

**KLASIFIKASI BERDASAR BENTUK DENGAN MENGGABUNGKAN  
2D MOMENT INVARIANT DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN  
STUDI KASUS DAUN TANAMAN ANGGREK**

**CLASSIFICATION BASED ON SHAPE USING COMBINATION OF  
2D MOMENT INVARIANT AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK  
CASE STUDY ORCHID LEAF PLANT**

**Nasirudin**

Program Studi S2 Ilmu Komputer  
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

[nasir.jogja@gmail.com](mailto:nasir.jogja@gmail.com)

**Agus Harjoko**

Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika  
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

[aharioko@ugm.ac.id](mailto:aharioko@ugm.ac.id)

**Intisari**

*Metode berbasis Moment Invariant maupun Jaringan Syaraf Tiruan bisa digunakan untuk klasifikasi bentuk secara individual. Proses klasifikasi bentuk ini masih mengalami perkembangan dan belum berakhir.*

*Penelitian ini mencoba menggabungkan kedua metode yaitu Moment Invariant dengan Jaringan Syaraf Tiruan untuk melakukan klasifikasi berdasarkan bentuk. Studi kasus dalam penelitian ini adalah daun tanaman anggrek. Model penggabungan yang dilakukan di dalam penelitian ini ada empat.*

*Penggunaan Moment Invariant untuk menguji sampel di dalam penelitian ini berhasil memberikan jawaban benar sebesar 85,71%. Metode Jaringan Syaraf Tiruan di dalam penelitian ini juga memberikan jawaban benar sebesar 70,05%. Empat metode baru secara berurutan menghasilkan tingkat kebenaran sebesar 84,79%, 86,18%, 70,51% dan 91,71%.*

**Kata Kunci:** *Moment Invariant, Jaringan Syaraf Tiruan, Penggabungan Metode Klasifikasi Bentuk, Daun Tanaman Anggrek.*

**Abstract**

*Moment Invariant Method or Artificial Neural Network can be used for shape classification individually. This shape classification process still growth and never end.*

*This research tried to combine both of Moment Invariant and Artificial Neural Network for classification based on shape. This research was using orchid leaf plant for the case. There were four combining model in this research.*

*Based on Moment Invariant got 85,71% correct answer for testing all samples in this research. Artificial Neural Network also get 70,05% correct answer. Four new methode got 84,79%, 86,18%, 70,51% and 91,71% correct answer.*

**Keywords:** *Moment Invariant, Artificial Neural Network, Shape Classification Combination Method, Orchid Leaf Plant.*

## 1. Pendahuluan

Proses klasifikasi ini berkaitan erat dengan ciri yang didapat dari sebuah obyek di dalam citra bersangkutan. Ciri tersebut didapatkan dengan melakukan ekstraksi dari obyek bersangkutan. Proses tersebut disebut sebagai ekstraksi ciri. Metode ekstraksi ciri sendiri terbagi menjadi empat kategori salah satunya berdasarkan bentuk.

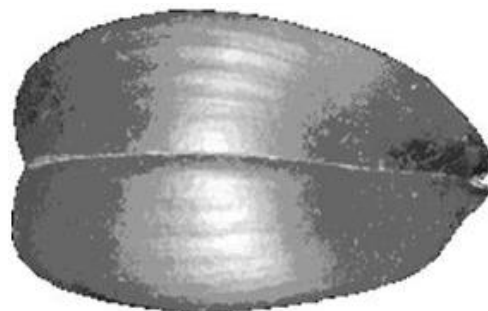
Salah satu metode ekstraksi ciri berdasarkan bentuk adalah metode berbasis *Moment Invariant*. *Moment Invariant* ini merupakan ciri yang tahan terhadap translasi, skalasi, rotasi dan pencerminan. Khusus untuk pencerminan, pada tujuh himpunan dari *Moment Invariant* ini, *Moment Invariant* yang ketujuh akan berubah tanda tetapi tidak berubah besarnya.

Dunia ilmu pengetahuan juga mengenal komputer yang bisa belajar dan berfikir layaknya manusia. Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah salah satu metode agar komputer bisa belajar dan berfikir layaknya manusia. JST merupakan sistem yang mengolah informasi memiliki karakteristik yang menyerupai jaringan syaraf biologis (Fausett, 1994).

Penelitian ini adalah melakukan penggabungan antara *Moment Invariant* dan JST. Penelitian ini akan menguji dan menganalisa secara mendalam terkait dengan ide penggabungan ini untuk studi kasus daun tanaman anggrek.

Bentuk daun pada tanaman anggrek dipilih sebagai obyek penelitian ini karena peneliti belum menemukan penelitian sebelumnya yang meneliti obyek bentuk daun anggrek. Daun tanaman anggrek yang dijadikan sebagai *input* berupa foto nyata daun.

Ada tiga kelas anggrek yang bisa hidup di Indonesia, yaitu *Phalaenopsis*, *Dendrobium* dan *Cattleya*. Tiga kelas anggrek tersebut bisa dibedakan berdasarkan bentuk daunnya.



**Gambar 1** Daun Anggrek dengan jenis *Phalaenopsis*

Menurut Setiawan dan Setiawan (2003) *Phalaenopsis* meskipun memiliki dua macam bentuk bunga yaitu bunga yang berbentuk bulat dan bunga yang

berbentuk *star*, keduanya memiliki bentuk daun yang sama. Daun jenis *Phalaenopsis* berbentuk membulat dan cenderung jatuh ke bawah karena daun tersebut tipis dibandingkan dengan jenis lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 2** Daun Anggrek dengan jenis *Dendrobium*

Sementara Darmono (2004) menjelaskan bahwa *Dendrobium* dan *Cattleya* memiliki daun yang sama lebar. *Dendrobium* termasuk golongan *monopodial* atau bertangkai satu. Tangkainya memiliki ruas-ruas. Untuk pemotretan daun jenis *Dendrobium* ini paling mudah dari samping. Gambarnya dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 3** Daun Anggrek dengan jenis *Cattleya*

Daun anggrek dengan jenis *Cattleya* merupakan daun tebal sehingga daun ini tegak berdiri ke atas. Tangkai daun ini tidak beruas-ruas. Bentuk daun untuk jenis *Cattleya* ini dapat dilihat pada gambar 3.

## 2. Tinjauan Pustaka

Bernard dkk. (2006) menyatakan bahwa kebanyakan metode analisis fMRI (*functional magnetic resonance imaging*) konvensional menciptakan data statistik untuk menentukan peluang dimana sebuah *voxel* yang sedang diaktifkan selama proses berlangsung yang mendasari perilaku proses tersebut. Untuk menggabungkan statistik dari fMRI dengan subyek, secara umum ada dua pendekatan. Pertama melibatkan otak sebagai masing-masing subyek tersendiri menjadi bentuk lembaran umum. Kedua, melibatkan penggambaran *Regions of Interest* (ROIs) untuk setiap subyeknya dan kemudian menguji properti statistik dari aktivasi dalam ROIs terhadap subyek.

Bernard dkk. mengusulkan sebuah metode baru untuk perubahan karakteristik distribusi spasial dalam statistik aktivasi fMRI di bawah kondisi percobaan yang berbeda. Teknik yang diusulkan, berdasarkan *3D Moment Invariant*, diterapkan pada fMRI data yang direkam dari delapan orang sehat dengan melakukan urutan jari internal maupun perekaman eksternal. Statistik aktivasi *voxel* berbasis dikarakterisasi di beberapa ROI, termasuk area motor tambahan (SMA/*Supplementary Motor Area*), serebelum, korteks motorik primer, korteks prefrontal, dan berekor. Memeriksa pola aktivasi dari daerah saraf saat menggunakan invariants 3D mengungkapkan bahwa pola-pola daerah aktivasi berbeda nyata selama tugas perekaman eksternal dan internal ketika dihitung di seluruh proses.

Perbedaannya adalah Bernard dkk. hanya menggunakan metode berbasis *Moment Invariant* saja tanpa menggabungkan dengan JST. Obyek yang diteliti juga berbeda yaitu Bernard dkk. melakukan analisis hasil dari fMRI sementara uji coba penelitian ini menggunakan foto daun. *Input* yang digunakan dalam penelitian Bernard dkk. ini dalam dimensi tiga sehingga datanya berupa *voxel*. Sedangkan persamaannya adalah sama-sama menggunakan *Moment Invariant* dan adanya proses segmentasi.

Chen dkk. (2005) mengusulkan sebuah metode baru *Local Moment Invariant Analysis* (LMIA) terhadap citra digital. Dengan memperhatikan latar belakang yang kontras, kondisi cahaya dan parameter kamera, metode yang diusulkan adalah invarian terhadap efek pencitraan utama berdasarkan model dari ciri transformasi citra digital.

Perbedaannya Chen dkk. menggunakan *Moment Invariant* tanpa menggabungkan dengan JST. Proses pencarian *Moment Invariant* yang

dilakukan Chen dkk. secara lokal bukan global. Sedangkan persamaannya adalah melibatkan *Moment Invariant* sebagai cirinya.

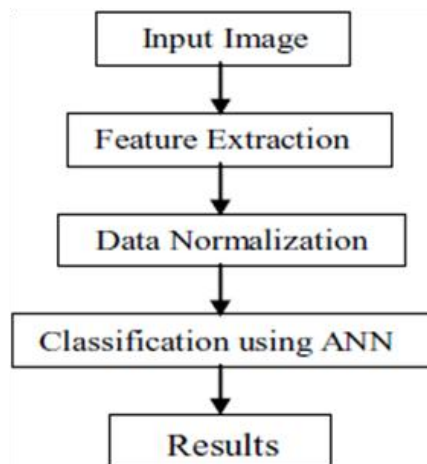
Li dkk. (2007) melakukan penelitian untuk pencarian berdasarkan konten objek tiga dimensi. Pada dasarnya, model tiga dimensi diekstraksi *Moment Invariant* sebagai ciri yang dimiliki oleh model tiga dimensi tersebut. Penelitian ini menggunakan *V-System Polynomials* untuk mendapatkan *Moment Invariant*.

Perbedaannya adalah bahwa Li dkk. menggunakan *input* tiga dimensi sehingga rumusan *Moment Invariant* pun berbeda dengan yang diteliti dimana yang diteliti menggunakan *input* dua dimensi. Persamaannya adalah melibatkan *Moment Invariant*.

Kumar dkk. (2007) melakukan penelitian yang bertujuan untuk menelusuri jalur serangga dengan menggunakan metode berbasis *Moment Invariant*. Ada empat kelompok yang akan dicari dalam deretan citra digital berurutan yaitu kepala, badan, ekor dan parasitoid.

Perbedaannya adalah bahwa Kumar dkk. hanya menggunakan *Moment Invariant* tanpa menggabungkan dengan JST. Persamaannya adalah *input* yang digunakan berupa dua dimensi, terdapat proses segmentasi meskipun bisa jadi pemrosesan awalnya berbeda.

Devendran dkk. (2007) melakukan klasifikasi terhadap *scene* yang berupa foto jalan. Konsep utama yang digunakan dengan menggabungkan *Moment Invariant* dengan JST. Alur metode yang digunakan oleh Devendran dkk. dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4** Alur proses Devendran dkk.

Perbedaannya adalah Devendran dkk. tidak melalui proses segmentasinya. Selain proses segmentasi, penelitian yang akan melakukan perbandingan antara metode penggabungan *Moment Invariant* dan JST dengan

masing-masing metode apabila tidak digabungkan. Perbedaan yang lain, Devendran dkk. menggunakan *Backpropagation* untuk JST-nya sementara di dalam penelitian ini menggunakan *Strictly Local Backpropagation*.

### 3. Landasan Teori

Menurut Gonzalez dan Woods (2008), citra digital bisa direpresentasikan dalam suatu array dua dimensi,  $f(x, y)$ , yang berisi  $M$  baris dan  $N$  kolom dimana  $(x, y)$  koordinat yang diskrit. Variabel  $x$  untuk citra digital  $M \times N$  memiliki wilayah antara 0 hingga  $M-1$  sementara variabel  $y$  memiliki wilayah antara 0 hingga  $N-1$ . Secara umum elemen pada koordinat  $(x, y)$  dilambangkan dengan  $f(x, y)$  dimana  $x$  dan  $y$  adalah bilangan bulat. Nilai dari  $f(x, y)$  menggambarkan intensitas pada pada koordinat  $(x, y)$ .

*Input* yang digunakan baik untuk metode sebelum penggabungan maupun setelah penggabungan berupa citra digital yang telah dilakukan pemrosesan awal yang sama.

Pemrosesan awal tersebut dilakukan untuk semua metode agar *input* yang digunakan benar-benar sama dan seimbang untuk menguji ke semua metode. Sementara metode yang akan diteliti di dalam penelitian ini adalah metode dengan menggabungkan antara *Moment Invariant* dengan JST.

*Moment Invariant* sesungguhnya memiliki banyak elemen. Himpunan tujuh elemen dari *Moment Invariant* akan digunakan di dalam penelitian ini. Ketujuh *Moment Invariant* tadi adalah sebagai berikut (Gonzalez dan Woods, 2008):

$$\begin{aligned}
 \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\
 \phi_2 &= \eta_{20} - \eta_{02} + 4\eta_{11}^2 \\
 \phi_3 &= \eta_{30} - 3\eta_{12} + \eta_{21} - \eta_{03} \\
 \phi_4 &= \eta_{30} + \eta_{12} + \eta_{21} + \eta_{03} \\
 \phi_5 &= \eta_{30} - 3\eta_{12} + \eta_{30} + \eta_{12} + \eta_{30} + \eta_{12} - 3\eta_{21} + 3\eta_{03} + \eta_{21} - \eta_{03} + \eta_{21} + \eta_{03} + \eta_{30} + \eta_{12} - \eta_{21} + \eta_{03} \dots \dots \dots (1) \\
 &\quad + \eta_{21} - \eta_{03} + \eta_{21} + \eta_{03} + \eta_{30} + \eta_{12} - \eta_{21} + \eta_{03} \\
 \phi_6 &= \eta_{20} - \eta_{02} + \eta_{30} + \eta_{12} - \eta_{21} + \eta_{03} + 4\eta_{11} + \eta_{30} + \eta_{12} + \eta_{21} + \eta_{03} \\
 \phi_7 &= \eta_{21} - \eta_{03} + \eta_{30} + \eta_{12} + \eta_{30} + \eta_{12} - 3\eta_{21} + \eta_{03} + \eta_{21} - \eta_{03} + \eta_{21} + \eta_{03} + \eta_{30} + \eta_{12} - \eta_{21} + \eta_{03}
 \end{aligned}$$

Rumus (1) memuat fungsi *normalized central moments* yang dilambangkan dengan  $\eta_{pq}$ . Fungsi ini dapat dihitung menggunakan rumus (2).

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^\gamma} \dots\dots\dots(2)$$

Nilai  $\gamma$  pada rumus (2) diperoleh dengan menggunakan rumus (3).

$$\gamma = \frac{p + q}{2} + 1 \dots\dots\dots(3)$$

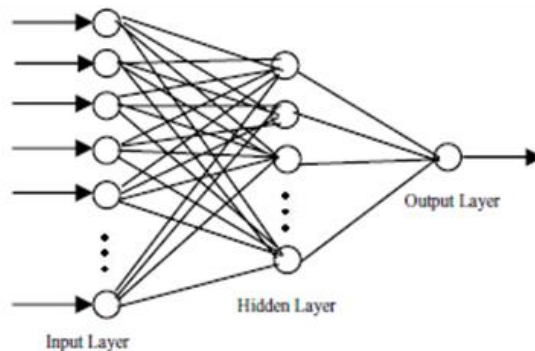
Sementara  $\mu_{pq}$  sendiri adalah *central moment* yang diperoleh dengan hitungan di rumus (4).

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \dots\dots\dots(4)$$

Rumus (4) memuat  $\bar{x}$  dan  $\bar{y}$  dengan  $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ ,  $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$  dan  $f(x, y)$  adalah nilai intensitas pada citra di posisi  $(x, y)$ . Rumus (4) juga memuat *moment of order* yang dilambangkan dengan  $m_{pq}$ . *Moment of order* sendiri diperoleh dengan perhitungan sesuai rumus (5).

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x, y) \dots\dots\dots(5)$$

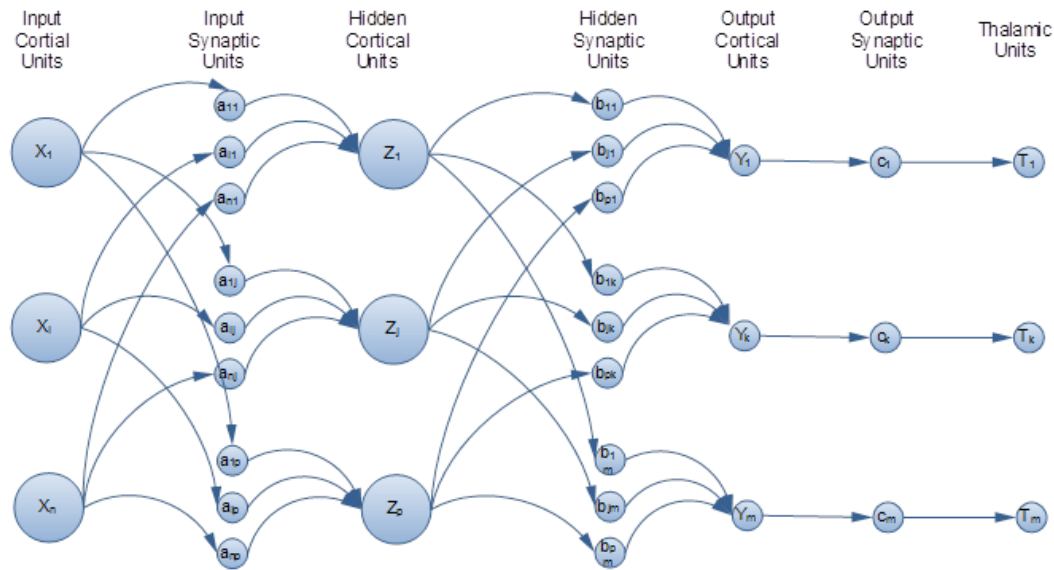
Proses belajar di dalam JST sering disebut sebagai proses *training* (pelatihan). Proses penggunaannya sering disebut sebagai pengujian. JST ini memiliki arsitektur yang menyerupai jaringan syaraf biologi. Contoh sederhana arsitektur JST bisa dilihat dalam gambar 5.



**Gambar 5** Arsitektur sederhana sebuah jaringan saraf tiruan

JST memiliki berbagai macam algoritma. Salah satu algoritma adalah *backpropagation*.

Fausett (1994) melakukan modifikasi terhadap *backpropagation* ini dengan sebutan *Strictly Local Backpropagation*. JST dalam *backpropagation* modifikasian ini dapat dipandang memiliki tiga jenis unit yaitu *cortical*, *synaptic* dan *thalamic*. Arsitektur dari *Strictly Local Backpropagation* ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Arsitektur *Strictly Local Backpropagation*

## 4. Metode dan Rancangan Sistem

### 4.1 Deskripsi Sistem

Dalam penelitian ini dibuat sebuah program yang mampu menyelesaikan tujuan dari penelitian yaitu mengetahui apakah penggabungan metode antara *Moment Invariant* dan jaringan syaraf tiruan bisa memberikan hasil yang lebih baik daripada jika keduanya tidak digabungkan untuk melakukan klasifikasi daun anggrek.

Citra daun anggrek diperoleh dari foto daun anggrek yang telah diolah sehingga hanya didapatkan di dalam citra tersebut berupa daunnya saja. Program mampu menyimpan data-data pengetahuan dengan diberikan *input* beberapa sampel daun anggrek beserta jenisnya. Sampel yang tersimpan tidak hanya berupa foto daun anggrek dan jenisnya akan tetapi juga ciri dalam hal ini adalah nilai *Moment Invariant*.

Program juga memiliki dua JST. JST yang pertama mampu dilatih dengan *input* berupa sampel foto daun anggrek yang tersimpan di dalam basis data



pengetahuan. JST yang kedua mampu dilatih dengan *input* berupa nilai *Moment Invariant* yang juga telah tersimpan di dalam basis data pengetahuan.

Program yang dibuat juga mampu melakukan pengujian dengan data sampel daun anggrek. Pengujian dilakukan dengan tiga buah metode yaitu metode yang hanya menerapkan kedekatan nilai *Moment Invariant* yang merupakan ciri dari obyek daun anggrek, metode yang hanya menggunakan JST dengan *input* langsung berupa foto daun anggrek dan yang terakhir adalah penggabungan keduanya. Khusus metode penggabungan di dalam program dibuat beberapa model penggabungan. Model penggabungan pertama nilai *Moment Invariant* dijadikan *input* di dalam JST. Model penggabungan kedua dengan melihat tingkat keyakinan antara yang *Moment Invariant* saja atau JST saja, di antara keduanya yang paling tinggi tingkat keyakinannya yang digunakan. Model yang ketiga adalah mengkombinasikan antara kedekatan nilai *Moment Invariant*, JST dengan *input* citra dan JST dengan *input Moment Invariant* dengan aturan sebagai berikut:

- a. Jika hasil dari kedekatan nilai *Moment Invariant* dan JST dengan *input* citra adalah sama maka hasil dari JST dengan *input Moment Invariant* diabaikan. Tingkat kepercayaan dihitung dengan rata-rata tingkat kepercayaan yang digunakan.
- b. Jika poin a tidak memenuhi dan jika tingkat keyakinan JST dengan *input Moment Invariant* kurang dari 50% maka dipilih di antara hasil dari kedekatan nilai *Moment Invariant* dan hasil JST dengan *input* citra mana yang terbaik dengan membandingkan tingkat kepercayaannya. Aturannya jika tingkat keyakinan kedekatan nilai *Moment Invariant* ditambah dengan JST dengan *input* nilai *Moment Invariant*, maka hasil dari kedekatan nilai *Moment Invariant* yang digunakan, apabila tidak maka yang digunakan adalah hasil dari JST dengan *input* citra digital.

Model penggabungan keempat adalah mencari tingkat keyakinan tertinggi dari lima metode sebelumnya yaitu metode berbasis *Moment Invariant*, JST dengan menggunakan *Strictly Local Backpropagation* dan tiga model penggabungan sebelumnya.

Program yang dibuat mampu mencatat seluruh proses pengujian metode ke dalam basis data. Program juga mampu melakukan perhitungan kebenaran pengujian untuk setiap metode yang diuji. Cara program mengetahui apakah

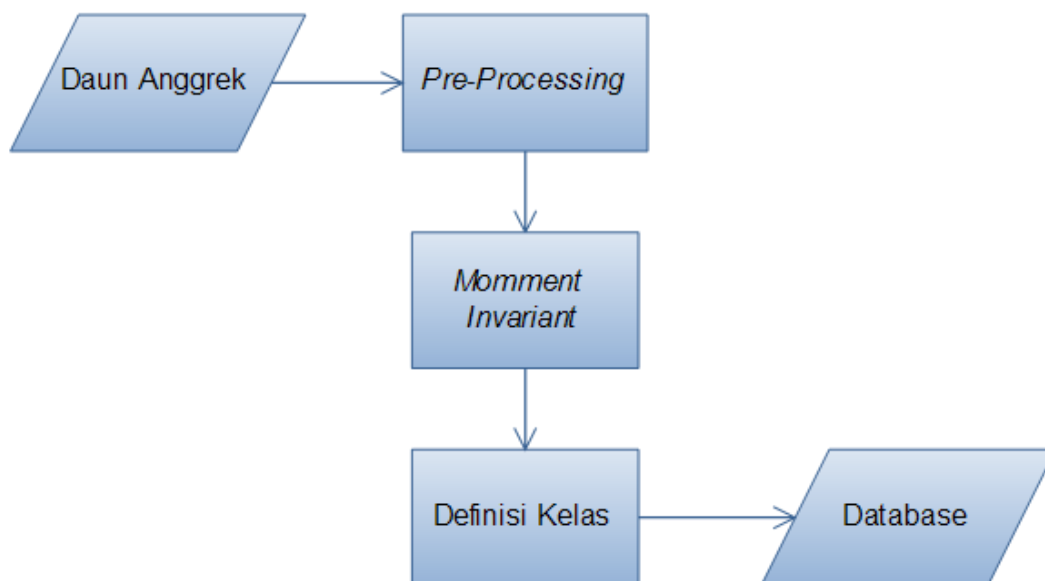
jawaban suatu metode itu benar atau tidak cukup dengan membandingkan hasil dari metode tersebut dengan jawaban benar yang di-*input*-kan saat pengujian.

## 4.2 Pemrosesan

Proses yang terjadi di dalam penelitian ini ada dua kelompok besar yaitu proses terkait dengan pembelajaran dan proses terkait dengan pengujian. Penelitian ini terdiri dari enam metode yang diuji di mana empat metode adalah metode yang dirancang penulis.

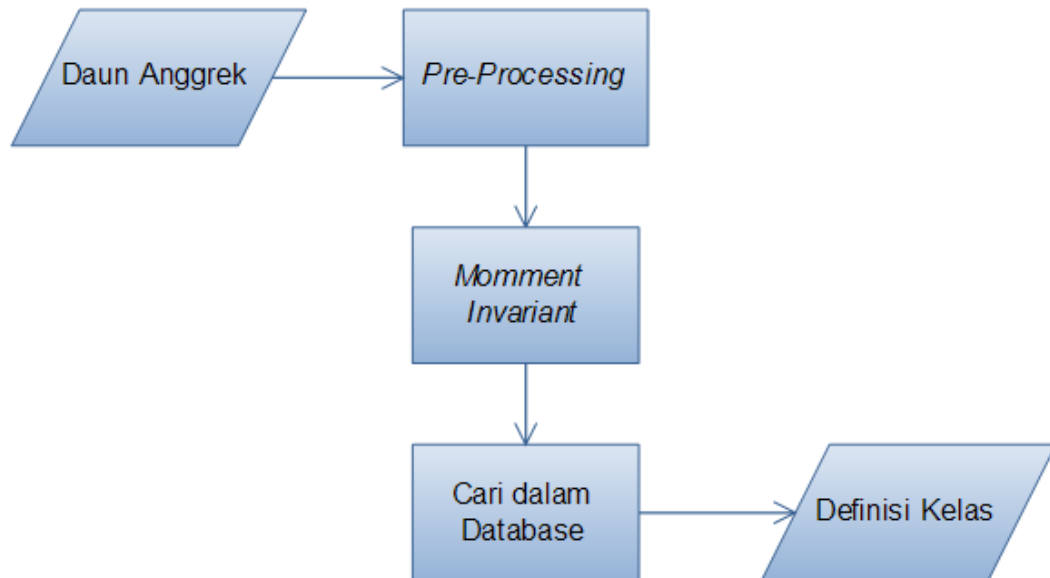
Obyek berupa daun tanaman anggrek mengalami tahap pemrosesan awal sebelum bisa dikenakan keenam metode tersebut. Pemrosesan awal di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Proses akuisisi dalam hal ini adalah pemotretan obyek. Proses ini dilakukan dengan menggunakan kamera digital sehingga secara langsung tersimpan ke dalam *file* dengan format JPEG.
- Proses berikutnya adalah proses segmentasi yaitu memisahkan obyek yang akan diteliti dari obyek lainnya. Hasil dari proses ini adalah dalam satu citra digital hanya ada satu obyek daun. Proses ini dilakukan dengan *tool* yang sudah tersedia.
- Memastikan bahwa citra digital berupa *gray level* dengan tingkat kedalaman 8 bit. Proses ini dilakukan oleh program yang dibuat.
- Mengubah ukuran obyek dengan ukuran maksimal 8 x 8 *pixel* secara proporsional. Proses ini dilakukan oleh program yang dibuat.



**Gambar 7** Metode pembelajaran berbasis *Moment Invariant*

Gambar 7 menunjukkan proses pembelajaran dan gambar 8 sebagai alur pengujian untuk metode berbasis *Moment Invariant*. Proses yang terjadi pada metode pembelajaran, hasil pemrosesan awal kemudian didefinisikan oleh peneliti tentang klasifikasi dari citra tersebut baru kemudian dimasukkan ke dalam basis data beserta ciri yang didapatkan.



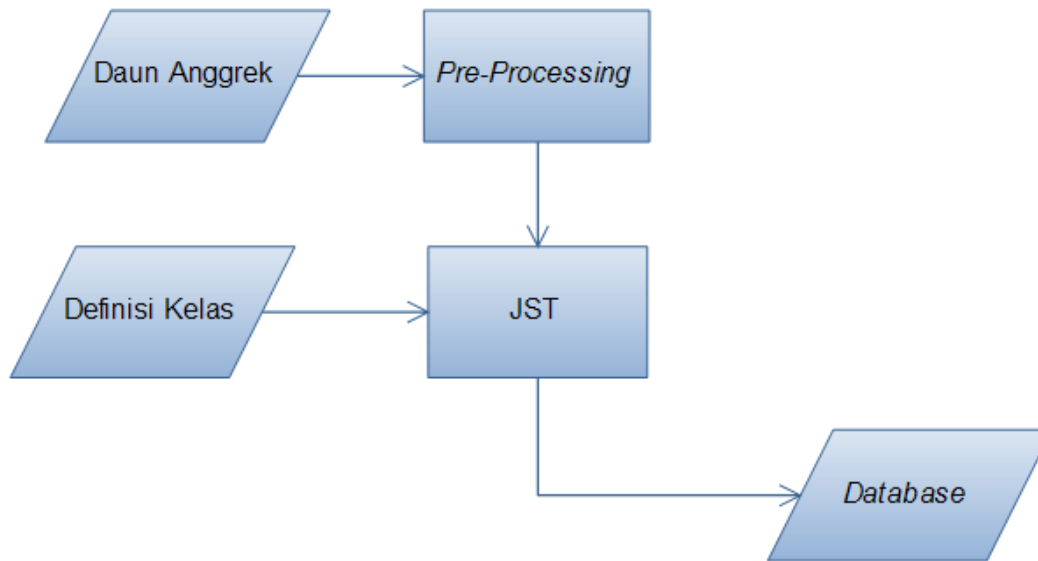
**Gambar 8** Metode pengujian dengan *Moment Invariant*

Proses yang terjadi pada metode pengujian, ciri yang diperoleh dicari ke dalam basis data, mana yang paling mirip. Klasifikasi yang paling mirip kemudian disajikan sebagai *output* definisi kelas.

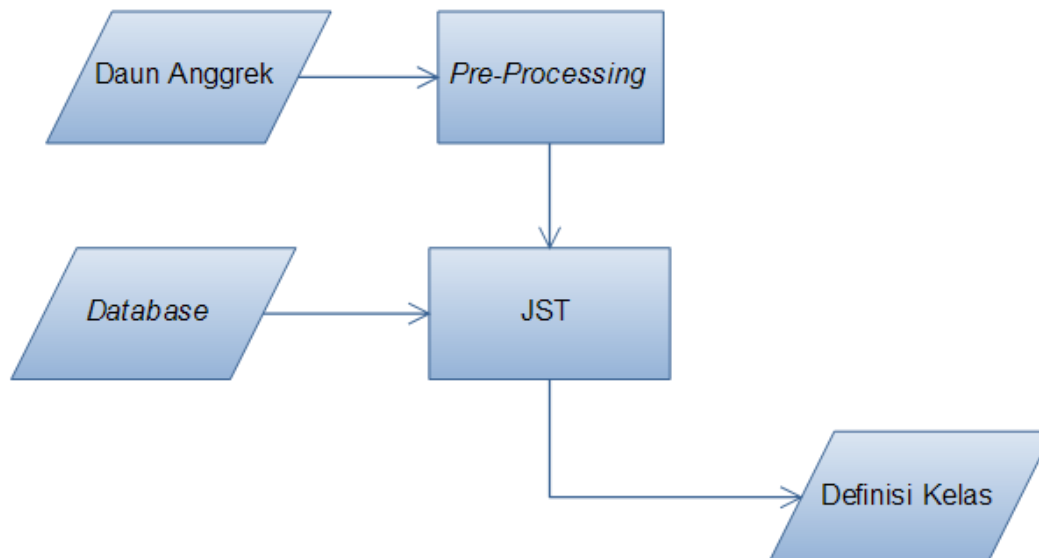
Proses yang terjadi menggunakan JST dapat dilihat pada gambar 9 sebagai pelatihannya dan gambar 10 sebagai pengujianya. Pada dasarnya, input dan pemrosesan awal sama antara JST maupun *Moment Invariant*. Hasil dari pemrosesan awal berupa nilai *pixel* untuk citra berukuran 8 x 8 *pixel* sehingga terdapat 64 nilai. Keseluruhan nilai tersebut kemudian digabungkan dengan informasi definisi kelas dan diajarkan kepada JST yang sudah dibuat.

Alur metode menggunakan JST ini tentu dilakukan dengan melakukan pemrosesan awal untuk seluruh citra digital yang mewakili kelas yang ada. Data bilangan dan klasifikasi yang ada kemudian digunakan sebagai dasar pelatihan.

Pengujian menggunakan JST lebih sederhana daripada saat pembelajarannya. Hasil pemrosesan awal langsung dimasukkan ke dalam JST yang telah memuat data pelatihan dari dalam *database*. Setelah diproses menggunakan JST ini kemudian diperoleh definisi kelas yang diharapkan.



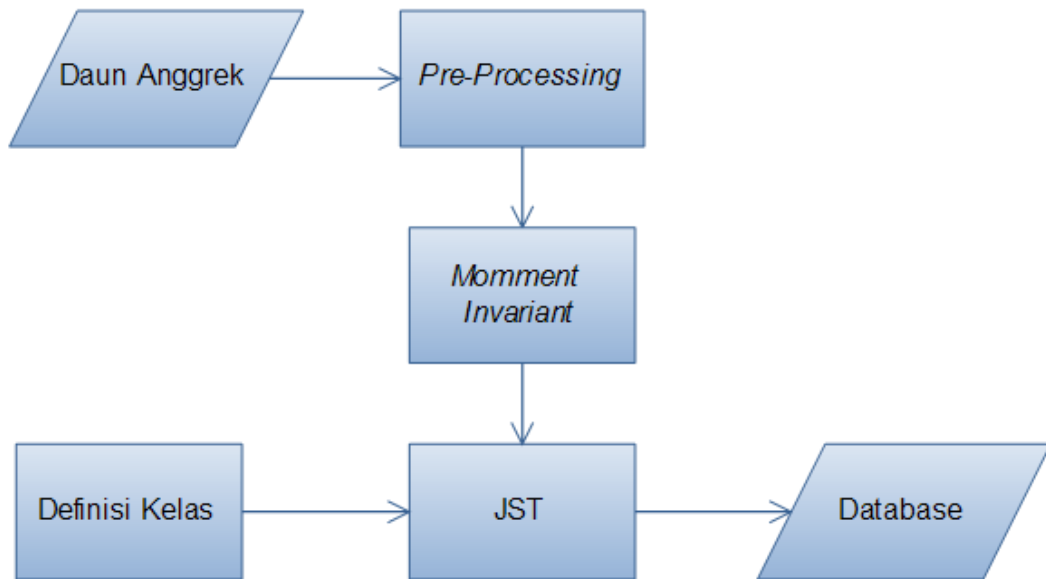
**Gambar 9** Metode pembelajaran dengan Jaringan Syaraf Tiruan



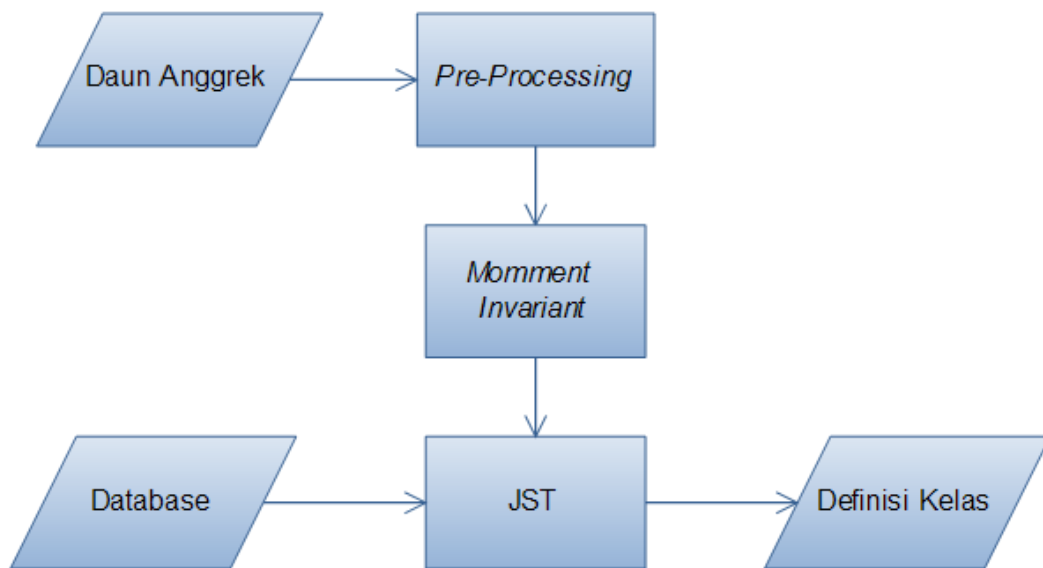
**Gambar 10** Metode pengujian dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Penggabungan antara *Moment Invariant* dan JST menggunakan *Strictly Local Backpropagation* ada empat metode. Metode yang pertama adalah metode penggabungan dengan *Moment Invariant* sebagai input JST. Alur penggabungan antara JST dan *Moment Invariant* dengan *Moment Invariant* sebagai input JST dapat dilihat di gambar 11 dan gambar 12. Gambar 11 menunjukkan alur pembelajarannya, sementara gambar 12 menunjukkan alur pengujiannya.

Metode pengujiannya dengan menginputkan nilai-nilai *Moment Invariant* yang didapat ke dalam JST. Keluaran dari JST ini adalah hasil klasifikasi input sebelumnya. Nilai-nilai *Moment Invariant* didapatkan dari citra digital yang telah di-*preprocessing* kemudian dicari nilai-nilai *Moment Invariant*-nya.

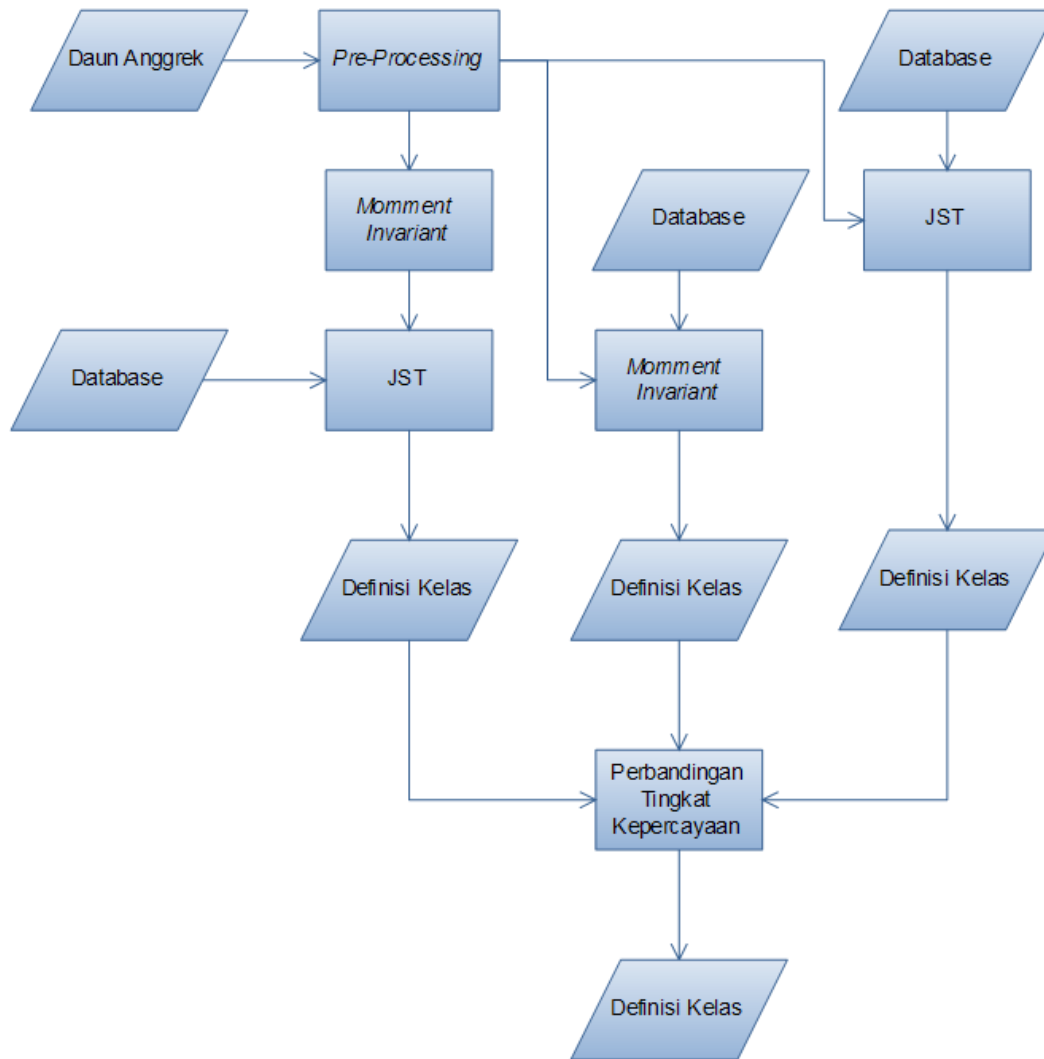


**Gambar 11** Pembelajaran metode penggabungan dengan *Moment Invariant* sebagai input JST



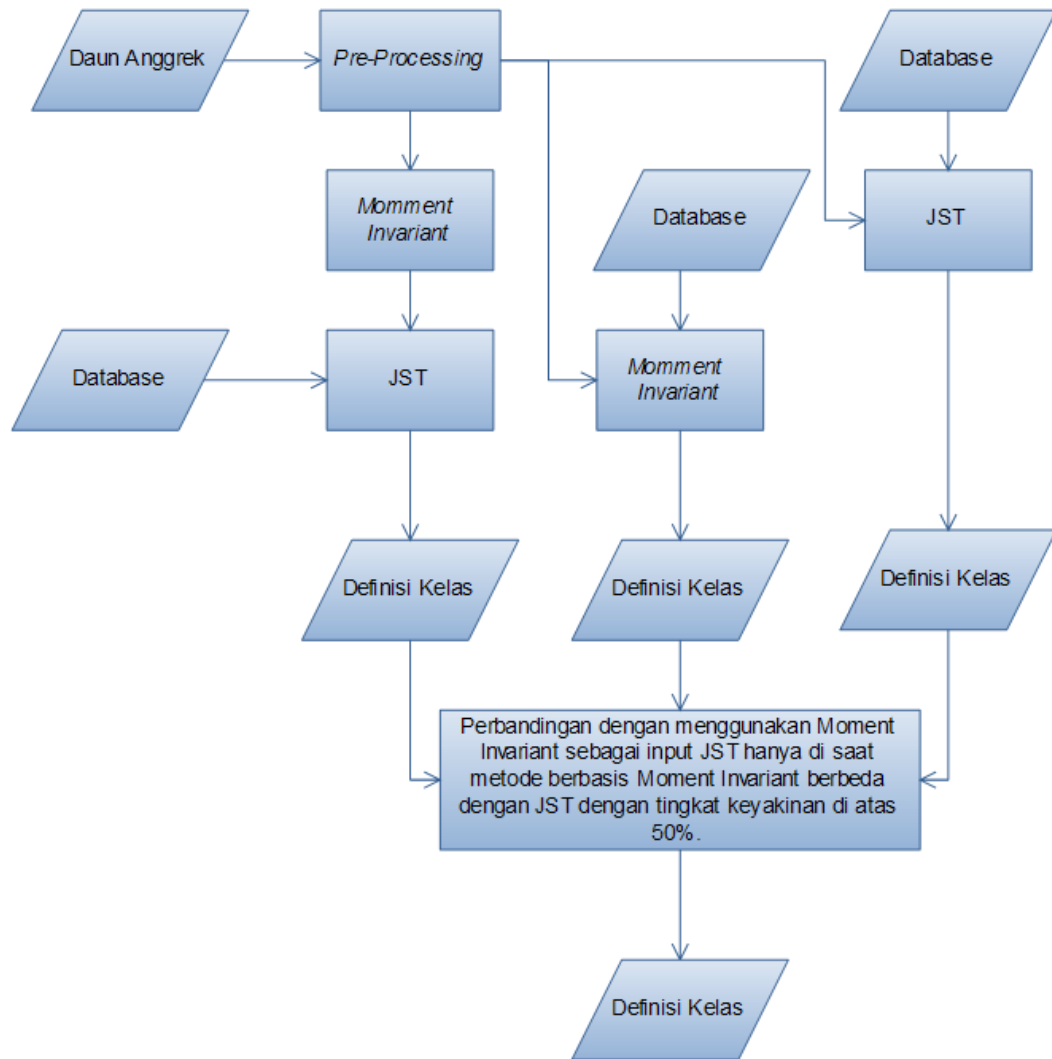
**Gambar 12** Pengujian metode penggabungan dengan *Moment Invariant* sebagai input JST

Metode penggabungan yang kedua adalah metode penggabungan dengan mengambil tingkat kepercayaan tertinggi antara berbasis *Moment Invariant*, JST dan *Moment Invariant* sebagai input JST. Proses pelatihan pada metode ini menggunakan proses yang digambarkan pada gambar 7, gambar 9 dan gambar 11. Ketiga proses tersebut dijadikan sebagai proses pelatihan untuk metode ini. Proses pengujian untuk metode ini dapat diilustrasikan dengan gambar 13.



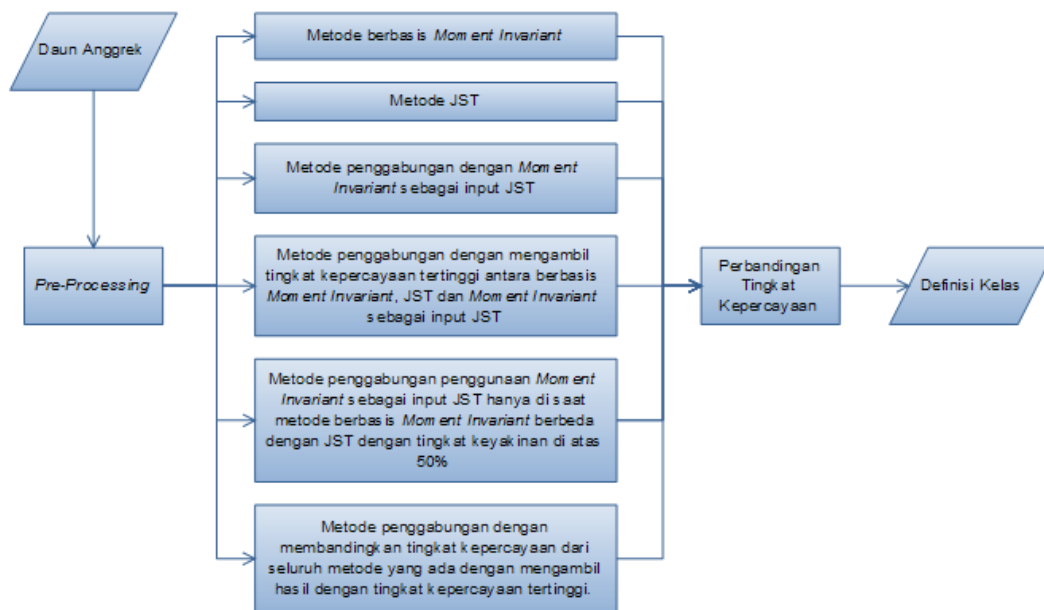
**Gambar 13** Pengujian terhadap metode penggabungan dengan mengambil tingkat kepercayaan tertinggi antara berbasis *Moment Invariant*, JST dan *Moment Invariant* sebagai input JST

Metode penggabungan yang ketiga adalah metode penggabungan penggunaan *Moment Invariant* sebagai input JST hanya di saat metode berbasis *Moment Invariant* berbeda dengan JST dengan tingkat keyakinan di atas 50%. Metode penggabungan penggunaan *Moment Invariant* sebagai input JST hanya di saat metode berbasis *Moment Invariant* berbeda dengan JST dengan tingkat keyakinan di atas 50% diilustrasikan dalam gambar 14.



**Gambar 14** Pengujian terhadap metode penggabungan penggunaan *Moment Invariant* sebagai *input* JST hanya di saat metode berbasis *Moment Invariant* berbeda dengan JST dengan tingkat keyakinan di atas 50%

Metode penggabungan keempat adalah metode penggabungan dengan membandingkan tingkat kepercayaan dari seluruh metode yang ada dengan mengambil hasil dengan tingkat kepercayaan tertinggi. Mulai dari metode berbasis *Moment Invariant*, JST, penggabungan dengan *Moment Invariant* sebagai *input* JST, penggabungan dengan mengambil tingkat kepercayaan tertinggi antara berbasis *Moment Invariant*, JST dan *Moment Invariant* sebagai *input* JST, penggabungan penggunaan *Moment Invariant* sebagai *input* JST hanya di saat metode berbasis *Moment Invariant* berbeda dengan JST dengan tingkat keyakinan di atas 50% dicari tingkat kepercayaan yang paling tinggi. Tingkat kepercayaan tertinggi tersebut sebagai penentu jawabannya. Alur dari proses ini diilustrasikan pada gambar 15.



**Gambar 15** Pengujian terhadap metode penggabungan dengan membandingkan tingkat kepercayaan dari seluruh metode yang ada dengan mengambil hasil dengan tingkat kepercayaan tertinggi

## 5. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada penelitian ini menggunakan 11 sampel yang digunakan sebagai pengetahuan dan 217 sampel yang digunakan untuk pengujian. Seluruh sampel diambil secara *convenience sampling* dari petani anggrek yaitu mengambil setiap obyek yang ditemui.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian metode. Metode yang menggunakan *Moment Invariant* memiliki persentase kebenaran sebesar 85,71%. Metode yang menggunakan JST juga memiliki persentase kebenaran sebesar 70,05% dengan kombinasi data yang benar berbeda dengan berbasis *Moment Invariant*.

Metode penggabungan dengan *Moment Invariant* sebagai *input* JST hanya memiliki kebenaran sebesar 84,79%. Metode penggabungan dengan mengambil tingkat kepercayaan tertinggi antara berbasis *Moment Invariant*, JST dan *Moment Invariant* sebagai *input* JST memiliki kebenaran sebesar 86,18%.

Metode penggabungan penggunaan *Moment Invariant* sebagai *input* JST hanya di saat metode berbasis *Moment Invariant* berbeda dengan JST dengan tingkat keyakinan di atas 50% menghasilkan persentase yang tidak lebih tinggi dibanding dengan *Moment Invariant* maupun JST yaitu 70,51%.



Tabel 1 Statistik kebenaran metode

Asli		Gabungan				Jumlah
Berbasis MI	JST	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	
T	T	T	T	T	T	111
T	T	F	T	T	T	8
T	T	F	F	T	T	11
T	F	T	T	F	T	47
T	F	T	F	F	F	5
T	F	F	T	T	T	1
T	F	F	T	F	T	1
T	F	F	F	F	F	2
F	T	T	T	T	T	16
F	T	T	F	T	T	1
F	T	F	T	T	T	2
F	T	F	F	T	T	1
F	T	F	F	T	F	2
F	F	T	T	F	F	1
F	F	T	F	F	F	3
F	F	F	F	F	F	5
<b>186</b>	<b>152</b>	<b>184</b>	<b>187</b>	<b>153</b>	<b>199</b>	<b>217</b>
<b>85,71%</b>	<b>70,05%</b>	<b>84,79%</b>	<b>86,18%</b>	<b>70,51%</b>	<b>91,71%</b>	<b>100,00%</b>

Metode terakhir adalah pengembangan dari metode-metode penggabungan sebelumnya. Metode penggabungan dengan membandingkan tingkat kepercayaan dari seluruh metode yang ada dengan mengambil hasil dengan tingkat kepercayaan tertinggi menghasilkan data yang lebih baik daripada metode lain yang digunakan di dalam penelitian ini. Dari sisi persentase, metode ini menghasilkan 91,71% benar.

## 6. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menghasilkan bahwa gabungan metode berbasis *Moment Invariant* dan JST di dalam penelitian ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode berbasis *Moment Invariant* dan metode yang menggunakan JST.

Setelah berhasil melakukan penelitian ini ada beberapa hal yang bisa penulis sarankan. Beberapa saran dari penulis adalah:

1. Penelitian ini menunjukkan 91,71% berhasil untuk sampel yang telah diambil untuk obyek berupa daun tanaman anggrek. Penelitian selanjutnya bisa melakukan penelitian dengan obyek yang berbeda.
2. Meskipun metode penggabungan dengan membandingkan tingkat kepercayaan dari seluruh metode yang ada dengan mengambil hasil dengan tingkat kepercayaan tertinggi merupakan terbaik di antara yang

- ada, namun dari sudut pandang penulis masih terlihat kurang efektif. Penelitian berikutnya bisa mencari cara bagaimana agar proses tersebut bisa lebih efektif namun tetap menghasilkan nilai yang baik.
3. Metode penggabungan yang dilakukan untuk klasifikasi bentuk yaitu menggunakan *Moment Invariant* dan JST dengan arsitektur *Strictly Local Backpropagation*, penelitian berikutnya bisa menggabungkan dengan arsitektur lain dari JST yang ada.
  4. Penelitian berikutnya bisa juga menggabungkan dengan metode lain selain *Moment Invariant* atau JST untuk klasifikasi bentuk.

### Daftar Pustaka

- Bernard, N., Abugharbieh, R., Huang, X. dan Keown, M.J.M., 2006, *Characterizing fMRI Activations within Regions of Interest (ROIs) Using 3D Moment Invariants*, Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, IEEE Computer Society, Washington, DC.
- Chen, Y., Zhang, M., Lu, P. dan Wang, Y., 2005, *Local Moment Invariant Analysis*, Proceedings of the Computer Graphics, Imaging and Vision: New Trends, IEEE Computer Society, Washington, DC.
- Darmono, D.W., 2004, *Permasalahan Anggrek dan Solusinya*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Devendran, V., Thiagarajan, H., Santra, A. K., 2007, *Scene Categorization using Invariant Moments and Neural Networks*, International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications, IEEE Computer Society.
- Fausett, D. W., 1990, *Strictly Local Backpropagation*, International Joint Conference on Neural Networks, San Diego, CA, III: 125 - 13
- Fausett, L., 1994, *Fundamentals of Neural Network: Architectures, Algorithms, and Applications*, Prentice Hall, New Jersey.
- Gonzalez, R.C. dan Woods, R.E, 2008, *Digital Image Processing Third Edition*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Kumar, N. R., Janakiraman, T. N., Thiagarajan, H., Subaharan, K., 2007, *Automated Motion Tracking of Insects using Invariant Moments in Image Sequence*, International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications, IEEE Computer Society.
- Li, Z., Men, X., Liu, Y. dan Li, H., 2007, *3D Model Retrieval Based on V System Rotation Invariant Moment*, Third International Conference on Natural Computation, IEEE Computer Society.
- Setiawan, H. dan Setiawan, L., 2003, *Merawat Phalaenopsis*, Penebar Swadaya, Jakarta.