

Rancang Bangun *Prototype* Ciri Citra Kulit Luar Kayu Tanaman Karet menggunakan Metode *Virtual Center Of Gravity*

Arief Bramanto W.P., Sholeh Hadi Pramono, Agus Naba

Abstrak – Citra digital kulit kayu tanaman karet memiliki tingkat kerapatan intensitas yang tinggi. Pola suatu citra dapat dikenali melalui proses analisis ciri. Ekstraksi ciri yang merupakan salah satu proses analisis ciri pada penelitian ini menggunakan metode *Virtual Center Of Gravity* (VCG) dengan segmentasi citra berbasis warna abu-abu (*Gray Base*) dan warna hitam putih (*Contour Base*). *Prototype* ciri yang dibangun berasal dari 3 (tiga) data citra yang telah melalui proses pemilihan data terbaik (*best sample selection*) sebagai proses pelatihan dengan menggunakan teknik *coefficient correlation*. Keputusan yang diharapkan adalah sebuah model klasifikasi usia produktifitas tanaman karet dengan menguji berbagai data citra uji terhadap *prototype* ciri dengan menggunakan pengukuran kemiripan dan jarak (*similarity measurement*). *Performance* dari pengujian ini menggunakan pengukuran tingkat kesalahan (*error analysis rate*) dan pengukuran keberhasilan penentuan klasifikasi (*Accuracy*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari maksimal 18 data pengujian yang terbagi menjadi maksimal 6 data *valid image* dan 12 data *forgery image*, dengan variasi pengujian sebanyak 5 kali pada setiap kategori diperoleh tingkat *Accuracy* terendah sebesar 77.78% dan tertinggi sebesar 85.19%.

Kata Kunci — *Performance, Prototype* ciri, *Segmentation Gray Base & Contour Base, Similarity measurement, Virtual Center of Grafity*.

I. PENDAHULUAN

PENGAMATAN kulit kayu dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dengan menggunakan *loupe* perbesaran 8 kali, meliputi warna kulit kayu, tekstur, ketebalan dan penampakan bidang lintang sedangkan pengamatan secara mikroskopis hanya meliputi dimensi serat (panjang, diameter serat, lumen dan ketebalan dinding serat) [1]. Pembentukan dan kecepatan kerusakan pada permukaan luar. Lapisan *floem* sekunder yang mengelupas berupa lembaran atau sisik. Bila belum rusak lapisan tersebut akan menumpuk, sedangkan keliling pohon bertambah terus maka akan terbentuk alur-alur yang merupakan ciri khas kulit pada sebagian besar pohon. Pecahnya sel-sel tersebut menyebabkan

Arief Bramanto Wicaksono Putra adalah Dosen Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Samarinda dan Mahasiswa Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang(email: ariefbram@gmail.com)

Sholeh Hadi Pramono adalah Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas BrawijayaMalang (email: sholeh_hp@ub.ac.id dan sholehpramono@gmail.com)

Agus Naba. adalah Dosen Fisika, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang (email: anaba@ub.ac.id)

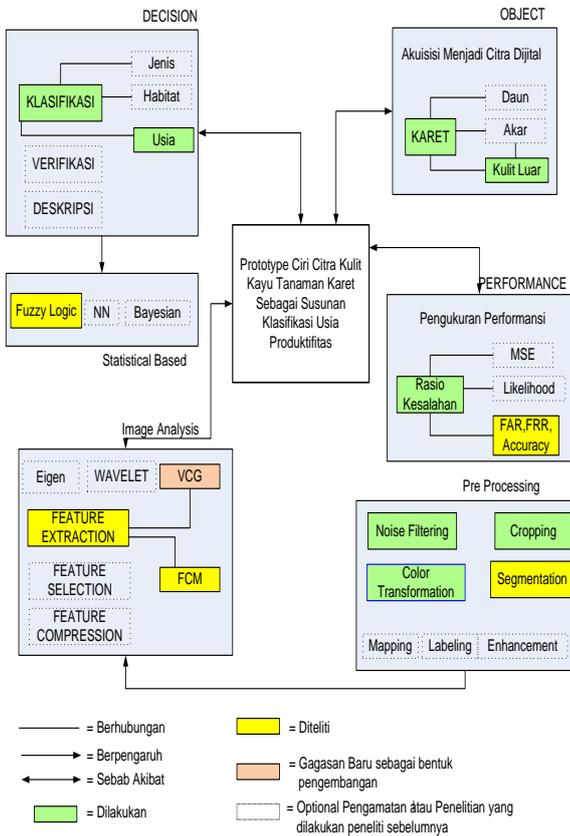
permukaan kulit kayu menjadi kasar dan membentuk alur-alur spesifik [2]. Pola adalah suatu entitas yang samar yang dapat diberi nama seperti : citra sidik jari, tulisan tangan, sinyal suara, wajah, urutan DNA, dan lain-lain. Fitur adalah atribut dari pola yang mendeskripsikan ciri-ciri pola dalam berbagai entitas tergantung dari polanya. Umumnya, fitur dari suatu pola digital adalah berupa lebar atau tinggi obyek, intensitas warna, dan lain-lain. Fitur juga dapat berupa sekumpulan pengukuran secara statistik dari *pixel-pixel* yang ada yang dapat didasarkan pada posisi *pixel*, warna *pixel*, jarak antar *pixel*, dan lain-lain [3]. Konsep dasar segmentasi citra dibagi beberapa orientasi, yaitu *contour oriented, pixel oriented, region oriented, color oriented* dan kombinasi diantaranya. Pada proses segmentasi citra berdasarkan klasifikasi, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengumpulkan segmentasi ke dalam area homogen dan informasi spektrum yang sama untuk mengkluster citra menjadi tiga bagian dengan menggunakan pengukuran kemiripan matriks *euclidean distance* [4]

Berdasarkan acuan penelitian yang berkaitan tentang klasifikasi dan konsep segmentasi, maka pada penelitian ini dilakukan beberapa hal sebagai berikut; tahap pertama melakukan proses pemilihan data latih terbaik (*best sampling*) dengan tujuan data yang diperoleh adalah data terbaik berdasar uji kemiripan. Tahap kedua adalah proses segmentasi menggunakan kombinasi *color based* dan *contour based*. Selanjutnya pada tahap ketiga melakukan ekstraksi ciri, metode yang digunakan adalah *Virtual Center Of Gravity* (VCG). Hasil yang diharapkan adalah sebuah keputusan untuk membentuk susunan klasifikasi usia produktifitas pada tanaman karet yang diuji dengan menggunakan metode unjuk kerja *False Acceptance Rate* dan *False Rejected Rate* sebagai pengukuran tingkat kesalahan.

Manfaat dari penelitian ini adalah inovasi dari algoritma ekstraksi fitur yaitu mengkombinasikan algoritma ekstraksi fitur warna dan fitur kontur dan *Prototype* yang dibangun dapat dipergunakan untuk objek citra yang lain untuk menghasilkan keputusan yang berbeda

Ruang lingkup pengolahan citra dan model pengenalan pola berbasis statistik merupakan landasan deduktif dalam membangun sebuah kerangka konsep penelitian yang menjelaskan proses data empiris tanaman karet yang terdiri dari daun, akar, dan kulit luar maka dalam penelitian ini memilih kulit luar sebagai

objek yang akan diamati dengan bentuk citra digital. Penelitian secara eksperimen dengan kajian simulatif dilakukan pada bagian segmentasi di tahapan *pre processing*, bagian ekstraksi fitur di tahapan *image analysis*, dan bagian klasifikasi menggunakan *fuzzy logic* di tahapan *decision*. Gagasan baru coba diutarakan dalam penelitian ini yang diletakan pada metode ekstraksi fitur yaitu VCG (*Virtual Center Of Gravity*). Kerangka Konsep penelitian ini disajikan dalam Gambar 1



Gambar 1. Kerangka Konsep

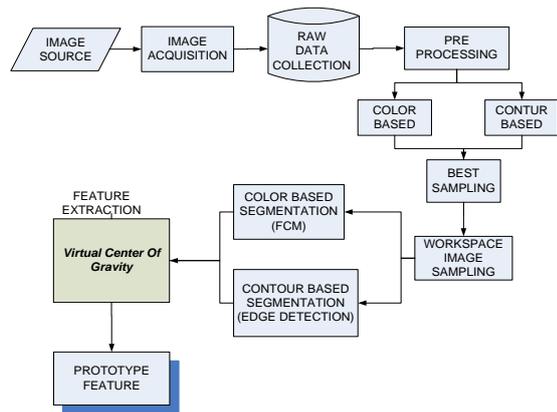
II. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan diperoleh melalui proses akuisisi data dengan menggunakan sensor kamera digital. Obyek data yang diteliti adalah kulit luar kayu tanaman karet yang berlokasi di perkebunan rakyat Kecamatan Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur

Variabel yang dilibatkan dalam kegiatan penelitian ini terdiri atas format citra, komponen *prototype* ciri, komponen pengujian citra uji dengan *prototype* ciri, dan komponen unjuk kerja.

Solusi masalah terdiri dari dua tahapan utama yaitu Membangun *prototype* ciri yang berfungsi sebagai proses pelatihan dan Menguji citra uji atau yang selanjutnya disebut *Guess Data Image* (GDI) dengan *prototype* ciri. GDI terdiri atas *valid image* dan *forgery image*

Tahapan pembangunan *prototype* ciri secara kerangka solusi disajikan dalam bentuk *flow diagram* seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut



Gambar 2. Rancang Bangun *Prototype* Ciri

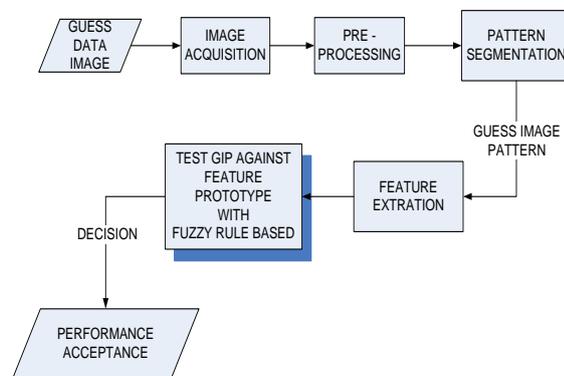
Citra yang diolah berasal dari data *primary* yang diakuisisi kemudian dikumpulkan dalam suatu *raw data collection* Selanjutnya data citra digital tersebut akan melalui tahap *pre-processing* yang terdiri dari [5] :
 Pembacaan data dari *raw data collection*

1. Melakukan *color transformation* dari RGB to grayscale
2. Menghilangkan derau (*noise filtering*) dengan filter Gaussian
3. Melakukan konversi type dari uint8 ke double
4. Melakukan *cropping* (*reduce pixel*) untuk menghilangkan kesalahan informasi
5. Melakukan *edge detection* untuk memperoleh citra dengan basis warna hitam putih (*binary*)

Tahapan proses pemilihan data terbaik (*best sampling*) dilakukan untuk eliminasi sejumlah citra digital asli. Sebagai ilustrasi jika kulit karet dengan perkiraan usia kurang dari 5 tahun yang digolongkan sebagai kategori pra produktif terdapat 10 sampel data, lakukan eliminasi menggunakan uji korelasi untuk memperoleh 3 sampel terbaik.

Pada tahap ekstraksi fitur, masing masing basis mengeluarkan fitur khusus yang berupa *Virtual Coordinat Center Of Gravity*. Hasil dari ekstrasi fitur ini diolah sehingga menjadi sebuah *prototype* fitur.

Pengujian yang di gunakan untuk solusi klasifikasi pada tahap keputusan menggunakan *fuzzy rule based*, di tunjukan dalam Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Pengujian Citra Uji Dengan *Prototype* Ciri

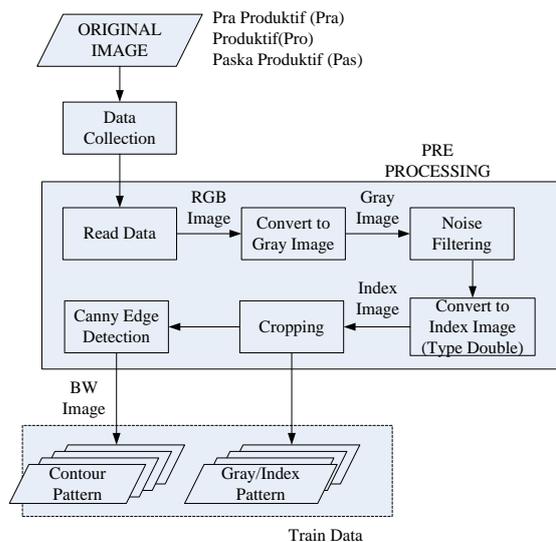
GDI (*Guess Data Image*) yang diperoleh akan digunakan sebagai data uji. GDI diolah melalui tahap *pre-processing* dan *pattern segmentation* yang hasilnya dinamakan dengan *Guess Image Pattern* (GIP). Fitur

dari GIP diperoleh melalui proses ekstraksi kemudian dilakukan proses pengenalan dan pengujian kemiripan terhadap *prototype* fitur yang telah dibangun. Pengukuran unjuk kerja menggunakan metode FAR (*False Acceptance Rate*) dan FRR (*False Rejection Rate*)

III. PROTOTYPE CIRI

A. Preparation Dan Pre Processing Prototype Ciri

Klasifikasi pada penelitian ini telah ditentukan menjadi tiga bagian yakni usia pra produktif, produktif dan paska produktif. Dimana proses akuisisi untuk semua kategori telah dilakukan dan disimpan pada sebuah *data collection*. Pembangunan *prototype* ciri pada tahapan *pre processing* disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pre Processing Prototype Ciri

Default IP (Image Pattern) hasil akuisisi citra digital adalah berjenis *true color* (RGB). Untuk mengurangi kompleksitas *image* maka perlu dilakukan konversi *image*, yaitu merubah dari *true color* ke *grayscale*. Tahap selanjutnya *grayscale image* difilter untuk menghilangkan *noise* yang mungkin ada dengan menggunakan *filter gaussian*.

Proses aritmatika pada matriks tidak mengijinkan menggunakan tipe data bilangan bulat 8 bit yang selanjutnya disingkat menjadi *uint8*, sehingga *image* harus diubah menjadi tipe data *double* terlebih dahulu menjadi tipe data bilangan riil berpresisi ganda sehingga proses aritmatika pada matriks bisa dilakukan, langkah ini dinamakan proses konversi tipe data .

Informasi citra digital (*image*) harus memiliki syarat diperoleh dari pola citra yang maksimum. Pemotongan tepi koordinat X dan Y pada *image* menghasilkan *image pattern* (pola citra) yang memiliki nilai X dan Y maksimum. Proses ini dinamakan *image cropping*.

Data yang akan dilatih sesuai dengan *flow diagram* pembentukan *prototype* dibagi menjadi dua bagian yaitu *gray pattern based (gray/index)* dan *contour pattern based (binary)*.

Contour pattern diperoleh dengan proses *edge detection* yang menggunakan metode *canny*.

B. Seleksi Data Latih Prototype Ciri

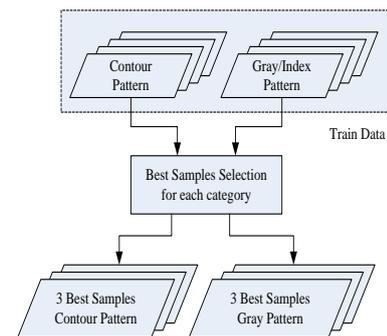
Pada *prototype* ciri ini menggunakan tiga pilihan referensi dalam melakukan seleksi data latih yaitu :

- *Color Based Reference*
- *Contour Based Reference*
- *Common Reference (Intersection Between Color and Contour Based)*

Tiga referensi dalam seleksi data latih terbaik dibuat sebagai bahan perbandingan. Referensi pertama yaitu *color reference* bertujuan membuat tiga data latih terbaik dari proses eliminasi data berbasis warna abu-abu. *Contour reference* bertujuan membuat tiga data latih terbaik dari proses eliminasi berbasis warna hitam putih.

Referensi ketiga yaitu *common reference* berfungsi mengambil tiga data dari nilai irisan *color reference* dan *contour reference*. Jika irisan yang diperoleh kurang dari tiga data, maka data yang tidak termasuk irisan akan di seleksi ulang guna memenuhi syarat terpenuhnya tiga data latih terbaik.

Tahapan pemilihan data terbaik bertujuan melakukan optimasi komputasi pada pelatihan untuk mendapatkan ciri terbaik atau disebut juga ciri yang memiliki tingkat kemiripan dan kedekatan yang sangat rapat. Hal ini disajikan dalam Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Seleksi Data Latih Terbaik

Dasar perhitungan yang digunakan untuk pemilihan data terbaik adalah himpunan data berupa jumlah nilai pixel IP yang selanjutnya dinyatakan dengan intensitas IP terhadap kolom (X) dan jumlah intensitas IP terhadap baris (Y). Dalam sistem koordinat piksel, sumbu X menyatakan urutan kolom, dan sumbu Y menyatakan urutan baris.

Untuk mengetahui tingkat kekuatan hubungan antara dua himpunan data, misalnya A dan B, digunakan koefisien korelasi yang dinyatakan dengan [6] :

$$\rho_{A,B} = \frac{Cov(A,B)}{\sigma_A \cdot \sigma_B} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})(B_i - \bar{B})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2}} \quad (1)$$

dimana :

A_i dan B_i = Tiap data pada Himpunan data A dan B.

\bar{A} dan \bar{B} = Rerata Himpunan Data A dan B.

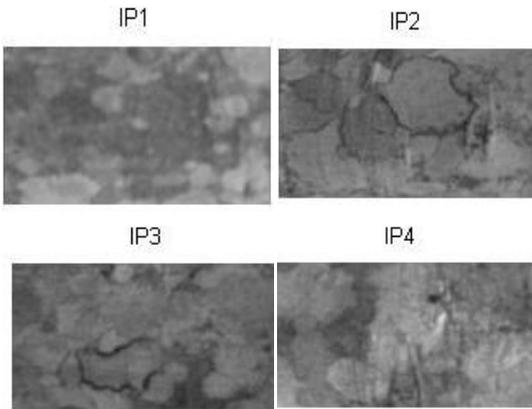
$\rho_{A,B} = -1$ dikatakan A dan B memiliki korelasi negatif sempurna.

$\rho_{A,B} = 1$ dikatakan A dan B memiliki korelasi positif sempurna

Koefisien korelasi suatu himpunan data A terhadap dirinya sendiri dinyatakan dengan :

$$\rho_{A,A} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})(A_i - \bar{A})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2} = 1 \dots \dots \dots (2)$$

Pada percobaan penelitian ini diperoleh hasil *pre processing* sejumlah 4 buah data untuk jenis kategori pra produktif sebagai berikut :



Gambar 6. Citra Kategori Pra Produktif After Pre Processing

Total Koefisien korelasi relatif antar *image* IP1, IP2, IP3, dan IP4 dapat dinyatakan dengan :

$$\rho = \frac{(\rho_{X(1,2,3,4)} + \rho_{Y(1,2,3,4)})}{2}$$

yang menyatakan hubungan antar *image* dimaksud. Maka ρ diperoleh :

$$\rho = [0.6033 \quad 0.6569 \quad 0.5500 \quad 0.5606]$$

Dari 4 (empat) sampel data latih, akan dipilih 3 (tiga) data terbaik. Untuk menentukan sampel data latih yang harus di eliminasi, maka perlu dicari selisih terbesar dari nilai koefisien korelasi sempurna (ABS (1)), dalam hal ini digunakan perhitungan seperti di bawah ini :

$$\max(\text{abs}(\rho - 1)) = \max[0.3967 \quad 0.3431 \quad 0.4500 \quad 0.4394]$$

$$\max(\text{abs}(\rho - 1)) = 0.4500$$

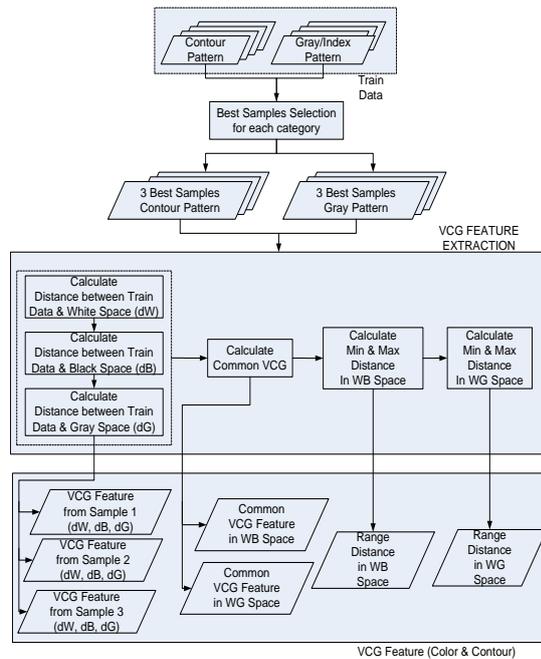
Karena deviasi maksimum elemen vektor ρ terhadap korelasi sempurna (ABS(1)) adalah 0.4500 berada pada kolom 3, maka sampel IP3 yang ditolak. Sampel data pelatihan yang terpilih sebagai kandidat adalah IP1, IP2, dan IP4 untuk selanjutnya kan diproses lebih lanjut di tahap analisis citra yang menguraikan tentang bagaimana ekstraksi ciri dari citra ke 3 kandidat tersebut. Jika terdapat *n* data sampel pelatihan, setiap uji korelasi tetap menggunakan 4 (empat) sampel. Tiga sampel yang diterima dipertahankan, kemudian ditambahkan data berikutnya untuk dilakukan uji korelasi kembali. Proses berlangsung terus menerus hingga semua sampel data pelatihan teruji.

C. *Prototype Ciri* Menggunakan Metode VCG

Ciri khusus dalam suatu citra bisa diperoleh dengan pencarian pusat massa (*center of gravity*), lazimnya

ditemukan dengan menggunakan nilai rerata koordinat piksel yang menyusun suatu objek [7] Penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya menggunakan ciri *center of gravity* dengan memanfaatkan informasi posisi kepadatan piksel dimana pola citra yang diolah dibagi ke daerah vertikal (kolom X) dan horisontal (baris Y) sehingga jumlah piksel sama di setiap daerah [8].

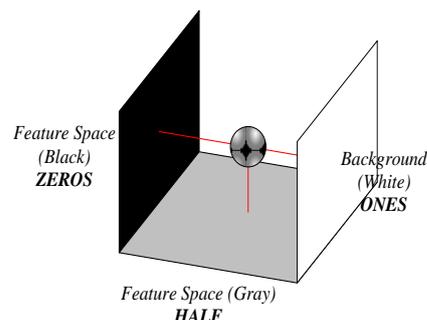
Pembuatan *prototype* ini akan diterapkan bagaimana dari tiga data terbaik yang telah diperoleh diproses menggunakan metode VCG maka pada pembangunan *prototype* ciri ini tahapan ekstraksi ciri disajikan dalam Gambar 7 berikut



Gambar 7. Ekstraksi Menggunakan Metode VCG

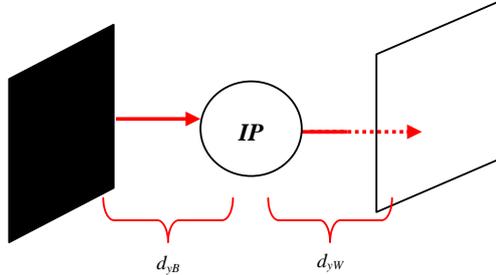
Dari *flow diagram* dapat dijelaskan bahwa tiga data citra pelatihan akan diekstraksi menggunakan metode VCG sehingga menghasilkan representasi WB dan WG untuk setiap citra pada masing-masing kategori, *range distance* antara nilai *minimum* dan *maximum* VCG serta memperoleh rata-rata yang selanjutnya dinyatakan dalam *common VCG*. Secara rinci tahapan ini akan dijelaskan sebagai berikut :

Fitur VCG adalah representasi *feature space* dari pusat gravitasi IP terhadap *Feature Space* (FS/Ruang Pola) dan *Background* (latar belakang pola), konsep VCG yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan melalui representasi berikut :



Gambar 8. Representasi Virtual Center Of Gravity

Representasi *Feature Space* hubungan antara IP terhadap W (*Background*) yang berwarna putih dan B (*Feature Space*/ruang pola) yang berwarna hitam dan representasi *feature space* hubungan antara IP terhadap W (*Background*) yang berwarna putih dan G (*Feature space*/ruang pola) yang berwarna abu-abu disajikan dalam Gambar 9 dan 10 seperti berikut :



Gambar 9. Representasi FS Black Terhadap BG White

Variabel d_{yW} adalah *Euclidean Distance* antara IP dengan W, sedangkan variabel d_{yB} adalah *Euclidean Distance* antara IP dengan B. Secara matematis dapat dinyatakan :

$$d_{yW(M,M)} = \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (y_{i,j} - W_{j,i})^2}$$

$$d_{yW} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M d_{yW(i,j)}_{j=i}$$

$$d_{yB(N,N)} = \sqrt{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M (B_{j,i} - y_{i,j})^2}$$

$$d_{yB} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N d_{yB(i,j)}_{j=i} \quad (3)$$

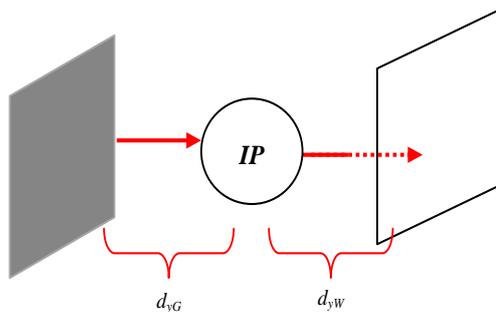
Maka :

$$d_{yW} = \text{mean}(\text{diag}(d_{yW(M,M)}))$$

$$d_{yB} = \text{mean}(\text{diag}(d_{yB(N,N)}))$$

dimana :

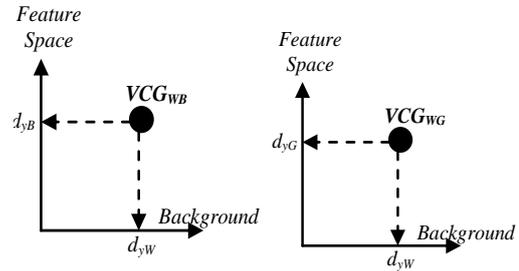
- $y_{M,N}$: array IP berukuran M x N
- $d_{yW(M,M)}$: *Euclidean Distance* antara y dan W, berupa array berukuran M x M
- $d_{yB(N,N)}$: *Euclidean Distance* antara y dan B, berupa array berukuran N x N
- d_{yW} : rata-rata dari jumlah elemen diagonal $d_{y,W}$
- d_{yB} : rata-rata dari jumlah elemen diagonal $d_{y,B}$



Gambar 10. Representasi FS Gray Terhadap BG White

Hal yang sama juga berlaku pada representasi *Feature Space* Gray terhadap *Background* White

Hasil perhitungan *Euclidean Distance* d_{yW} dan d_{yB} dan perhitungan *Euclidean Distance* d_{yW} dan d_{yG} kemudian direpresentasikan ke dalam koordinat *Background* .vs. *Feature space* seperti dalam Gambar 11.



Gambar 11. Pasangan Koordinat Virtual

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Dari *Prototype* Ciri dijelaskan sebagai berikut : Data yang diakuisisi terdiri dari 10 data kategori usia pra produktif, 10 data kategori produktif dan 6 data kategori paska produktif. Setelah melalui proses *pre processing*, maka data disimpan dalam *workspace* seperti berikut :

Name	Value	Min	Max
PRA1	<86x160 double>	0.2902	0.7098
PRA10	<86x160 double>	0.2745	0.7451
PRA2	<86x160 double>	0.1804	0.6431
PRA3	<86x160 double>	0.1608	0.5922
PRA4	<86x160 double>	0.1725	0.8392
PRA5	<86x160 double>	0.1922	0.6510
PRA6	<86x160 double>	0.2275	0.6902
PRA7	<86x160 double>	0.2039	0.6706
PRA8	<86x160 double>	0.2078	0.7529
PRA9	<86x160 double>	0.1569	0.7490
bwPRA1	<86x160 logical>		
bwPRA10	<86x160 logical>		
bwPRA2	<86x160 logical>		
bwPRA3	<86x160 logical>		
bwPRA4	<86x160 logical>		
bwPRA5	<86x160 logical>		
bwPRA6	<86x160 logical>		
bwPRA7	<86x160 logical>		
bwPRA8	<86x160 logical>		
bwPRA9	<86x160 logical>		

Gambar 12. Workspace Data After Pre Processing

Hasil Dari tahapan pemilihan data latih terbaik adalah seperti berikut :

```

Referensi Best Sample :
-----
[1]. Color Based Reference (contour best sample = color best sample)
-----
Jumlah Data Latih PRA = 10
allbestPRA =
    2     4     7
Jumlah Data Latih PRO = 10
allbestPRO =
    2     3     6
Jumlah Data Latih PAS = 6
allbestPAS =
    1     2     4
    
```

Tahapan selanjutnya setelah diperoleh hasil dari rancang bangun *prototype* ciri ini adalah dengan menguji kemampuan proses klasifikasi dari data citra uji (*Guess Image Pattern*) yang selanjutnya disingkat GIP terhadap *prototype* ciri. Tahapan itu terdiri atas :

A. Penentuan GIP

GIP dikelompokkan menjadi dua yaitu data uji asli (*valid data*) dan data uji palsu (*forgery data*) yang diuraikan sebagai berikut :

- *Valid data* uji maksimum terdiri dari 10 data untuk diuji dengan kategori pra produktif, 10 data untuk diuji dengan kategori produktif, dan 6 data untuk diuji dengan kategori paska produktif
- *Forgery Data* uji maksimum terdiri dari 16 data untuk diuji dengan kategori pra produktif, 16 data untuk diuji dengan kategori produktif, dan 20 data untuk diuji dengan kategori paska produktif

B. Pre Processing Dan Ekstraksi Ciri GIP

Di ilustrasikan dengan 1 (satu) GIP untuk masing-masing kategori, GIP yang digunakan adalah

- DSC_5.nef sebagai GIP pra produktif, yang diberi variabel ‘PRA5’ untuk *gray based* dan ‘bwPRA5’ untuk *contour based*
- DS_5.nef sebagai GIP produktif, yang diberi variabel ‘PRO5’ untuk *gray based* dan ‘bwPRO5’ untuk *contour based*
- DS5.nef sebagai GIP paska produktif, yang diberi variabel ‘PAS5’ untuk *gray based* dan ‘bwPAS5’ untuk *contour based*

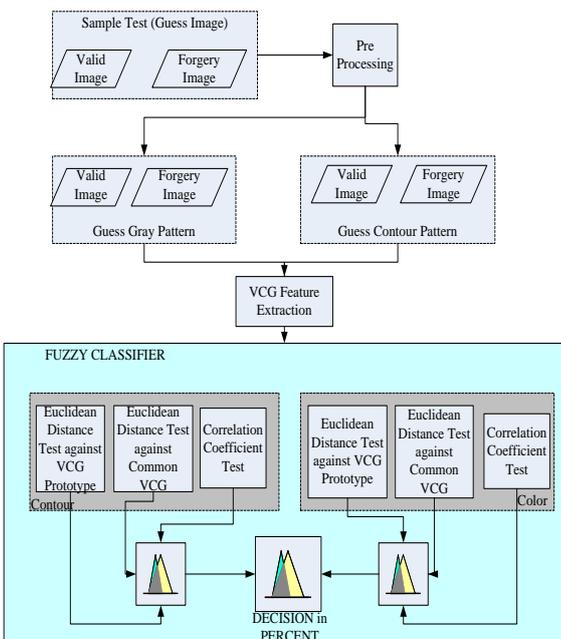
Dengan cara yang sama pada proses *pre processing* dan Ekestraksi ciri *prototype*, digunakan juga pada GIP

C. Klasifikasi GIP Menggunakan Fuzzy Rule Based

Tahapan klasifikasi GIP dimaksudkan untuk menentukan GIP tergolong kategori pra produktif, produktif, atau paska produktif. Proses klasifikasi dilakukan melalui tiga jenis pengujian, yaitu sebagai berikut :

- Uji *euclidean distance*
- Uji *coefficient correlation*
- Uji *range distance acceptance*

Ketiga pengujian diatas dilakukan untuk semua *prototype* fitur yang telah diperoleh seperti yang ditunjukkan dalam *flow diagram* berikut :



Gambar 13. Fuzzy Classification Decision Model

Hasil dari pengujian tersebut diperoleh sebagai berikut :

1. Uji Euclidean Distance

Untuk GIP ‘PRA5’, ‘PRO5’ dan ‘PAS5’ hasil uji

Euclidian Distance terhadap *prototype* fitur *gray based* VCG dapat ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut :

TABEL I
ILUSTRASI HASIL UJI EUCLIDEAN DISTANCE TERHADAP PROTOTYPE FITUR GRAY BASED VCG

Kategori	EUCLIDEAN DISTANCE		
	PRA5	PRO5	PAS5
Pra Produktif	0.7119	0.6792	0.5027
Produktif	0.5974	0.7687	0.5
Paska Produktif	0.7665	0.5022	0.7687

Untuk GIP ‘bwPRA5’, ‘bwPRO5’ dan ‘bwPAS5’ hasil uji *Euclidian Distance* terhadap *prototype* fitur *contour based* VCG dapat ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut :

TABEL II
ILUSTRASI HASIL UJI EUCLIDEAN DISTANCE TERHADAP PROTOTYPE FITUR CONTOUR BASED VCG

KATEGORI	EUCLIDEAN DISTANCE		
	bwPRA5	bwPRO5	bwPAS5
Pra Produktif	0.7134	0.8217	0.5192
Produktif	0.8023	0.7997	0.5206
Paska Produktif	0.5077	0.5364	0.7624

2. Uji Coefficient Correlation

Hasil uji *Coefficient Correlation* terhadap *prototype* fitur *gray based* VCG dapat ditunjukkan dalam Tabel 3 berikut :

TABEL III
ILUSTRASI HASIL UJI COEFFICIENT CORRELATION TERHADAP PROTOTYPE FITUR GRAY BASED VCG

KATEGORI	Coefficient Correlation		
	‘PRA5’	‘PRO5’	‘PAS5’
Pra Produktif	0.8331	0.8328	0.8194
Produktif	0.8298	0.8333	0.8076
Paska Produktif	0.8333	0.8230	0.8333

Hasil uji *Coefficient Correlation* terhadap *prototype* fitur *contour base* VCG dapat ditunjukkan dalam Tabel 4 berikut :

TABEL IV
ILUSTRASI HASIL UJI COEFFICIENT CORRELATION TERHADAP PROTOTYPE FITUR CONTOUR BASED VCG

KATEGORI	Coefficient Correlation		
	bwPRA5	bwPRO5	bwPAS5
Pra Produktif	0.8331	0.8334	0.8270
Produktif	0.8334	0.8334	0.8298
Paska Produktif	0.8288	0.8312	0.8333

3. Uji Range Distance Acceptance

Hasil uji *Range Distance Acceptance* terhadap *prototype* fitur *gray based* VCG dapat ditunjukkan dalam Tabel 5

TABEL V
ILUSTRASI HASIL UJI RANGE DISTANCE ACCEPTANCE TERHADAP PROTOTYPE FITUR GRAY BASED VCG

Kategori	Range Distance Acceptance		
	PRA5	PRO5	PAS5
Pra Produktif	0.5	0.8334	0.1666
Produktif	0.1666	0.8334	0.1666
Paska Produktif	0.6814	0.1666	0.5507

Hasil uji *Range Distance Acceptance* terhadap *prototype* fitur *contour based* VCG dapat ditunjukkan Tabel 6 Dari tiga pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh total metode pengujian dengan menggunakan

fuzzy rule base 3 input pada masing-masing segmentasi yang di perlihatkan oleh Tabel 7 dan 8

TABEL VI
ILUSTRASI HASIL UJI RANGE DISTANCE ACCEPTANCE TERHADAP
PROTOTYPE FITUR CONTOUR BASED VCG

KATEGORI	Range Distance Acceptance		
	bwPRA5	bwPRO5	bwPAS5
Pra Produktif	0.1666	0.8177	0.1666
Produktif	0.8334	0.8143	0.1666
Paska Produktif	0.1666	0.5000	0.8334

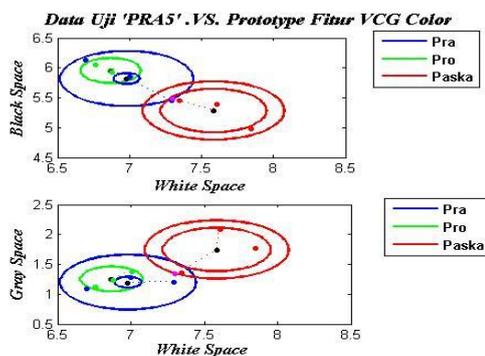
TABEL VII
ILUSTRASI TOTAL RESULT UJI ACCEPTANCE VCG TERHADAP
PROTOTYPE FITUR GRAY BASED VCG

Kategori	Acceptance Gray Based VCG		
	PRA5	PRO5	PAS5
Pra Produktif	0.7982	0.7961	0.5000
Produktif	0.5	0.8090	0.5000
Paska Produktif	0.7954	0.5000	0.8090

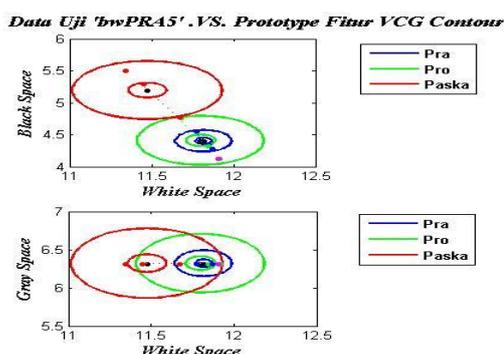
TABEL VIII
ILUSTRASI TOTAL RESULT UJI ACCEPTANCE VCG TERHADAP
PROTOTYPE FITUR CONTOUR BASED VCG

Kategori	Acceptance Contour Based VCG		
	bwPRA5	bwPRO5	bwPAS5
Pra Produktif	0.5000	0.8177	0.5000
Produktif	0.8147	0.8143	0.5000
Paska Produktif	0.5000	0.5000	0.8078

Pengujian data uji hasil ekstraksi ciri menggunakan metode VCG terhadap *prototype* fitur *gray based* VCG diilustrasikan dalam Gambar 14. Dan pengujian data uji hasil ekstraksi ciri menggunakan metode VCG terhadap *prototype* fitur *contour based* VCG diilustrasikan dalam Gambar 15. Sebagai salah satu sampel pengujian yang digunakan adalah GIP Pra Produktif yakni data 'PRA5' dan 'bwPRA5'



Gambar 14. Pengujian *Prototype* Ciri *Gray Based* VCG



Gambar 15. Pengujian *Prototype* Ciri *Contour Based* VCG

Gambar 14 dapat dijelaskan seperti berikut

- Point berwarna magenta adalah koordinat VCG dari data uji PRA5.
- *Prototype* VCG dengan *feature space* hitam dan *background*, posisi data PRA5 berada mutlak di ruang pra produktif.
- *Prototype* VCG dengan *feature space* abu-abu dan *background*, posisi data PRA5 berada di irisan ruang pra dan paska.

Gambar 15 dapat dijelaskan seperti berikut :

- Point berwarna magenta adalah koordinat VCG dari data uji PRA5
- *Prototype* VCG dengan *feature space* hitam dan *background*, posisi data 'bwPRA5' berada mutlak di ruang kategori produktif. Hal ini disebut juga *unmatch valid Image*
- *Prototype* VCG dengan *feature space* abu-abu dan *background*, posisi data 'bwPRA5' berada diantara irisan semua kategori, untuk mengetahui seberapa dekat dan mirip data tersebut dengan masing-masing kategori maka digunakan aturan *fuzzy*

Tahapan selanjutnya setelah diperoleh hasil pengujian GIP terhadap *prototype* ciri, diperlukan pengukuran unjuk kerja tingkat keberhasilan (*Performance Acceptance*). Unjuk kerja pada model klasifikasi dapat dilihat dengan dua model kesalahan yakni *False Acceptance Rate* (FAR) atau rasio kesalahan penerimaan dan *False Rejection Rate* (FRR) atau rasio kesalahan penolakan [9].

Dalam unjuk kerja model klasifikasi maka perlu dilakukan perhitungan untuk pencarian *True Positive Rate* (TPR), *False Positive Rate* (FPR), dan *True Negative Rate* (TNR) [10]. yang dijabarkan sebagai berikut

- TPR juga biasa disebut dengan *sensitivity*, atau rasio ketepatan, dijelaskan sebagai *match valid image* selanjutnya disebut *True Positive* (TP) dibagi jumlah *valid image* (P)

$$TPR = \frac{TP}{P} \quad (4)$$

- FPR juga bisa disebut alarm kesalahan atau rasio ketidak tepatan, diuraikan menjadi *unmatch valid image* selanjutnya disebut *False Positive* (FP) dibagi jumlah *forgery image* (N)

$$FPR = \frac{FP}{N} \quad (5)$$

- TNR juga bisa disebut *specificity*, dijelaskan sebagai *match forgery image* selanjutnya disebut *True Negative* (TN) dibagi jumlah *forgery image* (N).

$$TNR = \frac{TN}{N} \gg TNR = 1 - FPR \quad (6)$$

Selanjutnya adalah memperoleh FAR dan FRR, serta *Accuracy* [9] yang dijelaskan berikut :

- *False Acceptance Rate* adalah nilai dari *False Positive Rate*, dinyatakan dengan persamaan seperti berikut :

$$FAR = FPR \quad (7)$$

- *False Rejection Rate* adalah nilai dari *False Negative Rate*, persamaannya adalah :

$$FRR = 1 - TPR \dots\dots\dots(8)$$

- *Accuracy* yang selanjutnya disebut *Acc*, adalah prosentase ketepatan keberhasilan total pengujian terhadap *prototype* ciri, persamaannya yang menyatakannya adalah :

$$Acc = \frac{(TP + TN)}{(P + N)} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Pada percobaan pengujian unjuk kerja GIP yang bervariasi dengan referensi hasil pemilihan data terbaik yang digunakan adalah *gray base*, maka diperoleh nilai FAR, FRR dan *Acc* yang ditunjukkan dalam tabel IX, X, XI dan XII.

TABEL IX
FAR DAN FRR KATEGORI PRA PRODUKTIF

Kategori Data Uji	Pra Produktif	
	FAR	FRR
Pra=2; Pro=2; Pas=2	0.00%	100.00%
Pra=3; Pro=3; Pas=3	0.00%	100.00%
Pra=4; Pro=4; Pas=4	0.00%	75.00%
Pra=5; Pro=5; Pas=5	0.00%	80.00%
Pra=6; Pro=6; Pas=6	0.00%	66.67%

TABEL X
FAR DAN FRR KATEGORI PRODUKTIF

Kategori Data Uji	Produktif	
	FAR	FRR
Pra=2; Pro=2; Pas=2	50.00%	0.00%
Pra=3; Pro=3; Pas=3	50.00%	0.00%
Pra=4; Pro=4; Pas=4	37.50%	0.00%
Pra=5; Pro=5; Pas=5	30.00%	0.00%
Pra=6; Pro=6; Pas=6	25.00%	00.00%

TABEL XI
FAR DAN FRR KATEGORI PASKA PRODUKTIF

Kategori Data Uji	Paska Produktif	
	FAR	FRR
Pra=2; Pro=2; Pas=2	0.00%	0.00%
Pra=3; Pro=3; Pas=3	0.00%	0.00%
Pra=4; Pro=4; Pas=4	0.00%	0.00%
Pra=5; Pro=5; Pas=5	10.00%	0.00%
Pra=6; Pro=6; Pas=6	8.33%	0.00%

TABEL XII
TINGKAT ACCURACY

Kategori Data Uji	Accuracy
Pra=2; Pro=2; Pas=2	77.78%
Pra=3; Pro=3; Pas=3	77.78%
Pra=4; Pro=4; Pas=4	83.33%
Pra=5; Pro=5; Pas=5	82.22%
Pra=6; Pro=6; Pas=6	85.19%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perancangan, analisis, implementasi dan

pengujian sistem maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. *Prototype* fitur berhasil dibangun melalui tahapan seleksi data latih terbaik dengan ciri khusus yang diperoleh berupa pasangan koordinat *virtual center of gravity*
2. Pengujian untuk menentukan klasifikasi suatu data uji berdasarkan relatifitas kedekatan dan kemiripan jarak dengan metode *fuzzy rule base* diperoleh melalui kombinasi tiga pengujian yaitu
 - a. Uji *Euclidean Distance*
 - b. Uji *Coefficient Correlation*
 - c. Uji *Range Distance Acceptance*
3. Dengan menggunakan metode analisis kesalahan model klasifikasi yakni FAR dan FRR, hasil percobaan memperoleh nilai *accuracy* terendah sebesar 77.78% dan tertinggi sebesar 85.19%, dengan jumlah data uji bervariasi pada rentang 6 hingga 18 data

Masih banyak yang bisa dikembangkan untuk menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan antara lain dari sisi akuisisi data primer dapat diperoleh data paska produktif yang lebih *valid*. Tahapan *pre processing* dapat ditambahkan proses pelabelan atau registrasi citra untuk membantu mengatasi kondisi citra yang tergolong *unoccurrent*. Penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan adalah melakukan kombinasi (*hybrid*) antara ekstraksi ciri VCG dengan ekstraksi menggunakan metode *clustering* dengan model keputusan berupa validasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi, A.S., Struktur Kulit Dari Beberapa Jenis Pohon Tahan Dan Tidak Tahan Kebakaran, *Jurnal Ilmiah Kehutanan*. Volume I No.1. September 1996. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- [2] Loveless, A.R., *Principles Of Plant Biology for the Tropics*, Longman Group Limited, PT. Gramedia, 1987.
- [3] Acharya T, .Ray A.K., *Image Processing : Principles and Applications*, Wiley Interscience. Jhon Wiley & Sons Inc., 2005.
- [4] Malik J, Belongie S, Leung, and Shi. Contour and texture Analysis for Image Segmentation, *International Journal Of Computer Vision*, vol 43(1), 2001, pp. 7-27.
- [5] Gonzales RE, Woods RE, *Digital Image Processing*, 2nd ed, New Jersey : Prentice Hall, Inc, 2002.
- [6] Supranto J,MA., *Statistik Teori Dan Aplikasi*, Jilid I, Penerbit Erlangga , 2012.
- [7] Kadir A., Susanto A. *Teori Dan Aplikasi Pengolahan Citra* , Penerbit Andi, 2013.
- [8] Para T, Porwik P, Some Handwritten Signature Parameters in Biometric Recognition Process, *Proceedings of the ITI 29th Information Technology Interface*, June 25-28, 2007.
- [9] Syam R, Hariadi M, Purnomo H, Penentuan Nilai Standar Distorsi Berminyak Pada Akuisisi Citra Sidik Jari, *Jurnal MAKARA Teknologi*, Vol.15 No.1, April 2011,pp. 55-62.
- [10] Marcel S, *Fundamental in Statitiscal Pattern Recognition*, Idiap Research Institute Martigny, Switzerland, Senior Researcher, Available: www.idiap.ch/~marchel, 22 May 2013.