dari sistem kendali fuzzy [8].

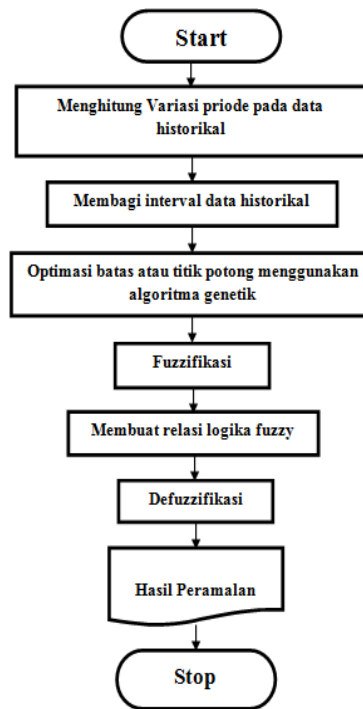
Proses tuning terhadap basis data fuzzy menggunakan algoritma genetik dapat dibedakan atas approximate genetic tuning dan descriptive genetic tuning. Pada approximate genetic tuning kromosom akan mengkodekan basis pengetahuan secara lengkap (baik premis maupun konklusi dari aturan). Sedangkan pada descriptive genetic tuning, kromosom hanya mengkodekan definisi basis data (bagian premis aturan) berdasarkan partisi domain fuzzy dari variabel masukan. Tujuan dari proses tuning basis data fuzzy adalah untuk membuat sistem inferensi fuzzy memberikan hasil yang optimal dengan cara mengatur kembali parameter atau panjang interval fungsi keanggotaan yang dipakai dalam sistem. Untuk itu diperlukan sekumpulan data training, yaitu pasangan data masukan dan hasil yang dihasilkan dari sistem kendali fuzzy. Dalam hal ini data masukan berhubungan dengan nilai data jumlah kunjungan pasien rawat jalan rumah sakit Usada Sidoarjo dan data hasil dianggap sebagai nilai hasil yang diharapkan dapat dihasilkan oleh sistem. Proses tuning akan memodifikasi parameter atau panjang interval himpunan fuzzy dari variabel masukan sehingga sistem dapat memberikan hasil yang mendekati data training yang diberikan. Pendekatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah pendekatan Pittsburgh.

III. METODOLOGI

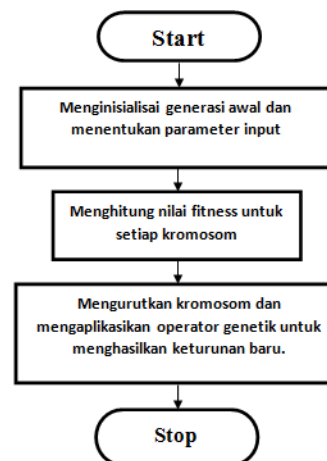
Bagian ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian menggunakan genetic fuzzy systems. Implementasi genetic fuzzy systems terlihat pada gambar 2 dan 3.

III.1 Menghitung variasi periode pada data histori

Variasi pada data digunakan untuk menentukan jumlah lag yang akan digunakan. Lag merupakan selisih data saat ini dengan data sebelumnya. Data lag digunakan untuk mengetahui pengaruh waktu beberapa sebelumnya yang mempengaruhi waktu sekarang.



Gambar. 2. Diagram alur Implementasi model.



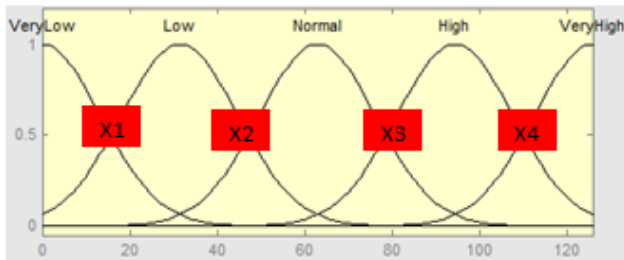
Gambar. 3. flowchart optimasi batas interval menggunakan Algoritma genetic.

III.2 Membagi Interval data

Penentuan panjang interval sangat berpengaruh dalam pembentukan aturan fuzzy yang tentunya akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan peramalan, oleh karena itu pembentukan aturan fuzzy haruslah tepat dan hal ini mengharuskan penentuan panjang interval adalah tidak boleh terlalu besar dan tidak boleh terlalu kecil, karena jika interval itu terlalu besar maka tidak akan terjadi fluktuasi dalam proses perhitungan fuzzy, demikian juga jika interval terlalu kecil maka makna dari fuzzy sendiri akan hilang hal ini dikarenakan himpunan yang terbentuk cenderung ke himpunan crips.

III.3 Optimasi batas atau titik potong interval menggunakan algoritma genetik

Pada penelitian ini algoritma genetik digunakan untuk mengoptimasi batas atau titik potong setiap interval. Dimana kurva yang digunakan adalah kurva gauss yang dibagi menjadi lima kelompok yaitu : *Very low, low, Normal, High, Very High*. Dimana nilai x merupakan batas atau titik potong dari fungsi keanggotaan gauss sedangkan nilai y merupakan derajat keanggotaan.



Gambar.4. Kurva gauss Sebelum di optimasi dengan Algoritma genetic.

III.3.1 Menginisialisasi generasi awal dan menentukan parameter masukan

Pada tahap ini dilakukan proses pembangkitan sebuah populasi yang berisi sejumlah kromosom. Setiap kromosom berisi sejumlah gen. Pembentukan kromosom merupakan proses awal dari implementasi algoritma genetik. Algoritma genetik digunakan untuk mendapatkan hasil performansi sistem yang optimal. Gen penyusun kromosom adalah batas untuk setiap kelompok atau interval.

III.3.2 Menghitung nilai fitness untuk setiap kromosom

Perhitungan fungsi *fitness* untuk pencarian *best fitness*. Pada penelitian ini fungsi *fitness* digunakan untuk meminimalkan nilai *error*, dimana fungsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$I = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}} \quad (2)$$

Keterangan :

n adalah jumlah data

\hat{y}_t adalah hasil yang didapat dari proses Fuzzy

y_t adalah hasil yang sudah kita punya sebagai masukan

t adalah urutan variabel masukan

III.3.3 Mengurutkan kromosom dan mengaplikasikan operator genetik untuk menghasilkan keturunan baru.

Untuk menghindari kecenderungan konvergen pada optimum lokal, maka digunakan skala nilai *fitness* sehingga dapat diperoleh nilai *fitness* baru yang lebih baik. Setelah didapatkan nilai *fitness* terbaik maka dilakukan pemilihan dua buah kromosom sebagai orang tua, yang akan dipindah silangkan, pemilihan dilakukan dengan metode seleksi *roulette-wheel*. Fungsi *roulette-wheel* seleksi dimulai dengan memutar *roulette wheel* sebanyak *pop_size* kali. Setiap kali putaran, satu kromosom dipilih untuk populasi baru dengan cara sebagai berikut :

- a. Buat bilangan acak r dengan range [0,1]
- b. Jika $r \leq q_1$, maka pilih kromosom pertama, jika tidak, pilih kromosom ke- k dengan $2 \leq k \leq pop_size$ sehingga $q_{k-1} < r < q_k$.

Selanjutnya digunakan operator genetik *crossover* dan mutasi untuk mendapatkan generasi baru.

III.4 Fuzzifikasi

Pendefinisian himpunan fuzzy dari masing-masing kelompok ditentukan berdasarkan derajat keanggotaan nilai tersebut pada tiap interval yang ada. Selain itu, himpunan fuzzy tersebut juga dapat digunakan untuk mengetahui berapa derajat keanggotaan data historikal pada interval yang ada.

III.5 Membuat relasi logika fuzzy

Langkah selanjutnya adalah menentukan relasi logika fuzzy yang didapatkan dari nilai fuzzy pada langkah sebelumnya, apabila data yang telah di-fuzzify pada waktu n-1 adalah A_y , dan data yang telah di-fuzzify pada waktu n adalah A_x . Maka relasi logika fuzzy " $A_y \rightarrow A_x$ "

III.6 Defuzzifikasi

Langkah selanjutnya adalah *defuzzify* prediksi nilai yang dihasilkan dari langkah sebelumnya. Implementasi langkah tersebut menggunakan aturan chen dimana menggunakan nilai tengah. Misalkan

$$F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}, \text{ maka } \hat{y}(t) = \frac{\sum_{p=1}^k m_{jp}}{k} \quad (3)$$

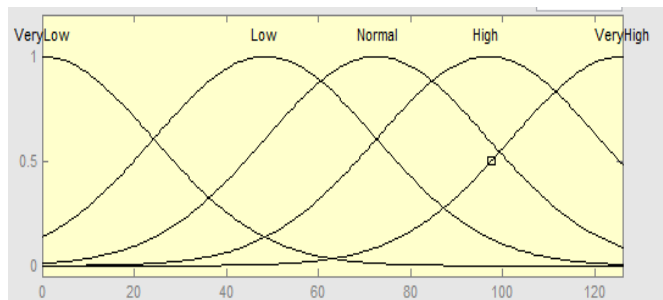
dimana $\hat{y}(t)$ merupakan *defuzzy* dan M_{jp} merupakan nilai tengah dari A_{jp}

IV. UJI COBA DAN ANALISA

Dalam skenario uji coba digunakan parameter yang dibagi menjadi dua, yaitu parameter umum dan parameter khusus. Parameter umum yaitu dengan menentukan batas atau titik potong interval secara langsung menggunakan pembagi interval 5. Sedangkan untuk skenario uji coba dengan parameter khusus digunakan parameter yang dapat meminimumkan fungsi *fitness*.

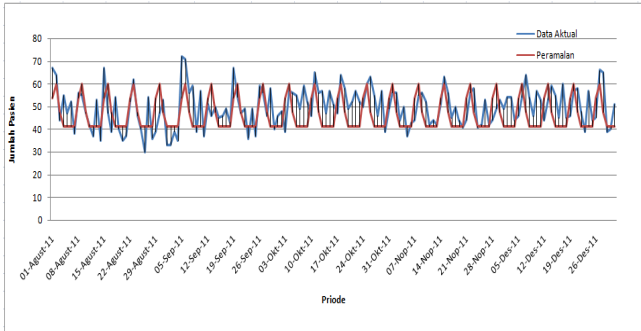
IV.1 Peramalan menggunakan fuzzy

Uji coba peramalan peramalan dengan menggunakan parameter umum yaitu menentukan batas atau titik potong interval secara manual dengan membagi data menjadi 5 interval. Dengan titik potong interval didapatkan dari data terbesar jumlah kunjungan pasien dikurangi data terkecil dan dibagi dengan jumlah interval. Pada Penelitian ini data terkecil adalah 5 dan data terbesar adalah 126.



Gambar. 5. Kurva gauss dengan penentuan titik potong secara manual.

Dari pembagian 5 interval tersebut didapatkan titik potong tiap Interval adalah: *Very Low* [0 24,2], *Low* [24,2 48,4], *Normal* [48,4 72,6], *High* [72,6 96,8], *Very High* [96,8 126]. Dengan menggunakan titik potong tersebut didapatkan hasil peramalan yang ditunjukkan pada grafik 4.1.1 :



Gambar. 6. Grafik Hasil peramalan menggunakan Fuzzy.

Perbandingan hasil peramalan dengan data aktual untuk penentuan titik potong secara manual tanpa menggunakan optimasi dengan algoritma genetik. Rata – rata MAPE yang didapatkan untuk seluruh data *testing* sebesar 14,7408%.

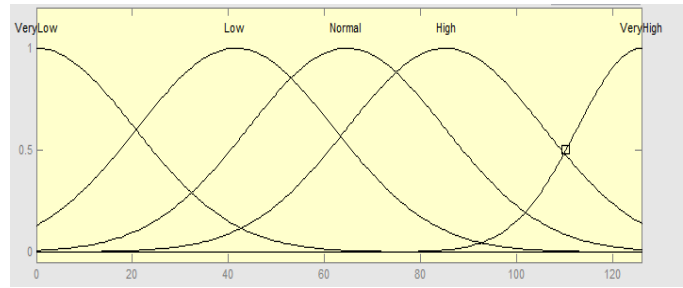
IV.2 Peramalan Menggunakan Genetic Fuzzy System

Nilai probabilitas *crossover* yang umum digunakan adalah antara 0.6 dan 0.75 (Eiben et al., 1999). Goldberg,D.E.,1989 menyebutkan probabilitas *crossover* 0.6 sebagai parameter yang dapat digunakan untuk memberikan hasil yang cukup optimal, sedangkan probabilitas mutasi diusahakan kecil. Untuk mengetahui besaran probabilitas mutasi yang dapat memberikan hasil yang optimal dilakukan sejumlah percobaan terhadap data kunjungan pasien sebelumnya. Percobaan dilakukan dengan probabilitas *crossover* 0.6 dan 0.75 sedangkan probabilitas mutasi berubah-ubah. Semua percobaan dilakukan dengan populasi berukuran 50 untuk 100 generasi. Hasil algoritma genetik untuk setiap percobaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Percobaan Algoritma Genetik untuk nilai *Crossover* 0.6

No	Probabilitas <i>Crossover</i>	Probabilitas Mutasi	MAPE (%)
1	0,6	0,05	12,75
2	0,6	0,1	12,12
3	0,6	0,2	12,15
4	0,6	0,3	12,14
5	0,6	0,4	12,74

Dari tabel diatas terlihat bahwa hasil algoritma genetik yang mempunyai nilai *fitness* (MAPE untuk seluruh data) minimum diperoleh dari percobaan-2 dengan probabilitas *crossover* 0,6 dan probabilitas mutasi 0.1. Dari percobaan 2 dapat diketahui bahwa batas atau titik potong interval yang dapat memberikan hasil nilai *fitness* atau MAPE yang terendah dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

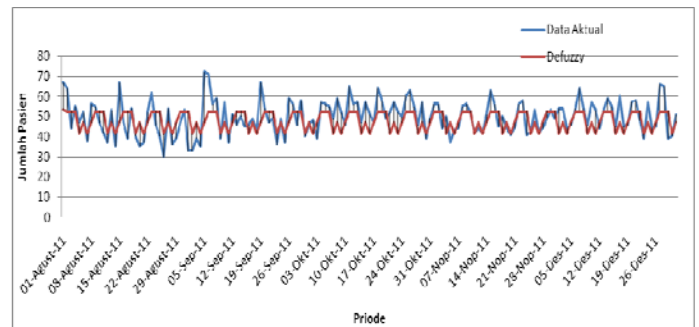


Gamba. 7. Kurva gauss setelah di optimasi menggunakan algoritma genetik.

Tabel. 2. Hasil Percobaan Algoritma Genetik untuk nilai *Crossover* 0.75

No	Prob <i>Crossover</i>	Prob Mutasi	MAPE (%)
1	0,75	0,05	13,25
2	0,75	0,1	13,00
3	0,75	0,2	13,13
4	0,75	0,3	13,12
5	0,75	0,4	13,11

Dari gambar diatas dapat dilihat titik potong yang dapat memberikan hasil yang terendah adalah : *Very Low* [0 20,52], *Low* [20,52 41,50], *Normal* [41,50 64,58], *High* [64,58 85,18], *Very High* [85,18 126,00]. Dengan menggunakan titik potong tersebut didapatkan hasil peramalan yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar. 8. Grafik hasil peramalan menggunakan *genetic fuzzy System*.

Dapat dilihat pola grafik perbandingan hasil peramalan untuk bulan Agustus 2011 sampai dengan Desember 2011 dengan penentuan titik potong interval secara manual terlihat pada gambar 4.1.2, sedangkan untuk perbandingan hasil peramalan menggunakan *genetic fuzzy systems* terlihat pada gambar 4.4.2 Hasil MAPE yang didapatkan tidak jauh berbeda, untuk peramalan tanpa optimasi didapatkan rata - rata MAPE sebesar 14, 7408% sedangkan untuk percobaan menggunakan *genetic fuzzy system* didapatkan rata – rata MAPE untuk keseluruhan data *testing* sebesar 12,1258%. Menurut (Zainun, Rahman, & Eftekhari, 2010) Kemampuan peramalan dikatakan sangat baik apabila nilai MAPE kurang dari 10%, serta dikatakan baik apabila nilai MAPE kurang dari 20%.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil percobaan Model *genetic fuzzy systems* dapat digunakan untuk peramalan jumlah kunjungan pasien rawat jalan rumah sakit Usada Sidoarjo dengan nilai MAPE 12.125%, nilai ini lebih rendah dari peramalan menggunakan fuzzy biasa dikarenakan *genetic fuzzy systems* dapat menghasilkan interval fuzzy yang optimal sehingga dapat memperkecil nilai *error* pada proses Fuzzifikasi.

Genetic fuzzy system dapat memberikan hasil yang konvergen dengan nilai *fitness* yang minimum jika parameter probabilitas *crossover* yang dipakai adalah 0.6 dan parameter probabilitas mutasi 0.1. Hal ini disebabkan semakin tinggi nilai probabilitas *crossover*, semakin cepat struktur baru diperkenalkan dalam populasi. Jika probabilitas pindah silang terlalu tinggi, struktur dengan fungsi obyektif yang baik dapat hilang dengan cepat dari seleksi sehingga populasi tidak bisa digunakan kembali.

V.2 Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan sebuah prosedur otomatisasi. Sehingga Algoritma genetik dapat menentukan berapa banyak generasi yang dibutuhkan agar solusi yang diperoleh adalah solusi yang optimal dengan waktu komputasi yang relatif singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.H. Cheng, J.W. Wang, C.H. Li. (2008) *Forecasting the number of outpatient visits using a new fuzzy time series based on weightedtransitional matrix*, Expert Syst. Appl. 34 (4) (2008) 2568–2575.
- [2] R.E. AbdelAal, A.M.(1998) *Mangoud, Modeling and forecasting monthly patient volume at a primary health care clinic using univariate timeseries analysis*, Comput. Methods Programs Biomed. 56 (3) (1998) 235–247.
- [3] Song, Q., & Chissom, B. S. (1993). "*Forecasting enrollments with fuzzy time series - part I*". *Fuzzy Sets and Systems* 54 , 1-9.
- [4] Hadavandi Esmail, Shavandi Hassan, Ghanbari Arash, A.N Salman. (2010) *Developing a hybrid artificial intelligence model for outpatient visits forecasting in hospitals*. Applied Soft Computing 12 (2012) 700–711.
- [5] Kusumadewi, S. Dan H. Purnomo. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Zimmermann, H.-J. (1991). *Fuzzy Set Theory and Its Application*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- [7] Song, Q., & Chissom, B. S. (1993). "*Forecasting enrollments with fuzzy time series - part I*". *Fuzzy Sets and Systems* 54 , 1-9.
- [8] Herrera,F., Lozano,M., Verdegay, J.L., *Tuning Fuzzy Logic Controllers by Genetic Algorithms*, <http://decsai.ugr.es/~herrera/Pub-GFS.html#GFS-D>, 11 Maretl 2012.
- [9] Zainun, N. Y., Rahman, I. A., & Eftekhari, M. (2010). "*Forecasting Low-Cost Housing Demand in Johor Bahru, Malaysia Using Artificial Neural Networks (ANN)*". *Journal of Mathematics Research*