

# Perbandingan Forecasting Metode Regresi Non-Linear Polinomial dengan Logika Fuzzy Pada Pemetaan Potensi Bisnis Lampu Berbasis Reduse, Reuse dan Recycle

Comparison of Polynomial Non-Linear Forecasting Methods with Fuzzy Logic On Photo-Capacity Lighting Business Based on Reduse, Reuse and Recycle

Sari Ayu Wulandari<sup>1</sup>, Wisnu Adi Prasetyanto<sup>2</sup>, Rudy Tjahyono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang  
email : <sup>1</sup>sari.wulandari@dsn.dinus.ac.id, <sup>2</sup>wisnu.adi@dsn.dinus.ac.id, <sup>3</sup>rudi.tjahyono@dsn.dinus.ac.id

## Abstrak

Mitra pada program PKM ini adalah BSRB (Bank Sampah Resik Becik) di Kota Semarang. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra PKM adalah adanya penimbunan sampah bohlam lampu, hal ini karena mereka belum dapat mampu melakukan reuse untuk jenis sampah ini. Sebenarnya reuse bulb (rebu), sangatlah mudah dan dapat dilakukan oleh siapapun. Dengan permasalahan yang dialami oleh mitra, maka sangat diperlukan sebuah teknologi terapan dari proses reuse dari sampah bohlam lampu, yang diwujudkan dalam workshop pelatihan pengolahan hingga proses design product akhir dan penjualan. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan produktifitas dan produk hasil bagi mitra UMKM BSRB di Kota Semarang. Dengan mengaplikasikan teknologi rebu (reuse bulb) yang menggunakan Bulb bekas ini adalah meningkatkan produktifitas mitra. Masyarakat wajib mengetahui nilai ekonomis produk, agar dapat melihat peluang bisnis. Peluang bisnis dirangkum dalam data yang akan di forecasting untuk kebutuhan tertentu. Pada artikel pengabdian masyarakat kali ini, akan dibandingkan forecasting antara penggunaan regresi non linear polynomial dengan metode logika fuzzy, yaitu menggunakan fuzzy mamdani. Dengan mengetahui prospek bisnis beberapa tahun berikutnya, masyarakat binaan dapat mempersiapkan dan semangat dalam melaksanakan kegiatan reduce, reuse dan recycle.

**Kata kunci**—Bank Sampah Resik Becik, Pemanfaatan Bohlam Lampu

## Abstract

*Partners in this PKM program is the BSRB (Trashy Trash Bank) in Semarang City. The problem faced by PKM partners is the stockpiling of light bulb bulbs, this is because they have not been able to do reuse for this type of garbage. Actually reuse bulb (rebu), is very easy and can be done by anyone. With the problems experienced by partners, it is necessary an applied technology from the reuse process of lightbulb bulb, which is realized in the training training workshop to the final product design and sales. The application of this technology is expected to improve productivity and product results for partner of SMEs BSRB in Semarang City. By applying the rebu (reuse bulb) technology that uses this Bulb is to increase partner productivity. Society must know the economic value of the product, in order to see business opportunity. Business opportunities are summarized in data that will be forecasting for specific needs. In this article community devotion, will be compared forecasting between the use of non linear regression polynomial with fuzzy logic method, that is using fuzzy mamdani. By knowing the business prospects for the next few years, the targeted community can prepare and spirit in carrying out the activities of reduce, reuse and recycle.*

**Keywords**— Bank Sampah Resik Becik, Utilization Lamp Bulb

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, sampah sudah menjadi masalah Nasional. Saat ini, pemerintah masih mengurai masalah sampah, dan jika tidak segera ditemukan solusinya, maka akan menjadi bom waktu. Bagi sebagian orang, sampah justru menjadi berkah rizki, karena produk daur ulang sampah, hanya membutuhkan modal pada proses produksi saja, materialnya yang murni dari sampah, masih gratis. Tidak heran jika sampah menjadi pilihan utama sebagai bisnis yang menguntungkan oleh Bank Sampah Resik Becik di Kota Semarang. Dalam melakukan proses daur ulang sampah, para pengelola sampah ini harus langsung berhubungan dengan udara yang tidak sedap. Rumah pemilik sama sama menjadi satu dengan ruang produksinya. Dua kasus yang berbeda kami dapatkan dari mitra kami.

Bank Sampah Resik Becik, disingkat BSRB, hingga saat ini telah mampu mendaur ulang sampah an-organik. Yang paling menarik dari mitra adalah adanya penimbunan sampah bohlam lampu, hal ini karena mereka belum dapat mampu melakukan reuse untuk jenis sampah ini. Sebenarnya reuse bulb (rebu), sangatlah mudah dan dapat dilakukan oleh siapapun. Permasalahan yang dihadapi oleh UMKM BSRB di Kota Semarang adalah masalah kurangnya basic knowledge dari mitra dalam hal reuse sebuah perangkat elektronik yaitu berupa lampu bohlam. Salah satu penyebab utamanya adalah karena latar belakang Pendidikan dari pekerjanya dan kurangnya pemahaman elektronika dari mitra. Dari masalah diatas diharapkan dapat diberikan solusi untuk meningkatkan produktifitas mitra. Selain itu, misi dari program ini adalah meningkatkan peranan bank sampah, dari hanya melakukan reuse sampah menjadi souvenir yang minim peminat, menjadi melakukan reuse sesuatu yang memang dibutuhkan oleh masyarakat, sehingga mudah dalam melakukan penjualan.

Dengan permasalahan yang dialami oleh mitra, maka sangat diperlukan sebuah teknologi terapan dari proses reuse dari sampah bohlam lampu, yang diwujudkan dalam workshop pelatihan pengolahan rebu hingga proses *design product* akhir dan penjualan [1] Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan produktifitas dan produk hasil bagi mitra UMKM BSRB di Kota Semarang.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Regresi Non Linear Polinomial

Regresi merupakan sebuah linearisasi dari kurva tertentu yang direpresentasikan dalam kurva linear. Regresi non linear, menyerupai kurva lengkung, dimana tingkat kelengkungannya tergantung pada pemilihan orde. Semakin besar orde sistem, semakin lengkung kurva yang dihasilkan. Fungsi polynomial merupakan fungsi pangkat, dimana pada regresi non linear polynomial mempunyai fungsi utama (persamaan 1).

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + arx^r \quad (1)$$

Dimana  $a$  merupakan konstanta, dan  $r$  merupakan orde dari persamaan polynomial. Dengan rumus kuadrat kesalahannya diperlihatkan pada persamaan 2.

$$D^2 = \sum (y - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2 + \dots + arx_i^r)^2 \quad (2)$$

Untuk mencari nilai minimumnya dilakukan dengan memasukan kedalam rumus pada persamaan 3.

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_i & \sum x_i^2 & \dots & \sum x_i^r \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \dots & \sum x_i^{r+1} \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \dots & \sum x_i^{r+2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_i^r & \sum x_i^{r+1} & \sum x_i^{r+2} & \dots & \sum x_i^{r+r} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \\ \dots \\ \sum x_i^r y_i \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dengan menggunakan data x dan y, maka a0, a1, hingga ar dapat dicari dengan mudah.

### 2.2 Fuzzy Mamdani

Sistem inferensi fuzzy Metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode Max-Min. Metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975[2]. Untuk mendapatkan output (hasil), diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan fuzzy, yaitu dengan menentukan semua variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan. Untuk masing-masing variabel input, tentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi, yaitu dengan menyusun basis aturan, yaitu aturan-aturan berupa implikasi-implikasi fuzzy yang menyatakan relasi antara variabel input dengan variabel output. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min. Bentuk umumnya adalah jika a adalah A<sub>i</sub> dan b adalah B<sub>j</sub>, maka c adalah C<sub>i</sub>. Dengan A<sub>i</sub>, B<sub>i</sub>, dan C<sub>i</sub> adalah predikat-predikat fuzzy yang merupakan nilai linguistik dari masing-masing variabel. Banyaknya aturan ditentukan oleh banyaknya nilai linguistik untuk masing-masing variabel masukan.
3. Komposisi aturan, yaitu apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan kolerasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu

Matode Max (Maximum), yaitu metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operato OR (gabungan). Jika semua proporsi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi. Secara umum dapat dituliskan (4) :

$$\mu (x_i) = \max ( \mu_{sf} (x_i), \mu_{kf} (x_i) ) \quad (4)$$

dimana :  $\mu_{sf} (x_i)$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i.  $\mu_{kf} (x_i)$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i.

Metode Additive (Sum), pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan penjumlahan terhadap semua output daerah fuzzy.

Metode Probabilistik (probor). Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan perkalian terhadap semua output daerah fuzzy[3].

4. Defuzzifikasi, dimana Input dari proses penegasan adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan real yang tegas. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai tegas tertentu sebagai output. Rumus 5 digunakan dalam penegasan dan akan menghasilkan output bilangan real yang tegas.

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (5)$$

untuk domain kontinu, dengan  $Z_0$  adalah nilai hasil defuzzifikasi dan  $\mu(Z)$  adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan  $Z$  adalah nilai domain ke- $i$ .

### 2.3 Metode Penentuan Forecasting

Data yang digunakan pada pengabdian kali ini menggunakan data dari BPS, mulai tahun 2004 hingga 2017, dimana data akan dibagi menjadi 2 yaitu data pembelajaran (7 data) dan data uji diluar pembelajaran (7 data) [5]. Langkah-langkah pada metode regresi non-linear Polinomial cukup mudah, yaitu :

1. Membuat template rumus untuk orde yang telah ditentukan
2. Membuat matriks template dari rumus polynomial tersebut
3. Perhitungan nilai konstanta ar.
4. Perhitungan nilai kesalahan minimum.

Sesuai dengan kebutuhan dalam pengabdian ini langkah-langkah aplikasi metode fuzzy mamdani adalah sebagai berikut :

1. Menurunkan Persamaan Model.  
Untuk logika fuzzy sebagai representasi fungsi keanggotaan variabel bebas  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  sebagai input serta representasi fungsi keanggotaan variabel bebas dan  $Y$  variabel tak bebas sebagai output. Setelah menentukan representasi fungsi keanggotaan kemudian defuzzifikasi pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan Metode Centroid. Untuk persoalan regresi berganda, rumus yang sangat berperan adalah rumus (7).
2. Menentukan Analisis Kebutuhan.  
Sistem yang baik adalah suatu sistem yang benar, efisien dan mudah pengoperasiannya serta menarik. Agar tercapai tujuan membangun sistem yang baik, maka proses perlu disusun analisis kebutuhan yang meliputi : Kebutuhan input.
3. Input yang diperlukan yang sesuai dengan yaitu mengisi ukuran range dan memilih type fungsi keanggotaan input  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  serta parameter yang diperlukan. Hal serupa juga dilakukan untuk variabel tak bebas  $Y$ . Hal yang sama input  $X_1, X_2$  dan  $Y$  untuk menentukan peramalan dengan regresi berganda. Input  $X_1, X_2$  dan  $Y$  secara simulasi akan ditampilkan pada bab IV. Kebutuhan proses. Adapun prosedur pemrogramannya adalah [6]
  1. Menentukan input maupun output yang akan digunakan dalam membangun logika fuzzy, yaitu membuat FIS Editor input  $X_1$  dan  $X_2$  serta output  $Y$ .
  2. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel input  $X_1$ .
  3. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel input  $X_2$ .
  4. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel output  $Y$ .
  5. Menyusun aturan fuzzy.
  6. Defuzzifikasi pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan Metode Centroid.
  7. Menghitung konstanta  $b_1, b_2$ .
  8. Menghitung peramalan  $Y$ .

Kedua metode kemudian dibandingkan nilai akurasi berdasarkan nilai kesalahan terkecilnya.

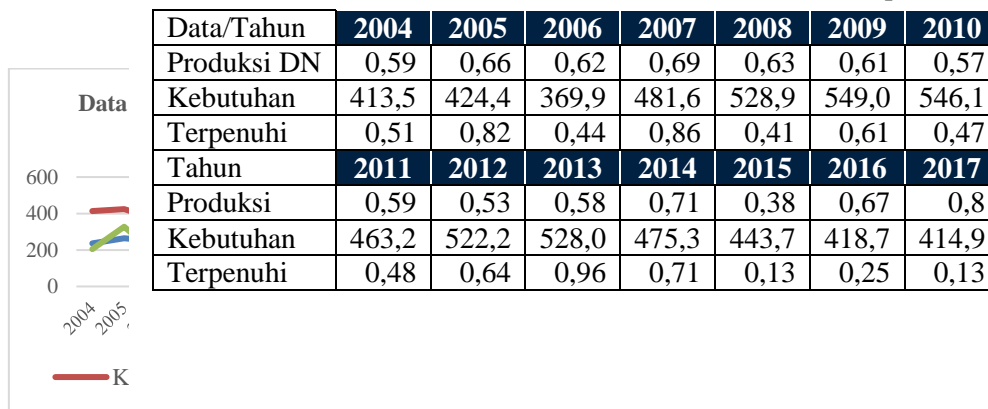
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Regresi Non Linear Polinomial

Tabel data awal mulai dari tahun 2004 hingga 2017 diperlihatkan pada Tabel 1. Sedangkan hasil dari regresi non linear diperlihatkan pada Gambar 1. Negara yang mensupply lampu terdiri

dari 9 negara, yaitu Jepang, Hongkong, Korea Selatan, Tiongkok, Thailand, Singapura, Malaysia, Australia, Amerika Serikat dan Perancis.

Tabel 1. Data BPS Data Produksi dan Kebutuhan Lampu



Gambar 1. Data BPS Kebutuhan-Produksi-Terpenuhinya Lampu LHE Dalam Negeri

Hasil dari metode regresi non linear polynomial untuk data pembelajaran adalah kesalahan kuadratnya adalah 504,76. Sedangkan kesalahan kuadrat dari data uji adalah sebesar 776,61.

### 3.2 Regresi Non Linear Polinomial

Untuk semesta pembicaraan atau range  $X_1$  antara 42 - 62

$X_1$  Rendah

Batas bawah (a) : 42

Batas atas (b) : 50

$X_1$  Standar

Batas bawah (a) : 45

Batas tengah (b) : 52

Batas atas (c) : 59

$X_1$  Tinggi

Batas bawah (a) : 54

Batas atas (c) : 62

Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh user, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel rendah menggunakan kurva linier turun, variabel standar menggunakan kurva segitiga, dan untuk variabel tinggi menggunakan kurva linier naik Adapun kurva variabel  $X_1$  tersebut digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Variabel X1

Pada form input parameter data batas variabel X2, diberikan contoh masukan seperti dibawah ini untuk menguji keluaran output yang dihasilkan. Untuk semesta pembicaraan atau range X2 antara 6 -12.

X2 Kecil

- Batas bawah (a) : 6
- Batas atas (b) : 8

X2 Rata-Rata

- Batas bawah (a) : 7
- Batas tengah (b) : 9
- Batas atas (c) : 11

X2 Besar

- Batas bawah (a) : 10
- Batas atas (c) : 12

Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh user, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel kecil menggunakan kurva linier turun, variabel rata-rata menggunakan kurva segitiga, dan untuk variabel besar menggunakan kurva linier naik Adapun kurva variabel X2 tersebut digambarkan pada Gambar 3.

Pada form input parameter data batas variabel Y, diberikan contoh masukan seperti dibawah ini untuk menguji keluaran output yang dihasilkan. Untuk semesta pembicaraan atau range Y antara 51 – 77.

Y Minimum

- Batas bawah (a) : 51
- Batas atas (b) : 62

Y Normal

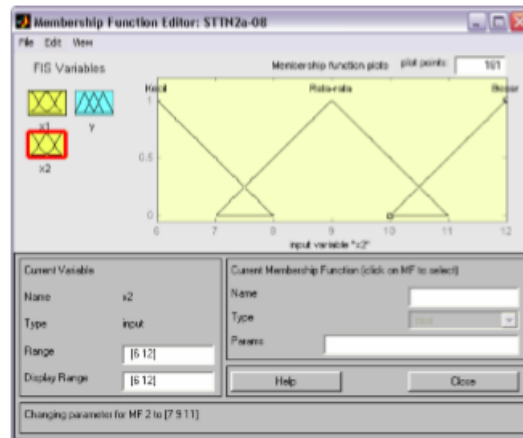
- Batas bawah (a) : 56
- Batas tengah (b) : 64
- Batas atas (c) : 72

Y Maksimum

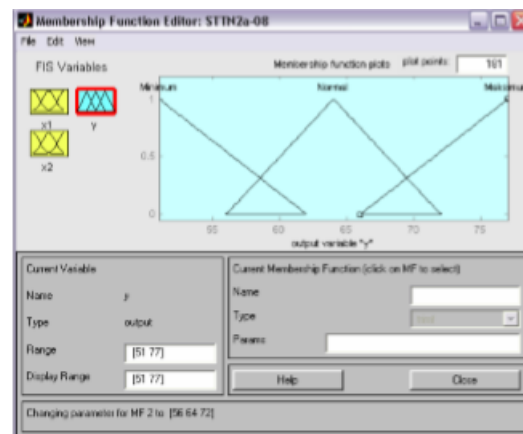
- Batas bawah (a) : 66
- Batas atas (c) : 77

Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh user, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel minimum menggunakan kurva linier turun, variabel normal

menggunakan kurva segitiga, dan untuk variabel maksimum menggunakan kurva linier naik. Adapun kurva variabel Y tersebut digambarkan pada Gambar 3



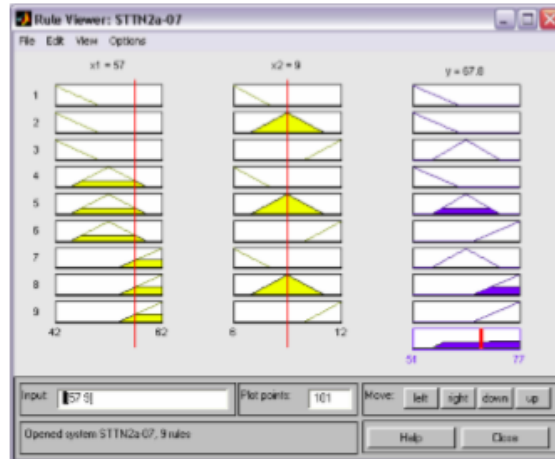
Gambar 5. Kurva Variabel X2



Gambar 6. Kurva Variabel Y

Dengan menggunakan aturan fuzzy seperti yang dituliskan pada bab dasar teori, data-data tabel 1 di atas, jika diselesaikan dengan program logika fuzzy dengan toolbox Matlab 6.5 seperti yang telah dilakukan pada makalah kami terdahulu [6], hasil peramalannya akan ditampilkan pada tabel 2 di bawah. Sedangkan untuk hasil perhitungan regresi berganda dengan hasil peramalannya berbentuk fungsi  $2506.11855.05.36$ . Hasil persamaan regresi tersebut merupakan hasil eksekusi dari program yang menggunakan Matlab, yang hasil tampilannya ditampilkan pada Gambar 7 berikut.

Dari tabel 2 di atas, rata-rata relatif error hasil peramalan dengan logika fuzzy adalah 7.601518, sedangkan dengan regresi berganda rata-rata relative errornya adalah 5.446034. Tampilan hasil dengan logika fuzzy salah satunya ditampilkan pada gambar 8 berikut :



Gambar 8. Kurva Variabel Y

Dari tabel 2 di atas nampak ada perbedaan hasil antara hasil dengan logika fuzzy dengan regresi. Jika kedua hasil tersebut dibandingkan dengan output Y sebagai data, maka hasil dengan regresi berganda lebih kecil perbedaannya. Artinya hasil peramalan dengan regresi lebih baik dibandingkan dengan hasil dengan logika fuzzy. Dalam makalah ini dapat dianalisis hal-hal yang menyebabkan logika fuzzy tidak lebih baik dari pada regresi berganda adalah :

1. Data X dan Y yang tersaji sudah tetap, bukan data interval.
2. Penentuan bentuk kurva fungsi keanggotaan untuk input X1, X2 dan output Y masih berupa asumsi.
3. Aturan fuzzy yang bersifat perkiraan.
4. Pemilihan defuzzyfikasi juga ikut berperan dalam penambahan galat (error).

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisis diatas disimpulkan sebagai berikut :

1. Jika data-data input dan output sudah tetap maka untuk melakukan peramalan, lebih baik menggunakan analisis regresi.
2. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka data-data input dan output harus merupakan data interval yang nilainya bukan nilai tetap.
3. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka penentuan bentuk kurva fungsi keanggotaan harus mendekati kurva yang sebenarnya.
4. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka aturan fuzzy dan pemilihan defuzzyfikasi harus tepat .
5. Hasil kajian ini dapat digunakan untuk bahan rujukan untuk para pengguna logika fuzzy sebelum mengaplikasikan logika fuzzy.

#### 5. SARAN

Untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat dan operasi komputasi yang lebih sederhana, maka proses peramalan dapat menggunakan fuzzy inference system (FIS) dengan tipe tsukamoto.

#### UCAPAN TERIMA KASIH



Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Dian Nuswantoro yang telah memberi dukungan financial terhadap pengabdian masyarakat ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Kusumadewi, Sri. 2003. Artificial Intelegence (Teknik Dan Aplikasinya). Jogjakarta : Graha Ilmu
- [2] Much Junaidi, Eko Setiawan, Adista Whedi Fajar. 2005. “Penentuan Jumlah Produksi Dengan Aplikasi Fuzzy – Mamdani”. [Http://Eprints.Ums.Ac.Id/198/1/Jti-0402-06-Ok.Pdf](http://Eprints.Ums.Ac.Id/198/1/Jti-0402-06-Ok.Pdf). Diambil Tanggal 25 September 2009.
- [3] Kusumadewi, S. 2003, Artificiall Intelligence : Teknik Dan Aplikasinya. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Supranto, J. 1994, Statistik Teori Dan Aplikasi Edisi Kelima. Jakarta : Erlangga. 3.
- [5] Kusumadewi, S., 2002, Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta. 4.
- [6] Kusumadewi, S. Dan Purnomo, H., 2004, Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta. 5. The Matlab Curriculum Series, 1992, The Student Edition Of Matlab, Prentice Hall, Inc, New Jersey,.