

Implementasi *K-Means* dan *K-NN* pada Pengklasifikasian Citra Bunga

Diana Theresa Worung, Sherwin R.U.A. Sompie, Agustinus Jacobus

Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115, Indonesia

E-mail: 15021106030@student.unsrat.ac.id, aldo@unsrat.ac.id, a.jacobus@unsrat.ac.id

Abstract - Clustering and classification methods are part of data mining. The resulting output consists of the prediction results of labeling of the type of interest using the combined *K-Means* method and the *K-NN* method using a dataset with 5 30% test data combinations and 70% training data from 5 types of local flowers in Tomohon City, North Sulawesi. From the tests performed, the results of leveling segmentation using *K-Means* & *K-NN* get the highest accuracy with 85% results. The withdrawal and precision testing got the highest yield of 88% and 85% using the *K-Means* & *K-NN* segmentation method. Testing the fastest average time calculation value of 1,230 seconds in *K-Means* & *K-NN* segmentation.

Keywords: Flower; Image; Convolutional Neural Network; VGG16; Deep Learning; *K-Means Clustering*; *K-Nearest Neighbors*.

Abstrak – Metode *Clustering* dan klasifikasi merupakan bagian dari data mining. Keluaran yang dihasilkan berupa hasil predict pelabelan dari jenis bunga menggunakan gabungan metode *K-Means* dan metode *K-NN* dengan menggunakan dataset dengan 5 perbandingan data test 30% dan data training 70% dari 5 jenis bunga lokal Kota Tomohon, Sulawesi Utara. Dari pengujian yang dilakukan, hasil tingkat akurasi segmentasi menggunakan *K-Means* & *K-NN* mendapatkan akurasi tertinggi dengan hasil 85%. Pengujian recall dan precision mendapatkan hasil paling tinggi 88% dan 85% dengan menggunakan metode segmentasi *K-Means* & *K-NN*. Pengujian nilai rata-rata waktu komputasi paling cepat adalah 1,230 detik pada segmentasi *K-Means* & *K-NN*.

Kata kunci : Bunga; Citra; Convolutional Neural Network; VGG16; Deep Learning; *K-Means Clustering*; *K-Nearest Neighbors*.

I. PENDAHULUAN

Bunga merupakan tumbuhan yang sangat digemari oleh manusia. Keindahan dari bunga selalu membuat manusia merasa lebih baik, bahagia, damai dan tenteram. Bunga memiliki aroma wangi yang enak dan mempunyai keunikan tersendiri yang bisa diamati melalui fitur dari masing-masing jenis bunga mulai dari bunga yang memiliki variasi warna yang indah, sampai memiliki bentuk yang unik. Dari jenis bunga yang beraneka ragam tersebut, terkadang manusia sulit mengenali dan belum mengetahui nama dari jenis bunga yang dilihat secara sekilas saja. Untuk itu perlu adanya pengembangan dalam hal pengenalan jenis bunga agar mempermudah manusia untuk mengenali jenis bunga. Di Kota Tomohon, terdapat aneka jenis bunga yang bisa ditemui. Tomohon memiliki julukan yang disebut dengan kota bunga

karena memiliki tanah yang subur dan terletak di pulau Sulawesi bagian utara dari Indonesia.

Seiring perkembangan zaman yang begitu pesat, teknologi informasi pengenalan objek citra menjadi subjek yang sangat menarik dan tentunya berkaitan erat dengan data informasi dari suatu objek. Data mining merupakan teknologi pencarian informasi dalam jumlah data yang besar yang dapat mempercepat pengenalan serta mengkategorikan jenis bunga berdasarkan label/namanya dengan memanfaatkan metode-metode dalam data mining yaitu Clustering dan klasifikasi. Clustering merupakan proses pengelompokan data ke dalam suatu cluster sedangkan klasifikasi merupakan proses pembagian suatu data berdasarkan kelasnya.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan maka perlu dikembangkan untuk mengimplementasikan pengelompokan citra pada pengklasifikasian jenis bunga dengan menggunakan metode pada data mining yaitu metode clustering untuk mengelompokkan dan klasifikasi untuk mengkategorikan jenis bunga dengan objek di dalam citra yang akan melalui pre-processing dengan melakukan pengolahan citra digital yaitu memanfaatkan proses segmentasi citra dan ekstraksi fitur. Dataset yang digunakan adalah objek dari beberapa jenis bunga lokal yang berada di Kota Tomohon bagian utara dari pulau Sulawesi.

A. Citra

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi 2 yaitu citra yang bersifat analog dan ada citra yang bersifat digital. Citra analog adalah citra yang bersifat *continue* seperti gambar pada monitor televisi dan foto sinar X, sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Nilai suatu pixel memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum untuk citra 8-bit jangkauannya adalah 0 – 255. Citra dengan penggambaran tersebut digolongkan ke dalam citra integer[1].

B. Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses membagi citra digital menjadi beberapa daerah atau kelompok dimana masing-masing daerah terdiri dari sekumpulan *pixel*[2]. Metode algoritma yang digunakan dalam segmentasi citra pada penelitian ini adalah *Interactive Foreground Extraction using GrabCut Algorithm*, cara kerja dari metode ini adalah

memisahkan latar depan dari latar belakang dengan cara memotong objek latar depan dari suatu citra[3].

C. Ekstraksi Fitur

Feature Extraction atau ekstraksi fitur merupakan proses pengindeksan suatu *database* citra dengan isinya. Secara matematik, setiap ekstraksi fitur merupakan *encode* dari *vector n* dimensi yang disebut dengan *vector* fitur. Komponen *vector* fitur dihitung dengan pemrosesan citra dan teknik analisis serta digunakan untuk membandingkan citra yang satu dengan citra yang lain[4]. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi fitur menggunakan *pre-trained* model dari Keras yaitu VGG16. *Very Deep Convolutional Networks for Large Scale Image Recognition* adalah model dengan *weight* (bobot) yang telah dilatih menggunakan *dataset ImageNet* dan sudah dapat mengenali warna, bentuk maupun tekstur dari suatu citra. VGG16 diperkenalkan melalui kompetisi (ILSVRC) *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge* untuk mengevaluasi algoritma dari *object detection* dan *image classification* dalam skala besar[5].

D. Machine Learning

Menurut Arthur Samuel [6], *Machine learning* adalah aplikasi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang menggunakan teknik statistika untuk menghasilkan suatu sistem yang memiliki kemampuan pembelajaran secara otomatis dari sekumpulan data.

1) *Unsupervised learning*

Unsupervised learning digunakan terhadap data yang tidak memiliki data historis yang ber-*label*. Tujuannya untuk mengeksplorasi data dan menemukan beberapa struktur di dalamnya. Salah satu metode yang digunakan dalam *unsupervised learning* adalah *clustering*. Menurut Tan[7], *Clustering* adalah sebuah proses untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* atau kelompok sehingga data dalam satu *cluster* memiliki tingkat kemiripan yang maksimum dan data antar *cluster* memiliki kemiripan yang minimum. Pengelompokan citra merupakan suatu proses data *mining* yang bertujuan untuk mengelompokkan citra menjadi beberapa kelompok di mana citra dalam satu kelompok akan memiliki karakteristik yang sama, sedangkan citra dalam kelompok yang berbeda memiliki karakteristik yang berbeda.

Algoritma *clustering* yang digunakan pada penelitian ini adalah *K-Means clustering*. Menurut Jain [8], algoritma *k-Means* dalam penerapannya memerlukan tiga parameter yang seluruhnya ditentukan pengguna yaitu jumlah *cluster k*, inisialisasi klaster, dan jarak sistem.

2) *Supervised Learning*

Pendekatan *Supervised learning* mempunyai masukan dan keluaran yang dapat dibuat menjadi suatu model hubungan matematis sehingga mampu melakukan prediksi dan klasifikasi berdasarkan data yang telah diberi *label*. Klasifikasi adalah proses menentukan suatu objek ke dalam suatu kelas atau kategori yang telah ditentukan. Penentuan objek dapat menggunakan metode tertentu. Beberapa algoritma yang bisa digunakan antara lain: *classification (IF-*

Then) rules, decision trees, k-nearest neighbors, formula matematika atau neural network.

Algoritma klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *K-Nearest Neighbors* adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data (*training*) yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data pembelajaran (*training*) diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, di mana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data[9].

E. Deep Learning

Menurut Yu [10], *deep learning* merupakan salah satu bagian dari *machine learning* yang terdiri dari banyak lapisan (*hidden layer*) dari pemrosesan *non-linier* untuk ekstraksi fitur dan membentuk tumpukan yang merupakan sebuah algoritma atau metode yang melakukan klasifikasi perintah yang dimasukan hingga menghasilkan keluaran. Metode *deep learning* yang sedang berkembang salah satunya adalah *convolutional neural network*.

F. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan jaringan syaraf yang digunakan khusus untuk mengolah data berstruktur, salah satunya berupa citra dua dimensi. Proses konvolusi merupakan operasi aljabar linier yang mengkalikan matriks dari filter pada citra yang akan diproses. Proses tersebut dinamakan dengan lapisan konvolusi dan merupakan salah satu jenis dari banyak lapisan yang bisa dimiliki dalam satu jaringan [11].

III. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan citra berwarna yang diambil menggunakan telepon genggam dengan objek utama yaitu bunga pada citra yang digunakan untuk pengelompokan dan pengklasifikasian jenis bunga. Objek citra bunga diambil dari beberapa sisi berdasarkan tingkat pencahayaan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini data citra yang diambil yaitu dengan menggunakan objek bunga *aster*, bunga *mari gold*, bunga mawar, bunga *busylizzie* dan bunga dahlia.

Gambar 1 merupakan beberapa data citra jenis bunga yang telah diambil dan akan diolah sebagai *dataset* yang akan digunakan dalam penelitian ini. Tabel I merupakan jumlah data gambar bunga yang digunakan.

Pada penelitian ini menggunakan *dataset* berupa beberapa jumlah data citra yaitu pada 105 data *test* 30% dan 250 data *training* 70% dari masing - masing citra jenis bunga, sehingga total keseluruhan semua data yang ada yaitu 355 data citra bunga.

Pengujian menggunakan tabel *confusion matrix* dengan mencari nilai akurasi menggunakan metode *cross validation* berdasarkan *true values* dan *predict*, mencari nilai *recall* dan nilai *precision*. *True Values* merupakan data citra dengan kategori jenis bunga yang *actual* atau yang sebenarnya sedangkan *predict* merupakan data citra jenis bunga yang diprediksi oleh sistem.

Nilai akurasi didefinisikan sebagai tingkat kedekatan antara nilai *predict* dengan nilai aktual (*true value*) terlihat pada rumus 1. Pada pengujian ini dilakukan pencarian nilai *recall* yang terlihat pada rumus 2 dan pencarian nilai *precision* yang terlihat pada rumus 3.



Gambar 1. Data Citra Jenis Bunga yang diambil

TABEL I. JUMLAH DATA GAMBAR BUNGA

No	Nama Jenis Bunga	Data Test	Data Training
1.	Aster	21 Citra	50 Citra
2.	Busylizzie	21 Citra	50 Citra
3.	Dahlia	21 Citra	50 Citra
4.	Marigold	21 Citra	50 Citra
5.	Mawar	21 Citra	50 Citra
Dataset :		105 data test	250 data training
Total :		105 data test + 250 data training = 355 Citra Bunga	

Nilai akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data secara benar.

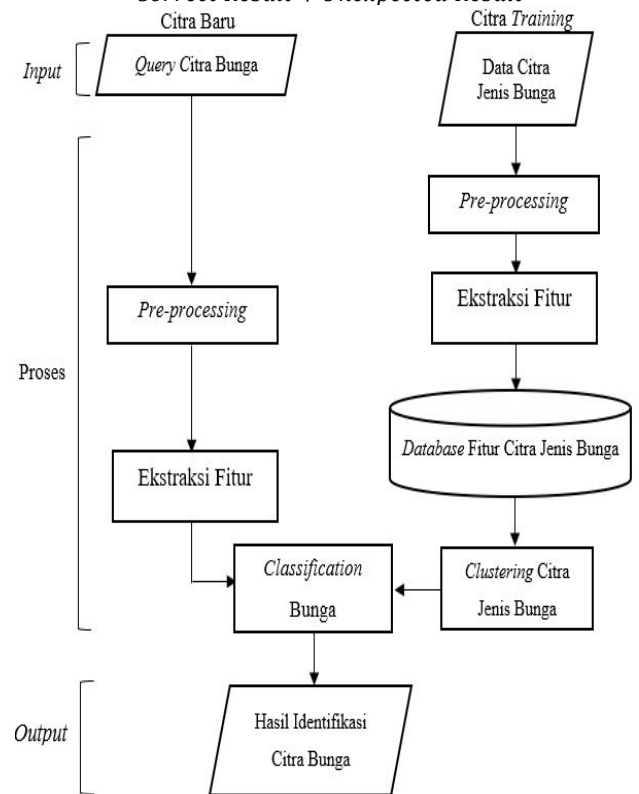
$$AKURASI = \frac{5Fold\ Cross\ Validation}{Total\ Seluruh\ Data} \times 100\% \tag{1}$$

Recall merupakan tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi.

$$Recall = \frac{Correct\ Result}{Correct\ Result + Missing\ Result} \times 100\% \tag{2}$$

Precision merupakan tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem.

$$Precision = \frac{Correct\ Result}{Correct\ Result + Unexpected\ Result} \times 100\% \tag{3}$$



Gambar 2. Prinsip Kerja Sistem

B. Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja dari sistem yang akan dijabarkan pada gambar 2 memiliki dua proses yaitu citra baru dan citra *training*. Pada citra *training* meng-input kumpulan data *training* citra jenis bunga yang belum diolah atau tidak terstruktur. Proses selanjutnya adalah pengolahan citra melalui *image preprocessing* yaitu dengan melalui proses *resize* citra dan segmentasi citra dengan menggunakan fungsi *grabcut* dimana objek dari citra bunga yaitu latar depan (*foreground*) akan dipisahkan dengan latar belakang (*background*) agar proses identifikasi citra hanya pada objek citra bunga saja. Selanjutnya, dilakukan proses ekstraksi fitur/ciri pada objek di dalam citra bunga. Kemudian dari citra-citra yang telah diolah, akan dimasukkan ke dalam *database data training* dan akan melakukan pengelompokan citra pada 5 jenis bunga.

Selanjutnya dilakukan proses *predict* citra baru pada citra yang di *training* dengan melalui metode *Clustering* dan *Classification* yang nantinya dapat diketahui citra baru tersebut terletak di kategori kelas jenis bunga sehingga mendapatkan hasil *output* / keluaran dari identifikasi citra bunga dengan *label* / nama dari kategori bunga.

A. Pengujian

Pengujian dilakukan berdasarkan *dataset* dengan perbandingan antara data *test* 30% dengan data *training* 70%. Pada pengujian yang dilakukan menggunakan data *test* 105 citra bunga banding data *training* 250 citra bunga dengan total jumlah seluruhnya adalah 355 citra bunga.

Pengujian dilakukan pada citra tanpa segmentasi maupun citra yang telah di segmentasi menggunakan *grabcut* pada *opencv*. Selanjutnya pengujian data citra jenis bunga menggunakan gabungan dari metode *Clustering K-Means* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbors* untuk memprediksi kategori jenis bunga. Terdapat 5 grup dalam proses *clustering* dengan nilai *cluster* pada citra yaitu grup *aster*, *busylizzie*, *dahlia*, *marigold* dan mawar. Pada pengujian juga dilihat tingkat akurasi serta waktu komputasi dari gabungan antara metode *Clustering K-Means* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbors* maupun hanya menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbors* yang telah berhasil dilakukan.

1) Pengujian Cross Validation Tanpa Segmentasi K-Means & K-NN

Pengujian dihitung berdasarkan tabel *confussion matrix* untuk mencari nilai akurasi, *recall* dan *precision* dimana hasil perhitungan *confusion matrix* terlihat pada tabel II tanpa segmentasi gabungan metode *K-Means* dan *K-NN*. Tingkat akurasi mencapai 77%, pengujian berdasarkan *recall* mencapai 86% dan pengujian berdasarkan *precision* yaitu 77%.

2) Pengujian Cross Validation Tanpa Segmentasi K-NN

TABEL II. CONFUSION MATRIX TANPA SEGMENTASI K-MEANS & K-NN (105 CITRA TEST 250 CITRA TRAINING)

		<i>True Values (Actual)</i>				
		<i>Aster</i>	<i>Busy lizzie</i>	<i>Dahlia</i>	<i>Mari Gold</i>	<i>Mawar</i>
<i>Predicted</i>	<i>Aster</i>	19	6	3	9	2
	<i>Busy lizzie</i>	0	14	0	0	1
	<i>Dahlia</i>	2	1	18	0	0
	<i>Mari Gold</i>	0	0	0	12	0
	<i>Mawar</i>	0	0	0	0	18

TABEL III. CONFUSION MATRIX TANPA SEGMENTASI K-NN (105 CITRA TEST 250 CITRA TRAINING)

		<i>True Values (Actual)</i>				
		<i>Aster</i>	<i>Busy lizzie</i>	<i>Dahlia</i>	<i>Mari Gold</i>	<i>Mawar</i>
<i>Predicted</i>	<i>Aster</i>	18	5	3	5	3
	<i>Busy lizzie</i>	0	15	0	0	0
	<i>Dahlia</i>	3	1	14	1	2
	<i>Mari Gold</i>	0	0	0	15	0
	<i>Mawar</i>	0	0	4	0	16

Pengujian dihitung berdasarkan tabel *confussion matrix* untuk mencari nilai akurasi, *recall* dan *precision* dimana hasil perhitungan *confusion matrix* terlihat pada tabel III tanpa segmentasi dengan hanya menggunakan metode *K-NN*. Tingkat akurasi mencapai 74%, pengujian berdasarkan *recall* mencapai 87% dan pengujian berdasarkan *precision* yaitu 77%.

3) Pengujian Cross Validation Segmentasi K-Means dan K-NN

Pengujian dihitung berdasarkan tabel *confussion matrix* untuk mencari nilai akurasi, *recall* dan *precision* dimana hasil perhitungan *confusion matrix* terlihat pada tabel 4 segmentasi dengan menggunakan metode gabungan *K-Means* dan *K-NN*. Tingkat akurasi mencapai 88%, pengujian berdasarkan *recall* mencapai 85% dan pengujian berdasarkan *precision* yaitu 88%.

4) Pengujian Cross Validation Segmentasi Hanya K-NN

Pengujian dihitung berdasarkan tabel *confussion matrix* untuk mencari nilai akurasi, *recall* dan *precision* dimana hasil perhitungan *confusion matrix* terlihat pada tabel IV segmentasi dengan menggunakan metode hanya *K-NN*. Tingkat akurasi mencapai 77%, pengujian berdasarkan *recall* mencapai 86% dan pengujian berdasarkan *precision* yaitu 77%.

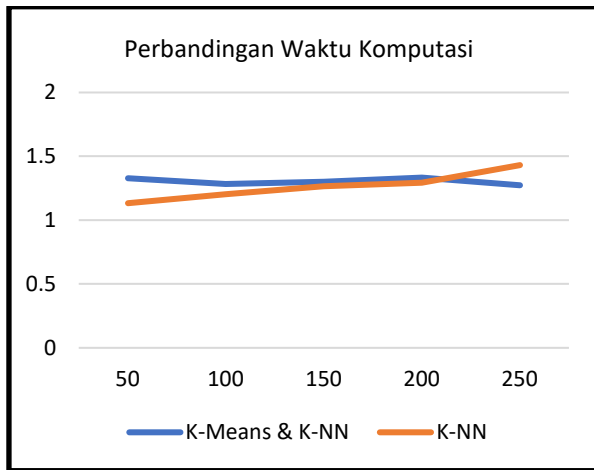
5) Perbandingan Waktu Komputasi Tanpa Segmentasi K-Means & K-NN dan hanya K-NN

TABEL IV. CONFUSION MATRIX TANPA SEGMENTASI K-MEANS & K-NN (105 CITRA TEST 250 CITRA TRAINING)

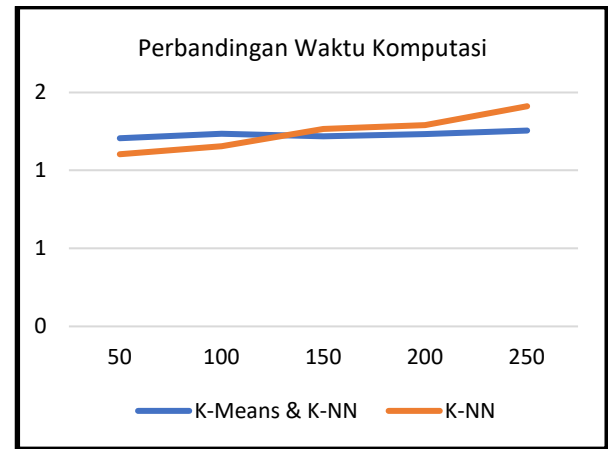
		<i>True Values (Actual)</i>				
		<i>Aster</i>	<i>Busy lizzie</i>	<i>Dahlia</i>	<i>Mari Gold</i>	<i>Mawar</i>
<i>Predicted</i>	<i>Aster</i>	19	3	3	3	1
	<i>Busy lizzie</i>	0	16	0	0	0
	<i>Dahlia</i>	1	2	18	0	1
	<i>Mari Gold</i>	1	0	0	18	0
	<i>Mawar</i>	0	0	0	0	19

TABEL V. CONFUSION MATRIX TANPA SEGMENTASI K-NN (105 CITRA TEST 250 CITRA TRAINING)

		<i>True Values (Actual)</i>				
		<i>Aster</i>	<i>Busy lizzie</i>	<i>Dahlia</i>	<i>Mari Gold</i>	<i>Mawar</i>
<i>Predicted</i>	<i>Aster</i>	20	2	2	9	5
	<i>Busy lizzie</i>	0	16	0	0	0
	<i>Dahlia</i>	1	3	19	0	2
	<i>Mari Gold</i>	0	0	0	12	0
	<i>Mawar</i>	0	0	0	0	14



Gambar 3. Perbandingan waktu komputasi tanpa segmentasi *K-Means & K-NN* dan hanya *K-NN*



Gambar 4. Perbandingan waktu komputasi segmentasi *K-Means & K-NN* dan hanya *K-NN*

Gambar 3 merupakan perbandingan nilai rata-rata dari tanpa segmentasi gabungan metode dari algoritma *K-Means & K-NN* dimana mendapatkan hasil waktu komputasi yaitu 1,303 detik, sedangkan nilai rata-rata dari tanpa segmentasi hanya menggunakan metode dari algoritma *K-NN* mendapatkan hasil waktu komputasi yaitu 1,265 sehingga terlihat bahwa waktu komputasi paling cepat ada pada tanpa segmentasi menggunakan metode *K-NN*.

6) *Perbandingan Waktu Komputasi Segmentasi K-Means & K-NN dan hanya K-NN*

Gambar 4 merupakan perbandingan nilai rata-rata menggunakan metode segmentasi citra dengan gabungan metode dari algoritma *K-Means & K-NN* yaitu 1,230 detik, sedangkan nilai rata-rata dari hanya menggunakan metode *K-NN* adalah 1,245 sehingga terlihat bahwa waktu komputasi paling cepat ada segmentasi menggunakan metode pada *K-NN*.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dalam pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Implementasi pengelompokan citra pada pengklasifikasian jenis bunga berdasarkan fitur warna dan bentuk yang telah di ekstrak untuk mendapatkan hasil akhir berupa kategori jenis bunga pada tujuan dari penelitian ini telah berhasil dilakukan. Metode yang digunakan untuk pengelompokan *Clustering* adalah algoritma *K-Means* dan metode klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbors* untuk memprediksi kategori dari jenis bunga. Pengujian yang dilakukan berdasarkan dengan *dataset* yang digunakan yaitu data *test* sebanyak 20, 40, 60, 85 dan 105 citra bunga 30% banding data *training* sebanyak 50, 100, 150, 200 dan 250 citra bunga 70%. Pengujian dengan menggunakan metode *K-Means Clustering & K-Nearest Neighbors Classification* dan hanya menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* tanpa segmentasi mendapatkan hasil tingkat akurasi paling tinggi 77%

sedangkan dengan menggunakan segmentasi mendapat tingkat akurasi 85%. Tingkat akurasi lebih tinggi adalah menggunakan metode gabungan dari metode *K-Means Clustering & K-Nearest Neighbors Classification Clustering & K-Nearest Neighbors Classification* dan hanya menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* tanpa segmentasi mendapatkan hasil tingkat akurasi paling tinggi 77% sedangkan dengan menggunakan segmentasi mendapat tingkat akurasi 85%. Tingkat akurasi lebih tinggi adalah menggunakan metode gabungan dari metode *K-Means Clustering & K-Nearest Neighbors Classification* dibandingkan hanya menggunakan metode *K-Nearest Neighbors Classification*. Pengujian nilai rata-rata waktu komputasi perbandingan antara metode *K-Means & K-Nearest Neighbors* dan hanya metode *KNN* tanpa segmentasi mendapatkan hasil waktu komputasi paling cepat 1,265 detik sedangkan menggunakan segmentasi 1,230 detik sehingga waktu komputasi paling cepat dengan menggunakan metode gabungan. Pengujian *recall* dan *precision* mendapatkan hasil paling tinggi 88% dan 85% dengan menggunakan metode segmentasi *K-Means & K-Nearest Neighbors*.

B. Saran

Beberapa Saran yang ingin disampaikan untuk pengembangan penelitian ini adalah sebagai berikut. Penelitian lanjutan dapat menggunakan citra yang berbeda sebagai *data set* dalam pengembangan penelitian yang berkaitan dengan *Clustering* dan klasifikasi ini. Pengembangan penelitian ini juga bisa menggunakan metode *Clustering* dan klasifikasi lain atau algoritma lain yang mungkin dapat menghasilkan akurasi yang lebih baik. Penelitian berikutnya dapat menggunakan komputer dengan spesifikasi RAM yang lebih tinggi untuk mendapatkan waktu komputasi yang lebih cepat.

KUTIPAN

[1] T. Sutoyo, *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi, 2009.
 [2] I. dan A. Angriani, "Segmentasi Citra dengan Metode Threshold pada Citra Digital Tanaman Narkotika," *Segmentasi Citra dengan Metod. Threshold pada Citra Digit. Tanam. Nark.*, 2015.

- [3] OpenCV, “Interactive Foreground Extraction using GrabCut Algorithm [Online].” [Online]. Available: <https://opencv.org>.
- [4] J.R. Parker, *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*. Brazil, 2011.
- [5] Keras, “The Python Deep Learning Library [Online].” [Online]. Available: <https://keras.io/>.
- [6] L. Samuel Arthur, *Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers*. IBM, 1959.
- [7] P.N. Tan, *Introduction to Data Mining*. Boston: Pearson Education, 2006.
- [8] A.K. Jain, *Data Clustering: 50 Years Beyond K-Means*. Pattern Recognition Letters, 2009.
- [9] M. K. dan J. P. J. Han, *Data Mining Concept and Techniques*, 3rd ed. Amsterdam: Morgan Kaufmann-Elsevier, 2012.
- [10] L. D. dan D. Yu, *Deep Learning: Methods and Applications*. Foundations and Trends in Signal Processing, 2014.
- [11] K. Simonyan dan A. Zisserman, *Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition*. San Diego: ICLR, 2015.

TENTANG PENULIS



Diana Theresa Worung, lahir di Manado pada tanggal 4 September 1997 dari pasangan Bapak Ignasius Petrus Worung dan Ibu Sofietje Tampun. Penulis merupakan anak bungsu dari tiga bersaudara. Penulis sekarang bertempat tinggal di Desa Pineleng Dua, Jaga Tujuh, Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Katolik ST. Fransiskus Xaverius Pineleng pada tahun 2009, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Katolik Pax Christi Manado lulus pada tahun 2012, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Katolik Rex Mundi Manado pada tahun 2015. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan di salah satu perguruan tinggi Manado yaitu Universitas Sam Ratulangi dengan mengambil Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Elektro. Selama kuliah penulis juga tergabung dalam organisasi mahasiswa yaitu, Himpunan Mahasiswa Elektro (HME), tergabung dalam anggota Unsrat IT Community (UNITY), Keluarga Mahasiswa Katolik Teknik Unsrat, tergabung dalam kepengurusan himpunan Mahasiswa Elektro serta tergabung dalam kepengurusan Lab Teknologi Basis Data dan berhasil menyelesaikan studi S1 pada Juni 2019 dengan hasil yang baik.