

## PEMBUATAN *RULE L-SYSTEMS* MENGGUNAKAN ALGORITMA *SUM OF ABSOLUTE DIFFERENCE* DAN *PIXEL MOVEMENT*

### *PRODUCTION L-SYSTEMS RULE WITH SUM OF ABSOLUTE DIFFERENCE AND PIXEL MOVEMENT ALGORITHM*

Agitya Prayoga<sup>1</sup>, Rumani M<sup>2</sup>, Anton Siswo Raharjo Ansori<sup>3</sup>.  
Fakultas Elektro dan Telekomunikasi Telkom University Bandung  
[agityaprayoga24@gmail.com](mailto:agityaprayoga24@gmail.com)<sup>2</sup>[rumani@telkomuniversity.ac.id](mailto:rumani@telkomuniversity.ac.id)<sup>3</sup>[raharjo@telkomuniversity.ac.id](mailto:raharjo@telkomuniversity.ac.id)

#### ABSTRAK

Pada suatu sebuah pertumbuhan tanaman, dibutuhkan sebuah formula yang tepat untuk mendapatkan hasil tanaman yang diinginkan. Mulai dari jenis bibit tanaman, jenis tanah, dan pupuk yang akan digunakan. Selain itu faktor kelembaban, cahaya matahari, serta kebutuhan air untuk tanaman juga sangat mempengaruhi hasil dari pertumbuhan tanaman tersebut.

Oleh karena itu dibutuhkan sebuah program yang dapat digunakan untuk memprediksi bagaimana tumbuhan yang kita tanam akan tumbuh. *L-systems* dapat memprediksi bagaimana batang, ranting, daun dan buah tumbuh. Untuk proses tersebut, kita menggunakan algoritma SAD (*Sum of Absolute Difference*). Metode yang digunakan untuk mendeteksi gerakan ini bekerja dengan cara mengukur kesamaan antar blok gambar kemudian mengambil perbedaan mutak (*Absolute Difference*) antara setiap pixel di blok asli dan pixel yang sesuai di blok yang digunakan untuk perbandingan.

**Kata kunci :** *L-systems*, SAD ( *Sum Of Absolute Difference* )

#### ABSTRACT

*On a plant growth, a precise formula is needed to obtain the desired crop yield. Starting from the type of plant seeds, soil type, and fertilizer that will be used. In addition, moisture, sunlight, and water requirements for plants also affect the yields of these plants.*

*Therefore it takes a program that can be used to predict how the plants we grow will grow. L-systems can predict how stems, twigs, leaves and fruits grow. So we can adjust what the plants need to get the desired plants. For that process, we use the SAD (Sum of Absolute Difference) algorithm. The method used to detect this motion works by measuring the similarity between the image blocks and then taking the difference of mutation (Absolute Difference) between each pixel in the original block and the corresponding pixel in the block used for comparison*

**Keywords :** *L-systems*, SAD ( *Sum Of Absolute Difference* )

## 1. Pendahuluan

Pada saat ini perkembangan teknologi sangatlah berkembang dengan pesat. Hampir semua kebutuhan sangatlah bergantung dengan adanya teknologi tersebut. Salah satunya dengan adanya pengolahan citra. Pengolahan citra dapat dimanfaatkan untuk berbagai bidang. Salah satunya untuk memonitoring pertumbuhan tanaman. Pengolahan citra pada bidang tanaman ini dapat digunakan sebagai alat untuk membedakan perkembangan setiap tanaman. Hampir setiap tanaman memiliki karakteristik yang berbeda, mulai dari lamanya pertumbuhan akar, batang, daun, dan buah. Oleh karena itu setiap tumbuhan memiliki pola aturan pertumbuhan yang berbeda-beda.

Pada tahun 1968, Aristid Lindenmayer memperkenalkan *Lindenmayer systems* yang sering di sebut *L-systems*. *L-systems* adalah bahasa formal yang disusun dengan sistem penulisan ulang untuk menggambarkan fraktal, memodelkan, dan mensimulasikan perkembangan tanaman dalam bidang dua dimensi [1]. Dengan mendefinisikan simbol, parameter, aksiom, aturan pertumbuhan (*rule*).

Untuk mendapatkan sebuah pola perkembangan tanaman, maka dibutuhkan sebuah algoritma yang dapat mengetahui proses pertumbuhan tanaman tersebut. SAD (*Sum of Absolte Difference*) adalah sebuah algoritma yang digunakan untuk mendeteksi sebuah gerakan yang bekerja dengan cara mengukur kesamaan antar blok gambar kemudian mengambil perbedaan mutak (*Absolute Difference*) antara setiap pixel di blok asli dan pixel yang sesuai di blok yang digunakan unuk perbandingan [2].

Oleh karena itu dilakukan sebuah penelitian untuk pembuatan *rule L-Systems* menggunakan algoritma SAD (*Sum of Absolute Difference*) dan *pixel movement* untuk mendapatkan data aturan pertumbuhan tanaman tersebut.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 *L-systems* [3]

*Lindenmayer systems* atau sering disebut *L-systems* adalah bahasa formal yang disusun dengan sistem penulisan ulang untuk menggambarkan fraktal, memodelkan, dan mensimulasikan perkembangan tanaman dalam bidang dua dimensi. Dengan mendefinisikan simbol, parameter, aksiom, aturan pertumbuhan (*rule*).

### 2.2 *SUM OF ABSOLUTE DIFFERENCE (SAD)* [4]

Sum Of Absolute Difference adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk mencari pencocokan blok gambar. Diantara berbagai macam metode deteksi gerak, algoritma pencocokan blok adalah yang paling banyak digunakan dan populer karena kesederhanaan dalam aplikasinya. Pada algoritma pencocokan blok, suatu blok citra yang berpusat pada satu titik di tengahnya di frame sekarang dibandingkan dengan blok kandidat di frame referensi berdasarkan perbedaan atau persamaan tertentu untuk menemukan blok cocok yang terbaik pada area yang dicari.

### 2.3 *Gaussian Blur*<sup>[5]</sup>

Proses pengaburan gambar melalui fungsi gauss adalah *Gaussian blurring*. Secara umum metode ini digunakan untuk mengurangi noise dan detail pada gambar. Dalam proses ini yang dilakukan adalah mengganti nilai pixel dengan nilai rata-rata dari piksel sekelilingnya. Dengan adanya proses ini, maka gambar yang telah diberi filter *Gaussian Blur* akan menjadi lebih halus..

### 2.4 *Citra Greyscale*<sup>[6]</sup>

Citra grayscale adalah citra yang nilai intensitas pikselnya berdasarkan derajat keabuan. Sedangkan

citra biner adalah citra yang hanya memiliki dua nilai intensitas yaitu 0 (hitam) dan 1 (putih). Untuk melakukan perubahan suatu gambar *full color* (RGB) menjadi suatu citra *grayscale* (gambar keabuan).

**2.5 Proses Dilasi** <sup>[7]</sup>

Proses dilasi adalah penumbuhan atau penebalan dalam citra biner. Jika A dan B adalah anggota Z<sup>2</sup>, dilasi antara A dan B dinyatakan dengan A ⊕ B. Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan dibawah ini :

$$A \oplus B = \{z | Bz \cap A \neq \emptyset\}$$

Persamaan diatas didasarkan pada refleksi B terhadap originnya, dan penggeseran refleksi oleh z. dilasi A dan B adalah himpunan semua *displacement* z, persamaan diatas dapat ditulis kembali secara ekuivalen sebagai:

$$A \oplus B = \{z | [Bz \cap A] \subseteq A\}$$

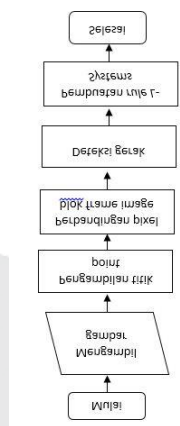
Dimana himpunan B adalah strel, sedangkan A himpunan (obyek citra) yang terdilasi.

**2.6 Implementasi Thresholding** <sup>[8]</sup>

Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengolahan citra digital atau image processing adalah thresholding citra. Thresholding citra adalah suatu metode yang digunakan untuk memisahkan antara obyek dan backgroundnya. *Thresholding* merupakan teknik yang sederhana dan efektif untuk segmentasi citra. Proses *thresholding* sering disebut dengan proses binerisasi. Pada beberapa aplikasi pengolahan citra, terlebih dahulu dilakukan *threshold* terhadap citra *gray level* untuk dapat menjadi citra biner (citra yang memiliki nilai level keabuan 0 atau 255). Sebuah citra hasil proses *thresholding* dapat disajikan dalam histogram citra untuk mengetahui penyebaran nilai-nilai intensitas piksel pada suatu citra/bagian tertentu dalam citra sehingga untuk citra bimodal, histogram dapat dipartisi dengan baik (segmentasi objek dengan *background*) dan dapat ditentukan nilai *threshold*-nya.

**3. Perancangan Sistem**

**3.1 Diagram Alur Perancangan Umum Sistem**



Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem

Seperti yang terlihat pada gambar 3.1, pertama kali adalah proses pengambilan gambar berupa proses capture yang dilakukan selama 600 detik sekali. Setelah data terkumpul, gambar diproses melalui beberapa filter yang kemudian akan diolah oleh algoritma SAD untuk mendapatkan sebuah rules yang digunakan dalam L-systems

**4. Pengujian dan Analisis**

**4.1 Implementasi Sistem**

Pada bab ini akan membahas mengenai pengujian dan analisis yang telah dilakukan yaitu pengambilan gambar dan diolah oleh SAD untuk mendapatkan rules yang digunakan dalam L-systems.

## 4.2 Implementasi Perangkat

Berikut ini adalah perangkat-perangkat yang digunakan dalam penelitian ini, berupa perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*).

### 4.2.1 Perangkat keras raspberry pi 2 model B

- a) Broadcom BCM837 ARM7 Quad Core Processor
- b) 2.1 GB RAM
- c) Full size HDMI
- d) CSI camera port for connecting Camera
- e) 40 pin extended GPIO

### 4.2.2 Perangkat Lunak

- a.) Operation system, raspbian Jessie
- b.) Python 2.7
- c.) Library Opencv 2.4.13

## 4.3 Spesifikasi Pengujian

Percobaan pengujian dilakukan dengan mengambil data pertumbuhan tunas muda kacang kedelai yang kemudian diolah oleh SAD (Sum Of Absolute Difference) untuk mendapatkan rules yang dibutuhkan oleh L-Systems. Kemudian dari hasil analisis yang dilakukan, dilakukan pengujian terhadap suhu dan intensitas cahaya selama proses pertumbuhan tunas muda tersebut berlangsung.

### 4.3.1 Pengambilan Gambar



Gambar 4.3.1.1 Proses Pengambilan Gambar

Proses pengambilan gambar ini menggunakan sebuah raspberry pi dan kamera 720 HD. Proses pengambilan data ini dilakukan secara berulang selama 600 detik sekali selama fase pertumbuhan tunas muda kacang kedelai. Selain itu dilakukan *delay* selama 3 detik yang bertujuan untuk memulihkan kondisi kamera agar seutuhnya mengambil gambar dengan jelas.

### 4.3.2 Proses Threshold

Setelah gambar diambil, maka proses selanjutnya adalah melakukan *threshold* yang bertujuan untuk memberikan warna hijau yang ada pada gambar menjadi lebih jelas atau maksimal. Sebelumnya telah diset terlebih dahulu batas masking hijau yang akan digunakan.

### 4.3.3 Proses Masking

Setelah warna hijau yang terdeteksi pada gambar dirubah menjadi jelas atau maksimal, kemudian gambar diberikan proses masking agar menampilkan warna hijau saja pada gambar. Proses ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam proses deteksi gerak yang akan dilakukan. Objek akan lebih jelas karena hanya terdapat warna hijau saja. Proses pembatasan masking yang telah dilakukan sebelumnya memberikan objek yang berada pada batas minimum hijau akan diubah menjadi warna hitam, sedangkan objek yang bernilai lebih dari batas atas akan berubah menjadi hijau. Sehingga objek yang terdapat pada gambar hanya terdapat warna hijau dan hitam untuk mempermudah proses deteksi gerak.

**4.3.4 Proses Cropping**

Selanjutnya merupakan proses cropping karena pada gambar terdapat tiga buah objek yang diambil datanya. Dalam proses penanaman dan pengambilan data, terdapat tiga buah tanaman, hal ini dilakukan agar mengantisipasi jika ada tanaman yang mati namun tanaman yang lainnya masih mampu untuk tumbuh. Dari ketiga tanaman yang ditanam dan diambil datanya, hanya satu buah tanaman yang dijadikan proses penelitian.

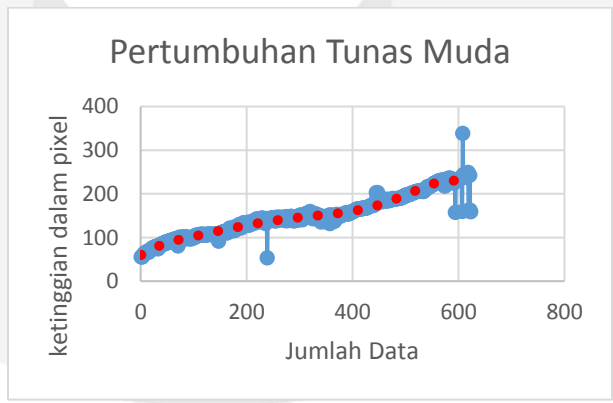
**4.3.5 Proses Greyscale dan Gaussian Blur**

Setelah pemilihan objek tanaman yang akan diolah dan dilakukan proses cropping, selanjutnya gambar dijadikan menjadi citra greyscale. Setelah gambar diubah menjadi citra greyscale, kemudian gambar diberikan proses gaussian blur, hal ini dilakukan untuk menghilangkan noise kecil yang terdapat pada gambar.

**4.3.6 Proses SAD**

Pada proses SAD dibutuhkan sebuah gambar acuan untuk dapat mengetahui perubahan atau pergerakan kacang kedelai tersebut. Maka sebelumnya telah dibuat sebuah gambar acuan yang akan digunakan untuk membandingkan seluruh data yang merupakan proses pertumbuhan kacang kedelai tersebut.

Berikut merupakan fase pertumbuhan yang terdeteksi oleh algoritma SAD:



Gambar 4.3.6.1 Grafik Pertumbuhan Tunas Muda

**4.3.7 Deteksi Ketinggian**

Setelah seluruh data diproses melalui beberapa tahap di atas, maka dihasilkan sebuah selisih ketinggian yang didapat dari proses pengurangan jumlah ketinggian dari gambar satu dengan jumlah ketinggian gambar sebelumnya. Pada tahap deteksi ketinggian ini, terdapat beberapa perubahan ketinggian yang sangat jauh. Untuk menstabilkan data pertumbuhan, maka diberikan parameter batas maksimum dan minimum perubahan ketinggian. Batas maksimum pada parameter tersebut adalah 3.95, artinya jika selisih ketinggian yang bernilai positif dari data satu dengan data sebelumnya melebihi nilai 3.95 maka data akan dirubah menjadi 3.95. Dan batas minimum pada parameter tersebut adalah -5.9, artinya jika selisih ketinggian yang bernilai negatif dari satu data dengan data sebelumnya kurang dari batas minimum, maka data tersebut akan dirubah menjadi -5.9. Batas maksimum diambil berdasarkan jumlah rata-rata pertumbuhan yang bernilai positif. Batas minimum diambil berdasarkan jumlah rata-rata pertumbuhan yang bernilai negatif.

**4.3.8 Penentuan Rules**

Dari seluruh proses diatas, maka akan dihasilkan sebuah aturan/rules dengan aturan :

- 1. Jika selisih bernilai positive, maka akan diberikan karakter "F" (Forward)
- 2. Jika selisih bernilai negative, maka akan diberikan karakter "B" (Back)
- 3. Jika selisih bernilai 0, maka akan diberikan karakter "[

Berikut adalah aturan/rules yang dihasilkan dari pengolahan data yang dilakukan :

```

"[FFFFFFFFBFFFF[BBFFFBFFFBFFFBFF[F[FF[[[FBBBBBBBFFFFFB[FFBFFFBFFBFFBFF[[FF
BBBBFBFFFBFFBFFBFFBFFBFF[FFFBFF[FB[BBBBBBBFFFFFBFFBFF[BBFF[BFBFFBBBBBFFFB
[BBBFF[BBBFFFBFFFBFFBFFB[FFFFF[[FBBFBFFBFFBFFB[BBF[B[[F[BFFB[[B[[[BFF[[BBFFB
F[BBBBBFFFBFF[F[[[FFFB[[BBB[FFFFFFFFFB BBBBFFFBFFFBFFB BBBBFFFBFFB BBBB[FFFF
FFFFFB BBBBFFFBFFFBFFFB BBBBFFB[FFFF[FB BBBB[FFFFFB BB[B[FFFFFB BB
BBBBB[FFFFFBFFFB BB[BB[BBBBBFFFB BBBBFFB[[[B[FFF[[[BBBBBFFFBFFFB BB
BBFFFB BBB[[FFFFB BBBBFF[FFF[FB[BBBBBFBFFFBFFFB BBBBFFFB BB[FBFFFB BBBB
BBBFFFB BBBBFFFB BB[FFFFBFB BBBBFFFBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB
BFFFB BBBBFFFBFFB FF[B BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB
FFFFFB BBBBFFFBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBB
BB[FFFFB BBBBFFFB BBBB[FBFFFFFB[[BBBBFFFBFFFBFFFBFFFB FFF[BBB
FFFFB BBBF[[F[F[FFFF[F[[[FBF[[[FBF[F[FF[F[F[BFF[FFFFFFFFB BBBBFFFB BBBBFF
FBB[FBBBFFFBFFFBFFFBFFFBFFFBFF[[FFB[[[F[[[FBF[[F[[FF[[FBFF[F[[FF[[FF[[F
[[F[[[FBFFB[BFFFFFBFF[B[FFFF[FFF[F[[FF[F[[[F[B BBBBFFFBFFFB BBBBFFFB
FFFFFB[F[BBF[BBBBBFFFBFFFBFFFBFFFBFFFBFFFB BBBBFFFBFF[FF[FFFFB BBBB
BBFFFB BBBBFFFB[BFFFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB BBBBFFFB

```

Rules tersebut dihasilkan dari data sebanyak 623 data yang diambil dan dihitung selisih ketinggiannya dan diambil selisihnya untuk dijadikan rules/aturan.

**4.3.9 Pengujian L-system dengan Menggunakan Python Turtle**

Penentuan penggambaran L-systems dengan menggunakan python turtle :

- Masukan karakter F sebagai maju
- Masukan karakter B sebagai mundur

- Masukan karakter [ sebagai diam

Berdasarkan rules diatas, maka dengan menggunakan Python Turtle dapat dilakukan sebuah gambaran pertumbuhan tunas muda tersebut dalam bentuk 2 dimensi.

#### 4.3.10 Analisis L-system Kacang Kedelai

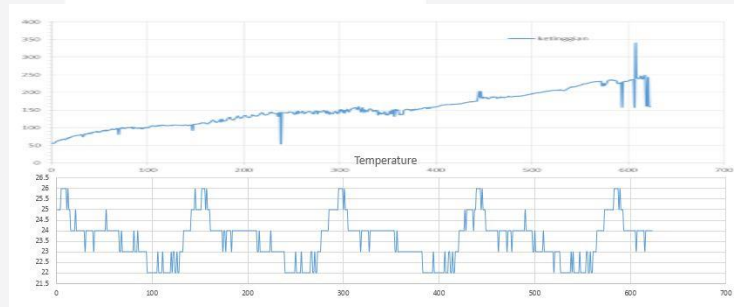
Setelah beberapa proses diatas dilakukan, maka hasil analisis L-system pada kacang kedelai adalah sebagai berikut :



- Kedelai terus meninggi setelah muncul Daun
- Pergerakan daun keatas mengikuti arah cahaya

Gambar 4.13 1 Fase Pertumbuhan Tunas Muda

Gambar diatas merupakan fase pertumbuhan tunas muda kacang kedelai, dimana terdapat 4 fase utama, yaitu perkembangan tunas, batang, tunas muda dan daun. Dimana ketika fase pertumbuhan daun, perkembangan cepat terjadi karena suda terdapat daun yang dapat melakukan proses fotosintesis.



Gambar 4.13 2 Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan Tunas Muda

Gambar diatas merupakan analisis pertumbuhan dengan temperature yang terdapat pada ruang penyimpanan. Dimana ketika suhu dibawah 24 derajat *celcius*, pertumbuhan melamban. Sedangkan ketika suhu berada di atas 24 derajat *celcius* maka pertumbuhan akan terjadi begitu cepat. Suhu 24 derajat *celcius* rata-rata berada pukul 14.00-00.00. hal ini mengakibatkan pada jam-jam tersebut, proses pertumbuhan tanaman mulai melamban.

Tumbuhan kacang kedelai mengalami pertumbuhan keatas ketika temperature diatas 24 derajat *celcius*. Temperature optimum untuk melakukan proses fotosintesis adalah pada suhu 25 derajat *celcius*

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan pembuatan rules L-systems dengan menggunakan algoritma SAD (*Sum of Absoluter Difference*) dan pixel movement adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa SAD (*Sum of Absoluter Difference*) dapat digunakan sebagai algoritma untuk mendapatkan sebuah aturan pertumbuhan, yaitu dengan cara membandingkan suatu gambar dengan gambar yang sebelumnya untuk mendeteksi sebuah pergerakan.
2. *L-systems* dapat menggambarkan pertumbuhan tunas muda kacang kedelai dengan menggunakan *rules* yang didapatkan dari proses SAD (*Sum of Absoluter Difference*).
3. Pada suhu dibawah 24 derajat celcius pertumbuhan tunas muda melamban, pada suhu diatas 24 derajat celcius pertumbuhan tunas muda berkembang dengan cepat. Suhu dibawah 24 derajat celcius rata-rata terdapat pada pukul 14.00 - 00.00.
4. Setelah tumbuh daun pada tunas muda pertumbuhan berkembang pesat, hal ini disebabkan oleh proses fotosintesis yang dilakukan oleh daun. Dimana cahaya yang disimpan pada ruangan adalah 52 lux (berasal dari 3 buah LED).

### 5.2 Saran

1. Objek yang diteliti bertambah, pergerakan ke samping pada batang dapat dideteksi dan dijadikan sebuah aturan pertumbuhan.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ditambahkan untuk menjadi bahan analisis. Seperti kelembaban dan jenis media penanaman yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prusinkiewicz, Przemyslaw dan Aristid Lindenmayer. 1990. *The Algorithmic Beauty of Plants*. Regina : Penerbit Springer Verlag.
- [2] Phancal,, S. Chirag. Upadhyay, Abhay B.2014. "*Depth Estimation Analysis Using Sum of Absolute Difference Algorithm*" L. D. College of Engineerin, Ahmedabad, India.
- [3] Przemyslaw Prusinkiewicz, Jim Hanan, Mark Hammel1 and Radomir Mech.2003. "*L-systems: from the Theory to Visual Models of Plants*". Department of Computer Science, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.
- [4] Sujjada, Alun. Rustanto, Dwi Angger.2010. "*Implementasi Deteksi Gerak Menggunakan Webcam pada Pengaturan Lampu Lalu Lintas Penyebrangan Jalan*". STT Atlas Nusantara Malang.
- [5] Ferhat Bozkurt, Mete Yağanoğlu, and Faruk Baturalp Günay. 2015. "*Effective Gaussian Blurring Process on Graphics Processing Unit with CUDA*". International Journal of Machine Learning and Computing, Vol. 5, No. 1.
- [6] Noor, S. C. 2011. "*Mengubah Citra Berwarna Menjadi Grayscale Dan Citra Biner*". Jurnal Teknologi Informasi Dinamik. Vol.16 No.1.
- [7] Prasetyo, E. 2011. "*Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*". Andi, Yogyakarta.
- [8] M Hafidh Fauzil, Prof.Ir.Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D. "*Implementasi Thresholding Citra Menggunakan Algoritma Hybrid Optimal Estimation*". Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya