

## Penerapan Algoritma Fuzzy Time Series Average-Based untuk Memprediksi Penjualan Kelapa

Retno Tri Vulandari<sup>1)</sup>; Sri Siswanti<sup>2)</sup>; Dwi Tri Laksono<sup>3)</sup>;  
<sup>1,2,3)</sup> Program Studi Teknik Informatika, STMIK Sinar Nusantara Surakarta  
<sup>1)</sup> [retnotv@sinus.ac.id](mailto:retnotv@sinus.ac.id), <sup>2)</sup> [syswanty@sinus.ac.id](mailto:syswanty@sinus.ac.id), <sup>3)</sup> [dwitril@gmail.com](mailto:dwitril@gmail.com)

### Abstract

As the culinary industry develops in Surakarta, market snacks such as pancake, cucur, coro bikang, jenang, etc., this results in the need for grated coconut. Grated coconut needs every month to meet the needs of all its customers. UD Bambang often experiences difficulties in determining the amount of coconuts needed each month, therefore a system that can be used to predict demand for coconuts in the last few months is needed. Based on fuzzy time series average is a prediction method that uses the fuzzy principle and has a fairly good accuracy for short-term forecasting, so this method is suitable for predicting the needs of coconut sales. The data used in this study is the data needs of coconut sales in the last year, 2015-2016 in this case obtained from UD Bambang Kelapa. The results obtained in this study are the accuracy of algoritma based on average fuzzy time series for the prediction of coconut sales needs by testing data in 2016 as many as 12 data tested with mean absolute error (MAPE) was 7.82% and included in both criteria categories. While the functional testing results using the Black Box Testing method, it is found that all system components have been tested and are as expected.

**Keyword:** Forecasting, Time Series. Fuzzy.

### Abstrak

UD Bambang Kelapa adalah salah satu bisnis di Solo yang bergerak dalam penyediaan kelapa parut untuk rumah makan dan beberapa industri kuliner yang ada di wilayah Solo. Pada operasinya UD Bambang membawa kelapa dari luar setiap bulan untuk memenuhi kebutuhan semua pelanggannya. UD Bambang sering mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah kelapa yang dibutuhkan setiap bulan, oleh karena itu UD Bambang membutuhkan sistem yang dapat digunakan untuk memprediksi permintaan kelapa dalam beberapa bulan terakhir. Berbasis *fuzzy time series average* adalah metode prediksi yang menggunakan prinsip *fuzzy* dan memiliki akurasi yang cukup baik untuk peramalan jangka pendek, sehingga metode ini sesuai untuk meramalkan kebutuhan penjualan kelapa. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kebutuhan penjualan kelapa dalam setahun terakhir, 2015 - 2016 dalam hal ini diperoleh dari UD Bambang Kelapa. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah akurasi algoritma berbasis fuzzy time series rata-rata untuk prediksi kebutuhan penjualan kelapa dengan pengujian data pada tahun 2016 sebanyak 12 data yang diuji dengan *mean absolute error* (MAPE) adalah 7,82% dan termasuk dalam kategori baik kriteria. Sedangkan hasil pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing*, diperoleh bahwa semua komponen sistem telah diuji dan sesuai dengan yang diharapkan.

**Kata Kunci:** Peramalan, Fuzzy, *Fuzzy Time Series* Berbasis Rata-Rata.

## PENDAHULUAN

UD Bambang merupakan salah satu suplayer kelapa parut yang ada di kota Surakarta yang mempunyai banyak pelanggan tetap baik konsumen perorangan, rumah makan, ataupun industri katering makanan. Pada operasionalnya UD Bambang Kelapa mendatangkan kelapa dari luar daerah Surakarta untuk memenuhi kebutuhan penjualan kelapa bagi para konsumennya. Kebutuhan penjualan kelapa yang tidak menentu pada setiap bulannya menyebabkan sulitnya menentukan jumlah kelapa yang akan di datangkan setiap bulannya.

*Fuzzy time series* merupakan metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *fuzzy times series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang (Ujiyanto, 2015). Himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk menggantikan data historis yang akan diramalkan.

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan diatas maka pada penelitian ini metode *fuzzy time series average-based* akan diterapkan untuk melakukan prediksi kebutuhan penjualan kelapa UD Bambang, dengan data *predictor* adalah data kebutuhan penjualan kelapa pada tahun – tahun sebelumnya.

Metode *fuzzy time series* digunakan untuk meramalkan permintaan setiap jenis jamu yang dijual dengan menggunakan periode permintaan setiap bulan. Hasil dari penelitian ini metode *fuzzy time series* memiliki akurasi yang cukup baik yaitu antara 73,21% - 91,22% untuk peramalan setiap jenis permintaan jamu (Setiyoutami, 2012).

Perbandingan Performansi Metode *Fuzzy Time Series* yang Dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk peramalan penutupan index harga saham gabungan (IHSG). Hasil dari penelitian menyatakan bahwa metode *fuzzy time series* memiliki akurasi yang lebih baik jika digunakan untuk peramalan jangka pendek (Ujiyanto, 2015).

## METODE

### Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data dilakukan dengan wawancara secara langsung dengan pemilik UD Bambang Kelapa,

dan studi pustaka dengan mengumpulkan informasi dari jurnal ilmiah, buku – buku dan sumber lainnya yang berkaitan dengan metode *Fuzzy Time Series Average-Based*.

### Analisa Data

Proses analisa data pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Average Based* serta metode lain yang mendukung dalam proses penelitian ini.

### Perancangan

Pada proses perancangan sistem tersruktur, adapun komponennya adalah sebagai berikut :

1. *Context Diagram*.
2. *Hierarki Input Process Output (HIPO)*
3. *Data Flow Diagram*

### Implementasi

Pada proses implementasi menggunakan bahasa pemrograman PHP dan perancangan database menggunakan MySQL.

### Pengujian Sistem

Pada proses pengujian sistem dilakukan dengan dua metode yaitu, fungsional sistem menggunakan teknik *Black Box Testing* dan uji validitas sistem dengan menggunakan metode *mean absolute percentage error (MAPE)* dengan data aktual ada (Jumingan, 2009) (Chen, 1996).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dibahas mengenai analisa data berkaitan dengan proyek yang dibuat guna memperjelas pembahasan maka peneliti menggunakan alat berupa *Diagram Konteks, Data Flow Diagram, Entity Relationship Diagram, Flowchart, Tabel Basis Data, Desain Interface, Implementasi, serta pengujian validitas dan fungsional sistem.*

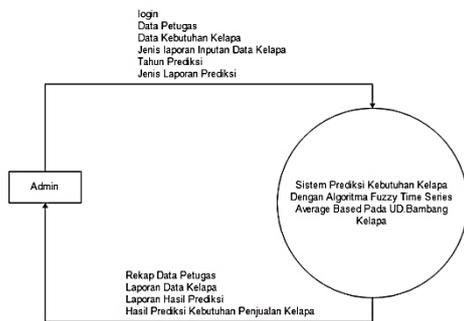
### Persiapan Data

Pada tahap persiapan ini menggunakan data kebutuhan kelapa yang telah tercatat pada UD Bambang Kelapa Pasar Nusukan pada kurun waktu 2 tahun yang lampau.

### Context Diagram

*Context Diagram* atau *Diagram Konteks* adalah hubungan masukan dan keluaran yang menjadi satu kesatuan dalam suatu sistem pada diagram konteks, aliran data dijabarkan secara umum menggambarkan aliran data yang akan di olah dalam sistem informasi (Rachmawansah, 2011). Berikut *context diagram* dalam sistem

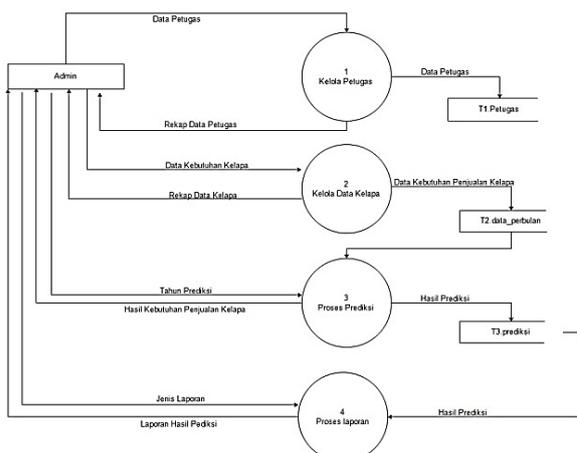
prediksi kebutuhan kelapa menggunakan metode *fuzzy time series average-based*.



Gambar 1 Diagram Konteks.

**Data Flow Diagram**

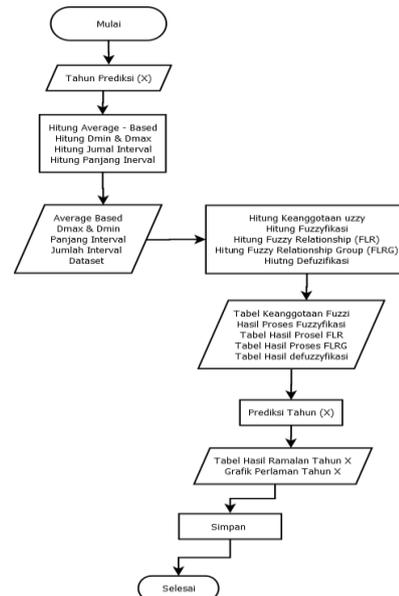
Diagram alir data adalah teknik penggambaran arah arus data dengan menggunakan simbol – simbol tertentu yang telah ditentukan. Berikut *data flow diagram level 0* dalam sistem prediksi kebutuhan kelapa menggunakan metode *fuzzy time series average-based*.



Gambar 2. DFD Level 0

**Diagram Alir Perancangan Prediksi**

Diagram alir sistem prediksi kebutuhan kelapa menggunakan metode *fuzzy time series verage-based* di bawah ini menggambarkan secara umum proses peramalan pada setiap langkah yang ada pada sistem. Proses dari peramalan ini dimulai dengan menginputkan tahun prediksi kebutuhan kelapa, langkah ke-2 sistem akan menghitung basis rata – rata dari data tahun sebelumnya, serta menghitung jumlah interval, dan panjang interval. Langkah berikutnya sistem akan melakukan proses *fuzzyfikasi*, kemudian melakukan proses *fuzzy relationship, fuzzy relationship group dan proses defuzzyfikasi*. Langkah terakhir sistem akan menampilkan hasil dari proses prediksi.



Gambar 3 Flow Chart Proses Prediksi

**Contoh Perhitungan Proses Prediksi**

Pada perhitungan prediksi kebutuhan kelapa menggunakan metode *fuzzy time series average-based data* yang digunakan adalah data kebutuhan kelapa beberapa tahun yang lampau yang tercatat pada UD Bambang Kelapa. Ada kasus ini data kebutuhan penjualan kelapa tahun 2015 akan digunakan sebagai data testing proses prediksi dan data tahun 2016 akan digunakan untuk melakukan prediksi tahun 2017. Adapun contoh perhitungan secara manual dari proses prediksi data aktual pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Aktual yang ada

No	Tahun 2016	Kebutuhan Kelapa
1	Jan – 16	2890
2	Feb – 16	2460
3	Mar – 16	2360
4	Apr – 16	2365
5	May – 16	2790
6	Juni – 16	2985
7	Juli – 16	3000
8	Aug – 16	2875
9	Sep – 16	2790
10	Okt – 16	2570
11	Nov – 16	2900
12	Des – 16	2885

**1. Menentukan Himpunan Semesta**

Langkah pertama adalah menentukan  $D_{min}$  dan  $D_{max}$ .  $D_{min}$  merupakan nilai terkecil yang ada pada data historis yang ada, sedangkan  $D_{max}$

merupakan data terbesar pada data historis (Rachmawansah, 2011). Dari data aktual yang ada maka diperoleh untuk  $D_{min} = 2360$  yaitu data kebutuhan kelapa pada bulan Maret 2016 dan  $D_{max} = 3000$  yaitu data kebutuhan kelapa pada bulan Juli 2016 sehingga himpunan semesta dapat dinotasikan seperti dibawah ini

$$U = [2360,3000].$$

**2. Menentukan Interval Berbasis Rata – Rata**

Langkah berikutnya dalam proses ini adalah menentukan nilai basis rata – rata dan jumlah interval yang terjadi. Pada tabel 4 merupakan langkah ke-2 dari proses prediksi.

Tabel 4 Perhitungan Basis Rata - Rata

No	Tahun 2016	Kebutuhan Kelapa	Selisih	Selisih Absolute
1	Jan – 16	2890	430	430
2	Feb – 16	2460	100	100
3	Mar – 16	2360	-5	5
4	Apr – 16	2365	-425	425
5	May – 16	2790	-195	195
6	Juni – 16	2985	-15	15
7	Juli – 16	3000	125	125
8	Aug – 16	2875	85	85
9	Sep – 16	2790	220	220
10	Okt – 16	2570	-330	330
11	Nov – 16	2900	15	15
12	Des – 16	2885		0
Jumlah Selisih Absolute			1945	
Rata - Rata Selisih Absolute			162.08	

- a. Tentukan setengah dari nilai rata – rata yang diperoleh dari langkah sebelumnya untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval. Interval Rata - Rata = Rata – Rata Selisih Absolute / 2  
Interval Rata - Rata =  $162,08 / 2 = 81,041666$
- b. Berdasarkan tabel basis maka nilai  $81,041666$  termasuk dalam basis 10. Sehingga nilai panjang interval akan dibulatkan dalam basis 10 maka diperoleh panjang interval 81.

**3. Mendefinisikan Jumlah Interval Himpunan Fuzzy**

Pada proses ini akan dilakukan pembagian himpunan semesta  $U$  menjadi subhimpunan  $u_i$  dengan menjadikan basis rata – rata sebagai

range bagi setiap subhimpunan  $u_i$  dengan rumus sebagai berikut :

$$u_i = (D_{min} + (i-1) * r), D_{min} + (i*r)$$

$r$  merupakan interval basis rata – rata yang telah ditentukan sebelumnya, dengan ketentuan ( $D_{min} + (i*r)$ ) tidak lebih besar dari ( $D_{max} + r$ ).

$$U_1 = (2360 + (1-1) * 81), 2360 + (1*81)$$

$$U_1 = [2360,2441]$$

$$U_2 = (2360 + (2-1) * 81), 2360 + (2*81)$$

$$U_2 = [2441,2522]$$

.....sampai dengan  $U_n$

Melalui proses diatas maka dapat ditentukan 8 nilai linguistic yang membentuk 8 fuzzy sets yaitu  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$  dan dengan state akhir  $A_9$  Untuk menjadikan  $U$  sebagai himpunan fuzzy dengan 9 nilai linguistic.

**4. Menentukan Fungsi Keanggotaan Fuzzy**

Langkah berikutnya dalam proses prediksi adalah menentukan keanggotaan fuzzy. Dalam kondisi dari membership functions (MBF) dan fuzzy sets seperti yang diilustrasikan pada langkah 3 diatas, nilai aktual dari angka kebutuhan dapat di-fuzzified dengan aturan : “jika nilai aktual dari angka penjualan tersebut adalah  $p$  dan nilai dari  $p$  terletak dalam interval  $U_k$ , maka  $p$  dapat diterjemahkan sebagai  $A_j$ ”. Fuzzified akhir nilai dari angka data kebutuhan berdasarkan aturan tersebut. Sebagai contoh untuk mendefinisikan nilai keanggotaan fuzzy dari data kebutuhan kelapa bulan Januari 2016 dengan nilai adalah 2890, dengan perhitungan nilai keanggotaan fuzzy adalah sebagai berikut.

$$F(A_7) = \left\{ \frac{2927-x}{2927-2846} \right\} 2848 \geq x \leq 2927$$

$$F(A_7) = \left\{ \frac{2927-2890}{2927-2846} \right\} 2848 \geq x \leq 2927$$

$$F(A_7) = 0.46$$

$$F(A_8) = \left\{ \frac{x-2846}{2927-2846} \right\} 2848 \geq x \leq 2927$$

$$F(A_8) = \left\{ \frac{2890-2846}{2927-2846} \right\} 2848 \geq x \leq 2927$$

$$F(A_8) = 0.54$$

Dari hasil proses perhitungan derajat keanggotaan fuzzy pada tabel diatas maka diperoleh hasil fuzzyfikasi seperti yang akan dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Proses Fuzzyfikasi

Bulan	Aktual	Fuzzified
Jan – 16	2890	A8
Feb – 16	2460	A2
Mar – 16	2360	A1
Apr – 16	2365	A1
May – 16	2790	A6

Bulan	Aktual	Fuzzified
Juni – 16	2985	A9
Juli – 16	3000	A9
Aug – 16	2875	A7
Sep – 16	2790	A6
Okt – 16	2570	A4
Nov – 16	2900	A8
Des – 16	2880	A7

**5. Proses Fuzzy Logic Relationship**

Relationship diidentifikasi berdasarkan suatu nilai fuzzifikasi dari data historis. Jika variable time series ( Ft 1) difuzzifikasi sebagai Ai dan F(t) sebagai Aj, maka Ai berelasi Aj yang dapat dinyatakan dengan notasi Ai → Aj. Hal ini dapat diartikan Ai yang terletak pada sisi sebelah kiri relationship disebut dengan current state dan Aj yang berada disisi kanan relationship disebut dengan next state dan jika terjadi perulangan relationship maka tetap dihitung hanya sekali (Sunarya, 2016). Adapun keterangan FLR yang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Proses Fuzzy Relationship

Relasi Fuzzy		
Current State	→	Next State
A8	→	A2
A2	→	A1
A1	→	A1
A1	→	A6
A6	→	A9
A9	→	A9
A9	→	A7
A7	→	A6
A6	→	A4
A4	→	A8
A8	→	A7
A7		

**6. Proses Fuzzy Logic Relationship Group (FLR)**

Proses fuzzy logic relationship group atau FLRG diperoleh dari mengeliminasi hasil Fuzzy Relationship (FLR) yang mempunyai relasi yang sama dan lebih dari satu untuk dijadikan grup (Tauryawati, 2014). Adapun hasil proses dari fuzzy logic relationship group akan tersaji dalam Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Proses FLR

State	→	FLRG
A1	→	A1, A6
A2	→	A1
A3	→	-

State	→	FLRG
A4	→	A8
A5	→	-
A6	→	A9, A4
A7	→	A6
A8	→	A2, A7
A9	→	A9, A7

**7. Proses Defuzzyfikasi**

Proses defuzzyfikasi merupakan proses perhitungan dari hasil output peramalan untuk kemudian dihitung sehingga mendapatkan hasil dengan bilangan crisp (Ujianto, 2015).

Sebagai contoh perhitungan defuzzyfikasi pada nilai A1 dan A6 adalah sebagai berikut :

$$A1 = (A1 + A6) / 2$$

$$A1 = (2360 + 2765) / 2$$

$$A1 = 2563$$

$$A6 = (A9 + A4) / 2$$

$$A6 = (3008 + 2603) / 2$$

$$A6 = 2806$$

Rician hasil defuzzyfikasi akan dijelaskan dalam Tabel 8 hasil Defuzzyfikasi.

Tabel 8 Hasil Proses Defuzzyfikasi

State	Defuzzyfikasi	Nilai
A1	$A1 = (2760 + 2765) / 2$	2563
A2	$A2 = 2441$	2360
A3	-	-
A4	$A4 = 2972$	2927
A5	-	-
A6	$A6 = (3008 + 2603) / 2$	2806
A7	$A7 = 2846$	2765
A8	$A8 = (2441 + 2846) / 2$	2644
A9	$A9 = (3008 + 2846) / 2$	2927

**8. Hasil Peramalan Penjualan Kelapa**

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka diperoleh hasil peramalan kebutuhan penjualan kelapa untuk periode tahun 2017 pada Tabel 9.

Tabel 9 Peramalan Penjualan Kelapa

Periode	Peramalan (fuzzyfikasi)	Nilai Peralaman
Jan-17	A8	2644
Feb-17	A2	2360
Mar-17	A1	2563
Apr-17	A1	2563

Periode	Peramalan (fuzzyfikasi)	Nilai Peralaman
May-17	A6	2806
Jun-17	A9	2927
Jul-17	A9	2927
Aug-17	A7	2765
Sep-17	A6	2806
Oct-17	A4	2927
Nov-17	A8	2644
Dec-17	A7	2765

## SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai penerapan algoritma fuzzy time series average-based maka dapat disimpulkan terciptanya Sistem Prediksi Kebutuhan Penjualan Kelapa dengan menggunakan algoritma Fuzzy Time Series Average – Based pada UDBambang Kelapa Pasar Nusukan. Sehingga dapat digunakan untuk melakukan proyeksi kebutuhan kelapa dan sebagai pertimbangan dalam pengadaan jumlah kelapa pada bulan – bulan yang akan datang.

Berdasarkan pengujian validitas menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dengan menggunakan data testing kebutuhan penjualan kelapa tahun 2016 maka diperoleh hasil MAPE adalah 7,82%. Menurut uji MAPE hasil prediksi ini termasuk dalam kategori sangat baik.

Uji fungsional sistem dengan metode Black Box Testing dengan hasil seluruh komponen sistem telah sesuai kriteria yang direncanakan maka dapat disimpulkan sistem ini dapat digunakan oleh UDBambang Kelapa untuk memprediksi kebutuhan penjualan kelapa ditahun yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen. (1996). Forecasting Enrollments based on Fuzzy Time Series. *Fuzzy Sets and Systems*, 311-319.
- Jauhari, D. (2016). Prediksi Distribusi Air PDAM menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 3(2), 83-87.
- Jumingan. (2009). *Analisis Laporan Keuangan*. Surakarta: Bumi Aksara.

- Rachmawansah. (2011). Average-Based Fuzzy Time Series untuk Peramalan Kurs Valuta Asing (Studi Kasus pada Nilai Tukar USD-IDR dan EUD-USD). *Jurnal Matematika*, 16-21.
- Rahman. (2015). Prakiraan dan Analisa Kebutuhan Energi Listrik Propinsi Sumatra Barat hingga Tahun 2024 dengan Metode Analisa Regresi Linier Ganda. *Jurnal Teknik Elektro* 4(2), 252-258.
- Setiyoutami. (2012). *Prediksi Kunjungan Pasien Poli Bedah di Rumah Sakit Onkologi menggunakan Fuzzy Time Series*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sunarya. (2016). Pengembangan Sistem Klasifikasi Stadium Malaria Plasmodium Falciparum pada Citra Mikroskopis Sel Darah. *Kamarpati Vol 5(1) Universitas Pendidikan Ganesha Bali*, 36-42.
- Tauryawati. (2014). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *Jurnal Sains ITS* 3(2), 34-39.
- Ujiyanto. (2015). Perbandingan Performansi Metode Peramalan Fuzzy Time Series yang Dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS, Vol. 4, No.2 2337-3520 (2301-928X Print)*, 1.

## PROFIL SINGKAT

**Retno Tri Vulandari**, dosen STMIK Sinar Nusantara Surakarta. Peneliti dalam bidang Statistika, Data Mining, Big Data, Pemodelan, Analisa Numerik.

**Sri Siswanti**, dosen program studi Teknik Informatika, STMIK Sinar Nusantara Surakarta. Peneliti bidang sistem penunjang keputusan, multimedia dan analisa system.

**Dwi Tri Laksono**, mahasiswa program studi Teknik Informatika STMIK Sinar Nusantara Surakarta