

## OPTIMASI FUZZY INFERENCE SYSTEM SUGENO DENGAN ALGORITMA HILL CLIMBING UNTUK PENENTUAN HARGA JUAL RUMAH

Arinda Hapsari Achnas<sup>1</sup>, Imam Cholissodin<sup>2</sup>, Wayan Firdaus Mahmudy<sup>3</sup>

Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
E-mail: <sup>1</sup>arindahapsari@gmail.com, <sup>2</sup>imamcs@ub.ac.id, <sup>3</sup>wayanfm@ub.ac.id

### ABSTRACT

A house selling price can be determined by two methods, financially and technically. However, the selling price that determined by the methods are often different. It makes the manager having a problem when determining the house final selling price accurately. This paper proposes Sugeno Fuzzy Inference System (FIS) to calculate an accurate price. To get better result, Hill Climbing Algorithms is used to optimize the membership function of Sugeno FIS. A series of computational experiments prove that the approach is effective. Hill Climbing Algorithms can improve the accuracy of results.

**Keywords:** *Selling Price, Housing, Sugeno Fuzzy Inference System, Hill Climbing*

### 1. PENDAHULUAN

Perumahan adalah kumpulan dari beberapa rumah yang merupakan bagian dari pemukiman di perkotaan atau di pedesaan, yang dilengkapi dengan prasarana, sarana, serta sarana umum agar rumah tersebut dapat dihuni dengan layak (Santoso, 2014). Sarana dan prasarana tersebut meliputi penyediaan air minum, pembuangan sampah, tersedianya listrik, telepon, jalan, tempat ibadah, sarana olahraga, swalayan dan sarana penunjang lainnya.

Kota Malang dikenal sebagai kota yang nyaman untuk dihuni sehingga banyak dibangun perumahan. Banyaknya perumahan di kota ini, membuat para *developer* perumahan harus bisa bersaing agar tetap bisa mempertahankan usahanya. Dengan kondisi seperti itu, mereka harus berupaya memberikan pelayanan terbaik kepada konsumen dengan membuat perumahan optimal yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Banyak faktor yang mempengaruhi konsumen dalam memilih

sebuah rumah di perumahan, salah satunya adalah harga jual.

Penentuan harga jual adalah salah satu jenis pengambilan keputusan manajemen yang penting. Bagi pihak manajemen, penentuan harga jual adalah kebijakan yang berkaitan dengan seluruh bidang, tidak terbatas pada pemasaran atau keuangan saja. Harga jual suatu produk dapat mempengaruhi banyaknya penjualan unit serta jumlah pendapatan.

Menurut *senior project supervisor* pada Perumahan Permata Jingga Malang tahun 2015, di perumahan tersebut penentuan harga jual ditetapkan oleh dua bagian. Dua bagian tersebut adalah bagian keuangan dan bagian teknik. Bagian keuangan menghitung harga jual suatu rumah secara matematis. Namun perhitungan oleh bagian keuangan tersebut biasanya kurang tepat sehingga membutuhkan hasil perhitungan dari bagian teknik juga. Kurang tepatnya perhitungan tersebut dikarenakan bagian keuangan hanya menghitung berdasarkan catatan pengeluaran dari gudang serta catatan pengeluaran gaji dari buku kas, sehingga terkadang masih kurang sesuai dengan pengeluaran sebenarnya. Sedangkan, bagian teknik menghitung harga jual dengan perhitungan secara langsung berdasarkan keadaan di dalam proyek.

Namun, seringkali penentuan harga jual dari kedua bagian tersebut menimbulkan perbedaan sehingga *manager* menemui kesulitan saat mengkaji harga penjualan akhir. Jika dari kedua bagian tersebut hasilnya tidak sesuai, maka akan menimbulkan harga yang tidak dapat bersaing dengan perumahan lain dan tidak dapat menerapkan *margin* keuntungan yang tinggi. *Manager* pun akan kesulitan menentukan harga akhir dari harga pokok penjualan yang telah dihitung oleh kedua bagian tersebut. Harga akhir sendiri diperoleh dari harga pokok penjualan yang merupakan faktor *internal*, ditambah dengan faktor

*eksternal*. Faktor *eksternal* seperti *margin* keuntungan, kondisi perekonomian masyarakat, dan perbandingan dengan harga perumahan lain. Selain itu, dapat pula mempengaruhi omset penjualan. Jika harga jual rumah tidak bisa bersaing di pasaran, maka omset penjualan pun dapat berada di bawah target. Selama ini, untuk menyelesaikan masalah penentuan harga jual rumah ini, diperlukan perhitungan beberapa kali untuk mendapatkan harga jual final. Untuk menyelesaikan permasalahan penentuan harga jual tersebut, maka perlu dibuat suatu sistem yang dapat menghitung harga jual secara akurat agar tidak terjadi kesalahan perhitungan dan dapat menerapkan margin keuntungan sesuai yang diharapkan.

Oleh karena itu, untuk mendapatkan harga perhitungan yang lebih akurat, dan tidak membutuhkan waktu yang lama, dalam penelitian ini akan dibuat sistem untuk mempermudah perhitungan harga jual rumah. Pada penelitian ini, metode *fuzzy inference system Sugeno* dipilih untuk membantu perhitungan harga jual rumah. Pemilihan metode ini karena parameter pada perhitungan harga jual rumah memiliki sifat yang tidak pasti. Metode ini juga sudah pernah digunakan sebelumnya, yaitu penelitian dari Kusan, Aytekin, dan Ozdemir (2010) yang bertujuan untuk mencari harga penjualan rumah yang memiliki parameter berupa faktor rumah, faktor lingkungan, faktor transportasi, serta faktor sosial ekonomi yang bersifat *fuzzy* (ketidakpastian).

Pada penelitian ini dalam penentuan batasan fungsi keanggotaannya menggunakan sebuah algoritma untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk optimasi penentuan batasan fungsi keanggotaan tersebut, salah satunya adalah *Hill Climbing*. Algoritma ini sering digunakan dalam kasus optimasi, seperti pada kasus optimasi untuk manajemen parkir dengan Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing*. Algoritma ini dapat membantu pengoptimalan mencari lahan parkir sehingga dapat mempersingkat waktu dan mencari solusi yang optimal (Gusti, Sari, & Rachmawati, 2013). Maka dari itu, Algoritma *Hill Climbing* ini akan digunakan untuk optimasi dalam penentuan batasan fungsi

keanggotaan *fuzzy* agar memperoleh hasil yang lebih akurat dengan waktu yang lebih singkat.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Data yang Digunakan

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Data latih harga rumah bulan November 2008 dari Perumahan Permata Jingga Malang
2. Data uji harga rumah bulan Juli 2008 dari Perumahan Permata Jingga Malang

### 2.2. Siklus Penyelesaian Masalah

Siklus penyelesaian masalah menggunakan *fuzzy inference system* sugeno untuk penentuan harga jual rumah sebagai berikut :

- Melakukan proses *fuzzifikasi* yaitu merubah nilai *input user* yang berupa angka *real* menjadi angka *fuzzy*.
- Melakukan pembentukan basis pengetahuan dan mesin inferensi.
- Proses *defuzzifikasi* yang menghasilkan harga jual rumah dan hasil *error*.
- Perhitungan *error* menggunakan metode MAPE seperti pada Persamaan (1).

$$Error = \left| \frac{An - Bn}{An} \right| \times 100\% \quad (1)$$

dengan :

$An$  = nilai aktual

$Bn$  = nilai prediksi

sumber: (Putra, Aisjah, & Arifin, 2014)

Kemudian dilanjutkan dengan pengoptimalan batasan menggunakan algoritma *Hill Climbing* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Memasukkan 12 titik batasan pada grafik *fuzzy* ke dalam *array* untuk kemudian dipilih 1 titik acak yang akan dioptimasi.
- 12 titik tersebut adalah masing-masing 4 titik dari 3 parameter (harga tanah, harga bangunan, harga SSB).
- 4 titik tersebut adalah titik yang berada di tengah grafik, titik batasan di tepi tidak dioptimasi.
- Kemudian, 1 titik acak yang terpilih akan dioptimasi dengan cara dinaikkan atau diturunkan sebanyak nilai peubah 1.

- Setelah titik dioptimasi, maka menjadi batasan temporer.
- Kemudian, batasan temporer tersebut digunakan untuk perhitungan *fuzzy inference system sugeno*.
- Setelah itu, dihitung *error* dengan metode MAPE.
- Jika hasil *error* lebih kecil dari hasil *error* sebelumnya, maka titik tersebut dioptimasi kembali hingga hasil *error* yang didapat lebih besar atau sama dengan sebelumnya.
- Jika hasil *error* lebih besar atau sama dengan sebelumnya, maka sistem akan memilih 1 titik acak kembali untuk dioptimasi lagi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dibahas pengujian dan analisis terdapat beberapa pengujian dan analisis yaitu pengujian dengan peubah batasan grafik fuzzy, pengujian untuk mengetahui pengaruh banyaknya iterasi, pengujian untuk mengetahui hasil evaluasi sistem.

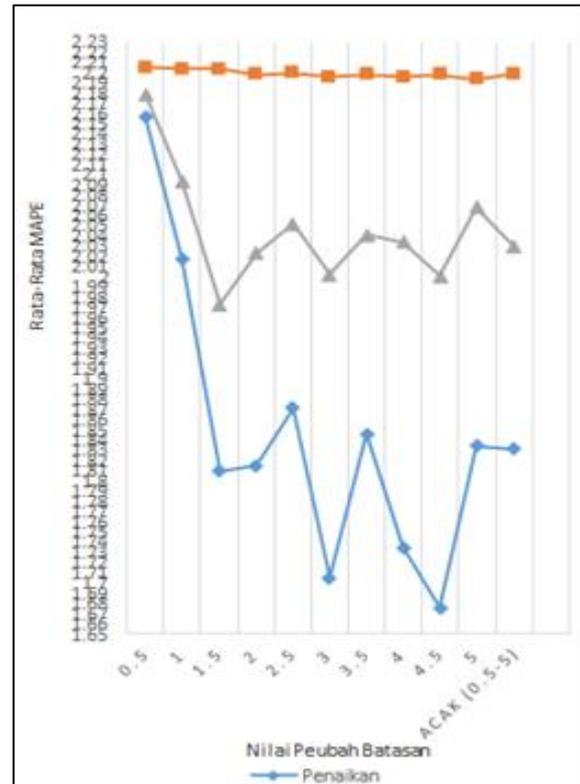
#### 3.1. Pengujian dengan Nilai Peubah Batasan Grafik Fuzzy

Pengujian ini menggunakan data 100 bahan Pengujian pertama ini adalah dengan cara pengoptimasian dengan merubah titik batasan 3 grafik fuzzy untuk 3 parameter yaitu tanah, bangunan, dan SSB sebanyak nilai peubah batasan fuzzy yang bervariasi, tiap-tiap nilai diuji masing-masing 10 kali pengujian.

Dari 10 kali pengujian tersebut, diambil rata-rata *error*-nya. Setiap pengujian terdiri dari 10 iterasi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai peubah batasan fuzzy yang paling optimal untuk merubah titik pada batasan grafik fuzzy agar menghasilkan rata-rata *error* terkecil.

Pengujian ini menghasilkan rata-rata sigma *error* yang dihasilkan dari nilai peubah batasan fuzzy mulai dari 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; 3,5 ; 4 ; 4,5 ; 5 ; serta pengujian dengan nilai peubah batasan grafik fuzzy dengan nilai acak yaitu antara 0,5 – 5. Ada 3 variasi pengujian pada pengujian pertama ini, yaitu (i) pengujian dengan penaikan titik pada batasan grafik fuzzy dengan cara menaikkan sejumlah beberapa nilai peubah batasan fuzzy, (ii) penurunan titik pada batasan grafik fuzzy dengan cara

menurunkan sejumlah beberapa nilai peubah batasan fuzzy, (iii) penaikan dan penurunan titik pada batasan grafik fuzzy dengan cara menaikkan dan menurunkan secara acak sejumlah beberapa nilai peubah batasan fuzzy. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian dengan Nilai Peubah Batasan Fuzzy

Pada Gambar 1, dapat disimpulkan bahwa titik yang paling optimal untuk menjadi nilai peubah batasan grafik fuzzy adalah 4,5 untuk penaikan dan 5 untuk penurunan. Pada saat titik batasan pada grafik fuzzy dinaikkan, hasil rata-rata *error* yang didapat lebih kecil daripada saat titik tersebut diturunkan. Rata-rata *error* yang didapatkan pada saat titik dioptimasi dengan cara dinaikkan dapat mencapai 1,283, sedangkan saat diturunkan hanya mencapai 2,194, dan pada saat dilakukan pengacakan penaikan dan penurunan rata-rata *error* sebesar 1,973. Hal ini menunjukkan bahwa operator yang paling baik untuk pengoptimasian batasan grafik fuzzy menggunakan algoritma *Hill Climbing* adalah penaikan.

Hasil *error* yang lebih kecil dihasilkan pada saat nilai peubah batasan fuzzy besar sedangkan hasil *error* yang lebih besar

dihasilkan pada saat nilai peubah batasan *fuzzy* kecil. Hal ini didasari pada prinsip yang ada pada *local optima*, yaitu optimasi dengan konsep ketetangaan yang menyebabkan hasil *error* yang didapatkan besar. Pada contoh kasus penelitian kali ini nilai peubah yang menghasilkan *error* kecil adalah 4,5-5, sedangkan nilai peubah yang menghasilkan *error* yang besar adalah 0,5.

Pada Algoritma *Hill Climbing*, semakin banyak variasi operator yang digunakan, maka hasil rata-rata *error* nya akan semakin besar. Maka, dalam pengaplikasian algoritma ini sebaiknya tidak menggunakan beberapa variasi, agar mendapatkan *error* yang kecil.

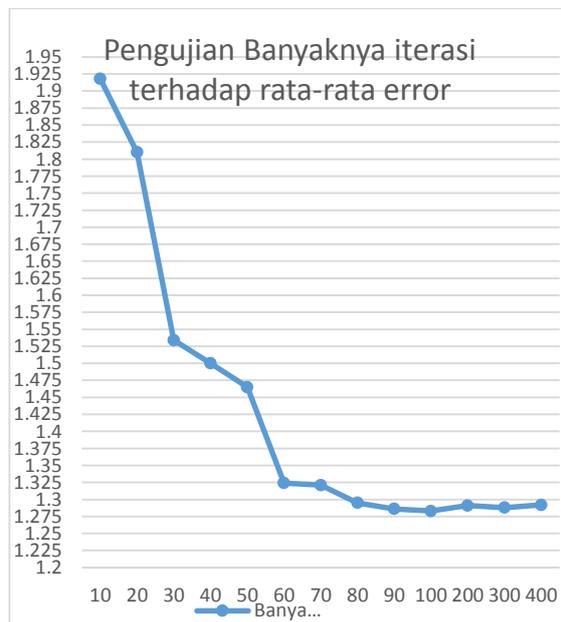
Namun, karena algoritma ini tidak memiliki parameter, maka untuk mengetahui operator yang dapat memberikan hasil terbaik adalah dengan cara *brute force*, yaitu dengan mencoba semua kemungkinan operator yang ada. Percobaan pengujian untuk kemungkinan operator yang dapat digunakan dalam algoritma *Hill Climbing* ini adalah setiap operator dilakukan pengujian minimal 10 kali, agar dapat mengetahui kecocokan operator tersebut terhadap Algoritma *Hill Climbing* (Chira, Horvath, & Dumitrescu, 2011).

### 3.2. Pengujian Pengaruh Banyaknya Iterasi Terhadap Rata-Rata Error

Pengujian kedua ini adalah dengan cara menguji sistem dengan beberapa macam kali iterasi serta mencari rata-rata *error* dari tiap pengujian. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui iterasi yang paling optimal untuk mendapatkan rata-rata *error* terkecil. Serta, untuk mengetahui pada iterasi ke berapakah yang mulai menunjukkan konvergensi. Pada pengujian ini, titik batasan pada *fuzzy* akan dinaikkan atau diturunkan dengan nilai peubah batasan yang didapatkan dari pengujian sebelumnya, yaitu 4,5 untuk kenaikan, dan 5 untuk penurunan. Kedua nilai ini memiliki rata-rata *error* terkecil dibandingkan dengan nilai lainnya.

Pengujian yang kedua ini dilakukan pada 13 variasi iterasi, dan masing-masing iterasi akan diujikan sebanyak 10 kali. Dari 10 kali pengujian tersebut akan diambil rata-rata *error*-nya, kemudian akan dianalisis. Pada 13 kali pengujian tersebut iterasi yang dilakukan adalah 10 kali, 20 kali, 30 kali, 40 kali, 50 kali,

60 kali, 70 kali, 80 kali, 90 kali, 100 kali, 200 kali, 300 kali, 400 kali.



Gambar 2. Grafik hasil pengujian iterasi

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa pengaruh iterasi terhadap rata-rata *error* yaitu semakin banyak iterasi yang dilakukan, maka semakin kecil rata-rata *error* yang dihasilkan. Berarti, banyaknya iterasi berbanding terbalik dengan besarnya rata-rata *error* yang dihasilkan. Maka, banyaknya iterasi berpengaruh terhadap rata-rata *error* yang dihasilkan oleh sistem.

Eksperimen menunjukkan semakin banyak iterasi *Hill Climbing* yang dilakukan (yaitu 100 kali iterasi) memberikan hasil pencarian yang lebih efektif daripada 10 hingga 50 kali iterasi saja (Chira, Horvath, & Dumitrescu, 2011). Semakin banyak percobaan Iterasi yang dilakukan, maka hasil *error* yang didapatkan akan lebih baik (Langley, Gennari, & Iba, 2008).

Dari grafik pengujian, setelah iterasi ke-100, yaitu iterasi ke 200,300, dan 400, hasil *error* yang didapatkan lebih besar daripada iterasi ke 100. Hasil rata-rata *error* nya pun hasilnya hampir serupa, tidak terlalu signifikan. Hal ini dapat menunjukkan telah terjadi konvergensi pada iterasi ke-200 hingga ke-400. Yang berarti, iterasi yang paling optimal adalah iterasi ke-100.

### 3.3. Pengujian untuk Mengetahui Hasil Evaluasi Sistem

Pengujian ketiga ini adalah dengan cara menguji sistem dengan 8 data uji untuk mengetahui hasil evaluasi sistem jika diuji dengan data lain selain data latih. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui hasil evaluasi sistem. Pada pengujian ini, batasan *fuzzy* yang digunakan adalah batasan yang didapatkan dari hasil *error* terkecil pada pengujian kedua yaitu 1,283. Hasil dari pengujian kedua tersebut menghasilkan batasan *fuzzy* baru sebagai berikut :

- Tanah : 0, 150, 250, 445, 450, 600
- Bangunan : 0, 205, 360, 365, 450, 600
- SSB : 0, 15, 20, 45, 50, 60

Pengujian ketiga ini dilakukan pada data uji yang didapatkan dari Perumahan Permata Jingga Malang pada Bulan Juli 2008. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian untuk Mengetahui Hasil Evaluasi Sistem

Data	Harga Asli	Harga Perhitungan	Error
1	360.5	359.35	0.32
2	454.15	451.31	0.63
3	515.5	523.204	1.49
4	582	581.188	0.14
5	622	631.618	1.55
6	697.5	724.74	3.91
7	857	898.44	4.84
8	1146.4	1126.044	1.78
9	207	193.39	6.33
10	229	219.95	4.28
11	282	268.352	4.84
12	278	272.1	2.12
13	348.1	341.71	1.84
14	330	321.5	2.58
15	379.5	378.3	0.32
16	485	470	3.09

### KESIMPULAN

Metode *Fuzzy Inference System Sugeno* dengan Algoritma *Hill Climbing* dapat diterapkan pada penentuan harga jual rumah. Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dari sistem yaitu penentuan harga jual menggunakan algoritma *fuzzy inference*

*system Sugeno* dan *Hill Climbing*, nilai evaluasi yang dihasilkan adalah 2,50375. Pengujian ini dilakukan dengan data uji berdasarkan batasan fuzzy yang baru setelah dioptimasi dengan algoritma *Hill Climbing*.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, pada penelitian selanjutnya bisa diterapkan metode optimasi yang lebih baik seperti algoritma genetika (Mahmudy, Marian, & Luong, 2013) dan particle swarm optimization (Mahmudy, 2014) yang terbukti sukses pada permasalahan optimasi kompleks.

### DAFTAR PUSTAKA

- CHIRA, C., HORVATH, D., & DUMITRESCU. 2011. *Hill Climbing Search and Diversification Within An Evolutionary Approach to Protein Structure Prediction*. US: Natural Center for Biotechnology Information. National Library of Medicine.
- KUSAN, H., AYTEKIN, O., & OZDEMIR, I. 2010. *The Use Of Fuzzy Logic In Predicting House Selling Price*. Turkey: Departement of Civil Engineering , Eskisehir Osmangazi University.
- LANGLEY, P., GENNARI, J., & IBA, W. 2008. *Hill-Climbing Theories Of Learning*. California: Irvine Computational Intelligence Project. Departement of Information & Computer Science. University of California. Irvine,.
- MAHMUDY, W. F., MARIAN, R. M. & LUONG, L. H. S. 2013. Real coded genetic algorithms for solving flexible job-shop scheduling problem – Part II: optimization. *Advanced Materials Research*, no. 701, pp. 364-369.
- MAHMUDY, W.F. 2014. Optimasi part type selection and machine loading problems pada FMS menggunakan metode particle swarm optimization (Optimization of part type selection and machine loading problems in FMS using particle swarm optimization', *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) STMIK Dipanegara*, Makassar, 27 Februari - 1 Maret, pp. 1718-1723.
- PUTRA, I. K., AISJAH, A. S., & ARIFIN, S. 2014. *Perancangan Sistem Prediksi Suhu Permukaan Laut dengan Adaptive Neuro*

*Fuzzy Inference Sytem (ANFIS) pada  
Maritime Weather Station di Perairan  
Dangkal Jawa Timur.* Surabaya: Jurusan  
Teknik Fisika. Fakultas Teknologi

Industri Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember.

SANTOSO, U. 2014. *Hukum Perumahan.*  
Jakarta: Kencana Prenadamedia.