

## PEMBUATAN CITRA OBJEK DENGAN MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN FRAKTAL

Rilla Hari Yulianti<sup>1</sup>, R. Rizal Isnanto<sup>2</sup>, Achmad Hidayatno.<sup>2</sup>

### Abstract

Fractal programming technique has been often used to generate an image object which is exist in nature, like clouds, mountain, tree, ect. During the time, an image object generation graphically generated by heuristic methods which represent a simplest fractal depiction. For this reason, research to make an image objects using fractal programming is needed to be done.

In fractal programming, the initial image object is transformed by affine transformation repeatedly iteratively so which produce image objects desired. Some steps in this research are requirement program analysis, application scheme, implementation use programming language Matlab 7.8, and develop application testing and also examination result analysis that was done.

After examination software was done, it can be concluded that in fractal tree, if iteration more and more hence close leaf progressively. But certain to a point, make-up of the amount of iterasi will not show change significantly. Wide of area influence form image object of tree, progressively wide of picture area, hence yielded fractal tree is smaller. This matter because its picture space is constant. Will be obtained cloud and mountain object that different, though the number of iteration, gradient, maximum height, amplitude, and gradation was same because image object was obtained with random iteration pattern. For image object of tree, that form are same for a number of iteration, alpha and the same weight because that pattern is regular.

**Keywords : fractal, object, affine transformation, iteration.**

### I. Latar Belakang

Fraktal dapat dikatakan sebagai salah satu aplikasi grafika komputer yang merupakan suatu teknik pembangkitan citra atau gambar dengan cara melakukan iterasi pada suatu fungsi tertentu. Melalui iterasi itu akan didapatkan suatu gambar yang mempunyai kemiripan terhadap diri, pengulangan bentuk, dan penskalaan. Melalui fraktal, dengan melakukan visualisasi dari suatu fungsi matematis dapat dipahami mengapa di dunia ini banyak hal yang mempunyai kemiripan dan keacakan.

Dalam Tugas Akhir ini, akan dibahas pembuatan citra objek pohon, gunung, dan teksur awan menggunakan pemrograman fraktal dengan Matlab. Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga. Fraktal dapat didefinisikan sebagai *self similarity* dan matra (*dimension*). Fraktal adalah objek yang memiliki kemiripan dirinya-sendiri (*self-similarity*) namun dalam skala yang berbeda.

#### 1.1 Tujuan

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk membuat citra objek pohon, gunung,

dan awan dengan memanfaatkan pemrograman fraktal menggunakan Matlab.

#### 1.2 Batasan Masalah

Hal-hal yang dibahas pada penulisan Tugas Akhir ini, dibatasi pada:

1. Citra objek yang dibuat dengan pemrograman fraktal adalah pohon (2-D), gunung (3-D), dan awan (2-D).
2. Menggunakan metode transformasi *affine*.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Matlab 7.8

### II. DASAR TEORI

#### 2.1 Tekstur

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga. Jadi tekstur tidak dapat didefinisikan sebagai sebuah piksel. Sistem visual manusia pada hakikatnya tidak menerima informasi citra secara bebas pada setiap piksel, melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan.

#### 2.2 Fraktal

Geometri fraktal adalah cabang matematika yang mempelajari sifat-sifat dan perilaku fraktal. Kata fraktal pertama kali dicetuskan oleh Mandelbrot pada tahun 1975,

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

<sup>2</sup> Dosen Teknik Elektro UNDIP

ketika makalahnya yang berjudul “ *A Theory of Fractal Set* “ dipublikasikan.

### 2.2.1 Sejarah Geometri Fraktal

Pada tahun 1872 Karl Theodor Wilhelm Weierstrass, seorang jenius Jerman menemukan contoh fungsi dengan sifat yang tidak intuitif yaitu kontinu di manapun namun tidak terdiferensiasi di manapun grafik dari fungsi tersebut akan disebut fraktal di masa sekarang.

Waclaw Sierpinski, matematikawan Polandia membuat sebuah segitiga sama sisi yang kemudian dibaginya menjadi empat belahan berukuran sama. Dengan cara yang sama Sierpinski meneruskan pembagian tersebut untuk segitiga-segitiga lain yang lebih kecil. Bentuk yang sangat terkenal ini dinamakan orang segitiga Sierpinski.

Di tahun 1904 Helge von Koch memberikan definisi yang lebih geometris untuk fungsi yang mirip. Ia menemukan bentuk yang terkenal dengan Garis Pantai Koch.

Masih terdapat lagi bentuk-bentuk geometri aneh misalnya Debu Cantor, Fourniers’s Multiniverse, dan Devil Staircase, dan lain-lain.

Di tahun 1975, Mandelbrot menggunakan kata *fractal* untuk mendeskripsikan benda-benda serupa diri yang tidak memiliki dimensi yang jelas.

### 2.2.2 Definisi Fraktal

Karakteristik fraktal, walaupun mudah dimengerti secara intuitif, ternyata sangat susah untuk dibuat definisi matematisnya.

Bransley, seorang pakar fraktal ternama saat ini, mengatakan bahwa fraktal adalah *subset* (sub himpunan) dari sebuah set (himpunan). Mandelbrot mendefinisikan fraktal sebagai “himpunan yang dimensi Hausdorff Besicovitchnya lebih besar dari dimensi topologisnya“.

### 2.2.3 Dimensi Fraktal

Dimensi fraktal adalah ukuran numeris yang nilainya terjaga pada berbagai skala. Dimensi fraktal jauh lebih penting artinya bagi matematikawan karena mereka mendadak saja mampu mengukur keseluruhan bentuk-bentuk dalam jagad raya yang sebelumnya tidak bisa diukur.

### 2.2.4 Pengelompokan Fraktal

Fraktal bisa dikelompokkan menjadi dua kategori luas, yaitu:

1. Didasarkan pada cara pendefinisian atau pembuatannya.
2. Didasarkan pada keserupa diriannya.

### 2.2.5 Contoh-contoh Fraktal

Benda-benda yang mendekati fraktal bisa ditemukan dengan mudah di alam. Benda-benda tersebut menunjukkan struktur fraktal yang kompleks pada skala tertentu. Contohnya adalah awan, gunung, jaringan sungai, dan sistem pembuluh darah. Pohon dan pakis, juga merupakan contoh fraktal di alam dan dapat dimodel pada komputer menggunakan algoritma rekursif.

### 2.2.6 Aplikasi Fraktal

Setelah visualisasi komputer diaplikasikan pada geometri fraktal, dapat disajikan argumen-argumen visual yang ampuh untuk menunjukkan bahwa geometri fraktal menghubungkan banyak bidang matematika dan sains, jauh lebih besar dan luas dari yang sebelumnya diperkirakan.

## 2.3 Transformasi *Affine*

Jenis transformasi objek yang paling banyak digunakan di dalam grafika komputer adalah transformasi *affine*. Pada dasarnya, transformasi merupakan suatu operasi modifikasi bentuk objek tanpa merusak bentuk dasar dari objek. Transformasi *affine* merupakan transformasi yang mempertahankan garis-garis paralel. Dalam transformasi 2D, fungsi transformasi T akan memetakan  $P = (P_x, P_y)$  menjadi  $Q = (Q_x, Q_y)$ ,  $Q_x$  dan  $Q_y$  mempunyai hubungan dengan  $P_x$  dan  $P_y$  berdasarkan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} Q_x &= aP_x + cP_y + tr_x \\ Q_y &= bP_x + dP_y + tr_y \end{aligned} \quad (2.1)$$

dengan  $a, b, c, d, tr_x$ , dan  $tr_y$  adalah sembarang konstanta.

Dengan perhitungan sederhana, persamaan (2.1) bisa dituliskan sebagai :

$$(Q_x, Q_y) = (P_x, P_y) \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} + (tr_x, tr_y) \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) bisa ditulis dengan cara yang lebih singkat, yaitu :

$$Q = PM + tr \quad (2.3)$$

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

<sup>2</sup> Dosen Teknik Elektro UNDIP

dengan  $tr$  adalah vektor konstan untuk melakukan translasi,  $tr = (tr_x, tr_y)$  dan  $M$  adalah matriks 2 dimensi untuk menentukan rotasi pada citra,

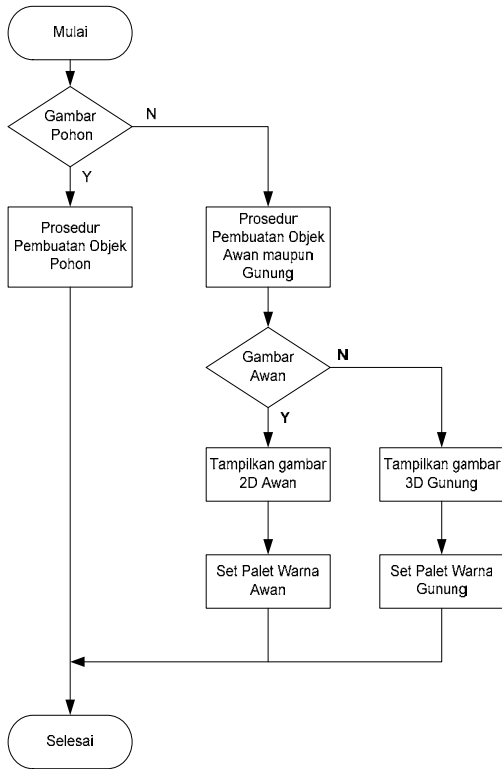
$$M = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

Sejumlah transformasi dasar dari transformasi *affine* adalah pergeseran (*translation*), penskalaan (*scaling*), pemutaran (*rotation*), dan *shearing*.

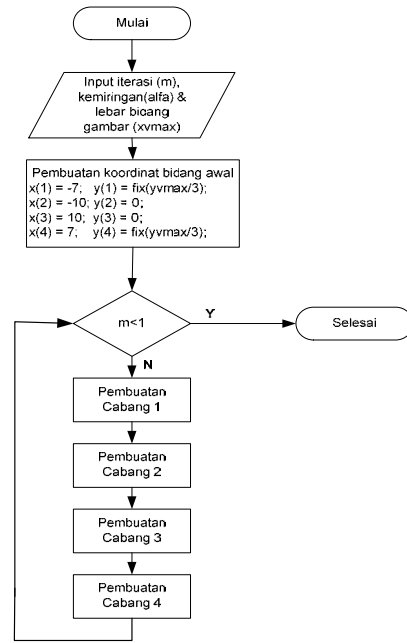
### III. LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan diagram alir dari sistem pembuatan citra objek dengan pemrograman fraktal seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1. Proses dimulai dengan menentukan apakah akan menggambar pohon, gunung atau awan.

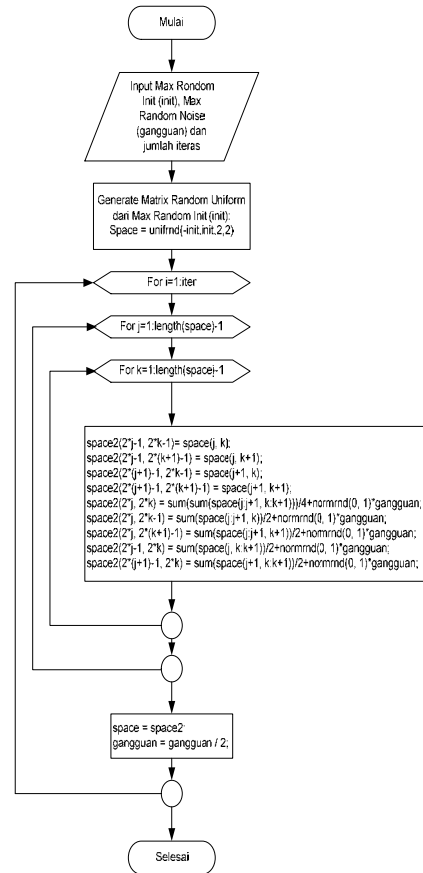
Selanjutnya untuk pembuatan masing-masing citra objek ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan citra objek



Gambar 3.2 Diagram alir program pembuatan citra objek pohon



Gambar 3.3 Diagram alir program citra objek gunung /awan

### 3.4 Pembuatan Citra Objek Pohon

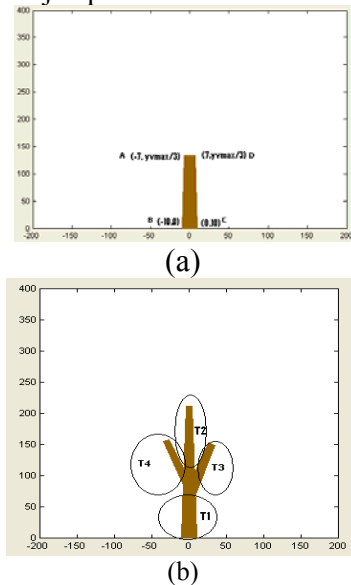
Konsep pembuatan sebuah citra pohon fraktal dimulai dengan membuat sebuah batang, kemudian ditransformasikan menggunakan beberapa ( $N$ ) transformasi *affine* untuk menghasilkan cabang. Hal ini dikerjakan berulang-ulang (proses iterasi), maka akan dihasilkan sebuah gambar pohon fraktal yang mempunyai batang, cabang, ranting, sampai daun

#### 3.4.1 Gambar Awal

Sebuah pohon fraktal yang dihasilkan dengan berbagai macam bentuknya berawal dari sebuah batang yang menentukan bentuk pohon fraktal yang dihasilkan.

#### 3.4.2 Transformasi Affine

Pada Tugas Akhir ini transformasi *affine* yang digunakan merupakan gabungan dari pergeseran (translasi) dan pemutaran (rotasi). Gambar 3.5 menunjukkan proses transformasi pada pembuatan objek pohon.



Gambar 3.5 Proses transformasi objek  
(a) Bentuk awal pohon  
(b) Bentuk objek setelah iterasi

#### 3.4.3 Komponen Warna

Untuk membuat pohon terlihat menarik setidaknya ada 2 warna yang harus dimasukkan, yaitu warna coklat untuk luas bidang besar atau batang dan warna hijau untuk luas bidang kecil atau daun.

#### 3.4.4 Jumlah Iterasi

Parameter terakhir berkaitan dengan pembuatan pohon fraktal adalah jumlah iterasi. Parameter ini menentukan tingkat kelebatan dari citra pohon. Semakin tinggi jumlah iterasi, maka citra pohon yang dihasilkan semakin lebat. Namun sampai pada batas tertentu, peningkatan jumlah iterasi tidak akan memperlihatkan perubahan yang signifikan.

## IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Banyak struktur ruang di alam ini ternyata dihasilkan dari penyusunan ulang komponen-komponen yang identik dalam jumlah besar. Proses penyusunan ulang itu terjadi melalui aturan/rumusan tertentu, yang disebut dengan organisasi. Dua prinsip yang paling sederhana dari organisasi tersebut adalah keteraturan (*regularity*) dan keteracakan (*randomness*).

Pada suatu fraktal, ketika bagian dari suatu sistem membesar dengan perbesaran yang sama pada berbagai arah, maka bentuk tersebut akan menyerupai keseluruhannya.

### 4.1 Pengujian Perangkat Lunak

Pada hasil pengujian ini dibahas hasil dari program yang telah dirancang untuk membuat objek dengan pemrograman fraktal. Media yang digunakan adalah Matlab 7.8 dan tampilan antarmuka menggunakan GUI.



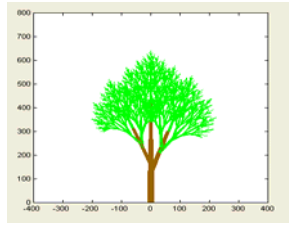
Gambar 4.1 Tampilan Awal Program

### 4.2 Citra Objek yang Dihasilkan

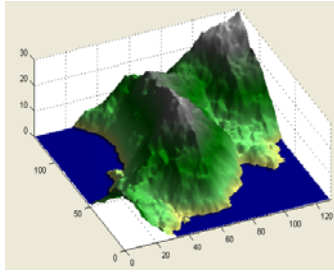
Citra objek yang dihasilkan dengan pemrograman fraktal dalam Tugas Akhir ini yaitu pohon, gunung, dan awan.

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

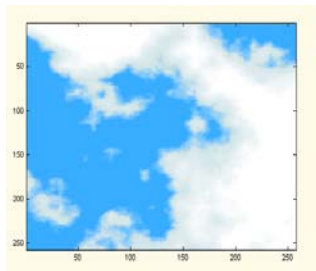
<sup>2</sup> Dosen Teknik Elektro UNDIP



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.4 Contoh Citra Objek yang dihasilkan

- (a) Pohon
- (b) Gunung
- (c) Awan

#### 4.3.1 Analisa Citra Objek Pohon

Masing-masing koordinat pembentuk batang yang terbentuk ditransformasikan dengan transformasi *affine* berikut.

$$\begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a & b & 0 \\ c & d & 0 \\ e & f & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' & y' & 1 \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

dengan

$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

Persamaan (4.2) adalah transformasi linear,  $\begin{bmatrix} e & f \end{bmatrix}$  adalah translasi

#### 4.3.2 Analisis Citra Objek Gunung

Bentuk awal citra objek gunung berbentuk segi empat dengan variasi nilai pojok yang berbeda. Pada awal pembentukan objek, didapatkan 4 (empat) buah titik sebagai pembentuk segi. Selanjutnya setelah iterasi ke- $n$  terbentuk objek

gunung.

#### 4.3.3 Analisis Citra Objek Awan

Pada pembentukan awal citra objek awan,  $n = 0$  diperoleh sebuah segi empat. Setelah diiterasi 1 (satu) kali didapatkan 3 (tiga) buah segi empat demikian juga pada saat iterasi ke-2, didapatkan 5 (lima) buah segi empat. Demikian seterusnya dilakukan sampai iterasi ke-9, sehingga diperoleh objek awan seperti yang ada di alam. Pada proses iterasi ke- $n$  menghasilkan segi empat sejumlah  $2^n + 1$ .

#### 4.4 Analisis dari Aspek Dimensi

Pada penelitian pembuatan citra objek di atas, didapatkan citra objek 2 (dua) dimensi (2-D) pada pembentukan citra objek pohon dan awan, dan citra objek 3 (tiga) dimensi (3-D) pada pembentukan citra gunung. Perbedaan dari masing-masing dimensi seperti terlihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbedaan objek berdasarkan aspek dimensi

No.	2-D	3-D
1.	Sumbu (x,y).	Sumbu (x, y, z)
2.	Tidak ada kemiringan (gradien)	Ada kemiringan (gradien). Semakin besar sudutnya, maka objek gunung semakin lancip.
3.	Mempunyai luas	Mempunyai volume
4.	Ada gradasi (pada awan) yang menentukan tebal tipis objek.	Tidak ada

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pada perangkat lunak, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut .

1. Pada citra objek pohon fraktal, semakin banyak iterasi maka daun akan semakin lebat. Tetapi sampai pada batas tertentu, peningkatan jumlah iterasi tidak akan memperlihatkan perubahan yang signifikan
2. Luas bidang mempengaruhi bentuk citra objek pohon. Semakin luas bidang gambar, maka citra objek pohon fraktal yang dihasilkan

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

<sup>2</sup> Dosen Teknik Elektro UNDIP

semakin kecil. Hal ini karena ruang gambarnya berukuran konstan.

3. Akan diperoleh citra objek awan dan gunung yang berbeda, meskipun jumlah iterasi, gradient maksimum, tinggi maksimum, amplitude dan gradasi yang sama karena objek diperoleh dengan pola iterasi yang acak. Sedangkan pada citra objek pohon bentuknya sama untuk jumlah iterasi, alfa dan lebar yang sama karena polanya teratur.

## 5.2 Saran

Pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan yang dapat diperbaiki untuk pengembangan berikutnya. Beberapa saran di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian untuk pembuatan citra objek selain pohon, gunung, dan awan dengan menganalisis kebutuhan-kebutuhan pembuatan citra objek, seperti penentuan gambar awal, transformasi, komponen warna maupun jumlah iterasinya
2. Perlu dilakukan penelitian untuk membuat citra objek pohon 3 (tiga) dimensi, dengan mengubah ruang gambar, gambar awal, maupun transformasi.
3. Perlu dilakukan pembuatan citra objek yang merupakan gabungan pohon, gunung dan awan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hakim, Lukman, *Menggambar Fraktal dengan Heuristik*, [www.informatika.org/~rinaldi/Stmik/Makalah/MakalahStmik25.pdf](http://www.informatika.org/~rinaldi/Stmik/Makalah/MakalahStmik25.pdf), Mei 2009
- [2] Howard, Anton dan C. Rorres, *Aljabar Linear Elementer Jilid 2*, Erlangga, Jakarta, 2005
- [3] Insap Santoso, P dan R.T. Kusumantoro, *Pemrograman Fraktal Resolusi Tinggi untuk Kartu Trident SVGA*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 1997.
- [4] Insap Santoso, P, *Grafika Komputer dan Antarmuka Grafis*, Andi Offset, Yogyakarta, 1994
- [5] Lanius, Cynthia, Fraktal, <http://math.rice.edu/~lanius/fractals/dimpr.html>

- [6] Mujiono, *Tentang Fraktal*, <http://www.kompas.co.id/>, April 2006.
- [7] Munir, R, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Penerbit Informatika, Bandung, 2004.
- [8] Pitas, L, *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice Hall, Singapore, 1993.
- [9] Sugiharto, A, *Pemrograman GUI dengan Matlab*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006
- [10] Wijaya, M.C dan A.Prijono, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox*, Informatika, Bandung, 2007
- [11] Weisstein, Eric W., *Affine Transformation*, <http://mathworld.wolfram.com/AffineTransformation.html>, Agustus 2009
- [12] .....*Bab III, Hasil Penelitian dan pembahasan*, <http://dosen.amikom.ac.id/downloads/artikel/BAB%20III.doc>, September 2007
- [13] ...*Fraktal*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Fraktal>, September 2007

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

<sup>2</sup> Dosen Teknik Elektro UNDIP

## BIOGRAFI



**Rilla Hari Yulianti**, lahir di Semarang. Menempuh pendidikan dasar di SDN Tambangan 01 Semarang, SMP Negeri 16 Semarang, SMA Negeri 3 Semarang, dan D3 Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Saat ini sedang menempuh pendidikan Strata Satu di Universitas Diponegoro Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui dan Mengesahkan,  
Pembimbing I,

R. Rizal Isnanto, S.T, M. M, M.T.  
NIP. 132 228 515  
Tanggal :

Pembimbing II,

Achmad Hidayatno, S.T, M.T.  
NIP. 132 137 933  
Tanggal:

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

<sup>2</sup> Dosen Teknik Elektro UNDIP