

Penerapan Metode *Content-Based Image Retrieval* untuk Pengenalan Jenis Bunga

Tessa S. Warongan¹⁾, Sherwin R. U. A. Sompie²⁾, Agustinus Jacobus³⁾

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

E-mail: 14021106028@student.unsrat.ac.id¹⁾, aldo@unsrat.ac.id²⁾, a.jacobus@unsrat.ac.id³⁾

Abstrak – *Content-Based Image Retrieval (CBIR)* adalah suatu metode yang dikembangkan dari *image retrieval* untuk mencari gambar dari suatu *database* gambar yang besar. Penelitian ini menerapkan metode *Content-Based Image Retrieval (CBIR)* untuk membangun aplikasi pengenalan jenis bunga. Output yang akan dihasilkan dari aplikasi pengenalan jenis bunga ini yaitu urutan dari gambar-gambar bunga dimulai dari gambar yang memiliki tingkat kemiripan paling tinggi dengan gambar *query*. Dimana hasil yang akan di *retrieve* akan menampilkan informasi berupa gambar dan nama gambarnya, serta nilai kemiripan. *Euclidean Distance* adalah algoritma yang digunakan untuk menghitung nilai kemiripan. Penelitian ini menggunakan 250 citra *dataset* dari 5 jenis bunga lokal kota Tomohon, Sulawesi Utara. Pengujian dari penelitian ini dihitung dengan menggunakan *recall* dan *precision*, dengan hasil yang didapat yaitu rata-rata *recall* dengan nilai kemiripan mencapai 72.2% dan *precision* juga mencapai 72.2%.

Kata kunci : Bunga; Citra; *Content-Based Image Retrieval (CBIR)*; *Euclidean Distance*; *Image Retrieval*; *Image Similarity*; Keras; *Tensorflow*;

Abstract - *Content-Based Image Retrieval (CBIR)* is a method developed from *image retrieval* to search images from a large *image database*. This study applies the *Content-Based Image Retrieval (CBIR)* method to build applications for the introduction of flower types. The output that will be generated from this is the sequence of flower images starting from the image that has the highest level of similarity with the query image. Where the results to be retrieved will display information in the form of images and image names, and similarity values. *Euclidean Distance* is an algorithm used to calculate similarity values. The dataset uses for this study is 250 images from 5 types of local flowers in Tomohon, North Sulawesi. Tests from this study are calculated using *recall* and *precision* technique, which the results is the average of *recall* reaching 72.2% and *precision* also reaching 72.2% for the similarity values.

Keywords: Flower; Image; *Content-Based Image Retrieval (CBIR)*; *Euclidean Distance*; *Image Retrieval*; *Image Similarity*; Keras; *Tensorflow*;

I. PENDAHULUAN

Bunga yang tumbuh di Indonesia yang beriklim tropis tidak sama dengan bunga yang tumbuh di negara lain yang memiliki iklim berbeda. Begitu juga di Indonesia sendiri, dimana bunga pada suatu daerah walaupun dengan jenis yang sama tapi bisa berbeda-beda dengan yang tumbuh di daerah lain. Untuk itu perlu adanya upaya pengembangan dalam hal pengenalan jenis

bunga. Tomohon merupakan salah satu kota yang berada di Sulawesi Utara, Indonesia. Dengan potensi tumbuh bunga yang sangat baik, sehingga banyak yang tumbuh dan dibudidayakan di Kota Tomohon yang sekarang ini dikenal dengan sebutan kota bunga.

Pengenalan objek bisa dilakukan dengan *image retrieval*. Dimana *image retrieval* adalah salah satu teknik suatu sistem komputer untuk melakukan pencarian dan *retrieval* untuk gambar dari suatu *database* gambar. *Image Retrieval* sudah berkembang dan mulai banyak digunakan. Salah satu metode yang dikembangkan dari *image retrieval* ini adalah *Content-Based Image Retrieval (CBIR)*. *Content-based Image Retrieval* diperlukan sebagai salah satu metode pencarian gambar dari *database* gambar yang besar, dengan menganalisa fitur-fitur seperti warna, bentuk, tekstur, atau informasi lainnya. Metode *Content-Based Image Retrieval* dapat digunakan dalam pengembangan pengenalan jenis bunga.

Dari latar belakang yang ada maka, perlu dikembangkan suatu aplikasi pengenalan jenis bunga dengan menerapkan metode *Content-Based Image Retrieval*. Dalam upaya pengembangan pengenalan jenis bunga ini maka, akan menggunakan objek citra bunga yaitu beberapa jenis bunga lokal yang bisa di temui di daerah Tomohon, Sulawesi Utara.

A. Citra

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua dimensi dan merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya. Bayangan objek tersebut adalah citra yang terekam.

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, *analog* berupa sinyal video seperti gambar pada monitor *televise* atau *digital* yang dapat langsung disimpan pada suatu pita *magnetic* [1].

B. Bunga

Bunga adalah struktur reproduksi seksual pada tumbuhan berbunga (*divisio magnoliophyta* atau *angiospermae*, "tumbuhan berbiji tertutup") [2]. Bunga memiliki organ reproduksi yaitu, benang sari dan putik.

C. *Image Retrieval*

Image Retrieval atau pengambilan citra adalah suatu

sistem komputer untuk menelusuri (*browsing*), mencari (*searching*), dan pengambilan citra (*image retrieval*) dari suatu *database* yang besar pada *digital images* [3].

D. Content-Based Image Retrieval

Pencarian citra berdasarkan *content* citra disebut dengan *Content-Based Image Retrieval* (CBIR) [4]. *Content-based image retrieval* (CBIR) adalah teknik pencarian gambar dari *database* gambar yang besar dengan menganalisa fitur-fitur dari gambar konten seperti warna, bentuk, tekstur, atau informasi lainnya yang bisa diekstrak dari gambar [5]. Terdapat 3 tahap fundamental pada *content-based image retrieval*, yaitu tahap ekstraksi fitur dari gambar, penyimpanan fitur, dan pencarian gambar [6].

E. Deep Learning

Menurut Yu [7], *deep learning* merupakan kelas dari algoritma *machine learning* yang menggunakan *multiple layers* dari unit pemrosesan nonlinear untuk ekstraksi fitur dan transformasi. *Deep learning* dapat melakukan pembelajaran dalam *supervised learning* (contohnya, klasifikasi) dan *unsupervised learning* (contohnya, *pattern analysis*). Model *deep learning* terinspirasi dari pola pemrosesan informasi dan komunikasi dalam sistem saraf biologis namun memiliki berbagai perbedaan dari bidang struktural dan fungsional dari otak biologis manusia. *Deep Learning* sudah mulai banyak digunakan seperti dalam bidang *Computer Vision*, *Speech Recognition*, dan *Image Recognition*.

F. Convolutional Neural Network

Penelitian Hubel dan Wiesel [8] adalah awal dari penemuan CNN, yaitu *visual cortex* pada indera penglihatan kucing dimana terdapat 2 tipe dasar *visual* dari sel saraf pada otak yang berperan berbeda yaitu sel sederhana (*S cell*) dan sel kompleks (*C cell*). Sel sederhana aktif, contohnya, ketika sel-sel tersebut mengidentifikasi bentuk dasar sebagai garis-garis pada area yang ditentukan dan *angle* yang spesifik. Sedangkan untuk sel kompleks memiliki bidang reseptif yang lebih luas dan *output* mereka tidak sensitif untuk posisi yang spesifik pada bidang. Sel kompleks terus untuk melanjutkan untuk merespon terhadap suatu stimulus, walaupun posisi absolut pada retina berubah.

CNN menggunakan operasi konvolusi untuk mentransform gambar *input* ke *output*. Langkah dari operasi konvolusi adalah mengalikan dan menjumlahkan nilai *pixel* dari sumber gambar dengan nilai dari *filter*.

G. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition (VGG16)

Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition adalah model dengan *weight* (bobot) yang dilatih dengan *dataset ImageNet*. *ImageNet* adalah *database* gambar yang berisi *thumbnails* dan *URL* gambar, sama seperti yang dilakukan mesin pencari gambar yang dikelola untuk hirarki *WordNet*. *Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image*

Recognition (VGG16) awalnya adalah pemenang dari kompetisi *Imagenet Large Scale Visual Recognition Challenge* (ILSVRC) untuk mengevaluasi algoritma untuk *object detection* dan *image classification* dalam skala besar.

H. Similarity Measurement

Similarity Measurement adalah proses pengukuran kemiripan suatu objek terhadap objek acuan. Dalam *Similarity Measurement* akan dilakukan pengukuran jarak (*distance*), dimana semakin meningkat jarak (*distance*) antara dua objek, maka semakin berbeda dua objek tersebut, *distance* biasanya adalah ukuran dari ketidakmiripan [9].

I. Euclidean Distance

Euclidean Distance adalah algoritma yang digunakan untuk menghitung jarak antara dua objek, yaitu dengan menghitung selisih jarak antara dua buah vektor yang akan dibandingkan seperti pada rumus (1) yang akan digunakan untuk pengenalan objek.

$$d_e = \sqrt{\sum_{k=1}^m (fd_{i,k} - k_j)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

d_e = jarak Euclidean
 $fd_{i,k}$ = data training
 k_j = data bunga uji
 m = jumlah data latih

Dengan menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor, sehingga jika jarak semakin kecil maka vektor masukan dan vektor acuan akan semakin mirip dengan hasil yang dimiliki adalah nilai yang paling kecil.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Data dari penelitian ini berupa citra berwarna yang diambil dengan kamera telepon genggam, dengan objek bunga pada citra yang akan digunakan untuk proses pengenalan bunga. Citra yang diambil dengan objek bunga didalamnya yaitu dengan beragam posisi dan beragam tingkat pencahayaan. Dalam penelitian ini data citra yang diambil yaitu dengan objek bunga *aster*, *bougenville*, kana, mawar, dan *merry gold*.

Gambar 1 adalah beberapa contoh data citra yang berhasil diambil, dimana data citra ini akan diolah sebagai *dataset* dalam penelitian ini.

Tabel I menampilkan jumlah bunga dari masing-masing jenis yaitu *Aster*, *Bougenville*, Kana, Mawar, dan *Merry Gold*. Terdapat 50 gambar bunga untuk setiap jenisnya. Sehingga total keseluruhan semua data yang ada yaitu 250 data gambar bunga. Tabel II adalah perangkat dan spesifikasinya yang digunakan dalam penelitian ini.

TABEL I. JUMLAH DATA GAMBAR BUNGA

No.	Nama Bunga	Jumlah
1	Aster	50
2	Bougenville	50
3	Kana	50
4	Mawar	50
5	Merry Gold	50



Gambar 1 Sampel data citra yang diambil

B. Desain Aplikasi

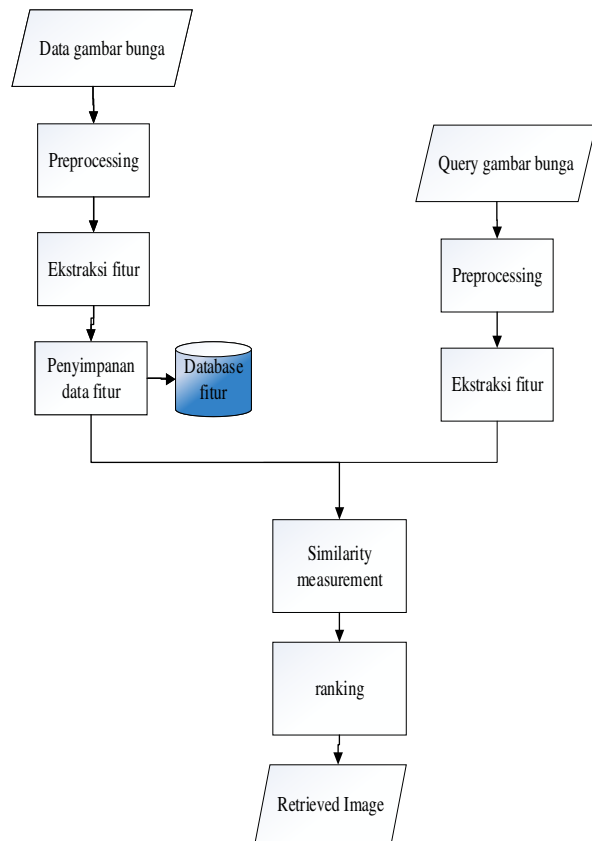
Berikut adalah desain aplikasi pengenalan jenis bunga yang dibuat.

1) Preprocessing

Gambar bunga yang diupload sebagai gambar jenis kemudian akan disimpan didalam database dan diproses untuk selanjutnya dapat melalui tahapan ekstraksi fitur. Data gambar bunga yang sudah diupload akan melewati tahap preprocessing sebelum masuk ke tahapan ekstraksi fitur, yaitu tahap untuk meningkatkan kualitas gambar. Gambar akan mengalami transformasi untuk menghasilkan fitur penting dari sebuah gambar. Preprocess data dalam hal ini menggunakan keras, dimana image akan diresize menjadi 224x224 untuk memenuhi aturan input VGG16, serta memastikan gambar masukan adalah gambar berwarna (RGB). Selanjutnya gambar diproses kedalam bentuk array, dimana array dari gambar sebagai input ini adalah substraksi nilai rata-rata dari setiap pixel. Begitu juga dengan gambar yang dimasukkan sebagai gambar query, dimana gambar tersebut akan melewati proses preprocessing ini sebelum memasuki tahapan ekstraksi fitur.

TABEL II. PERANGKAT YANG DIGUNAKAN

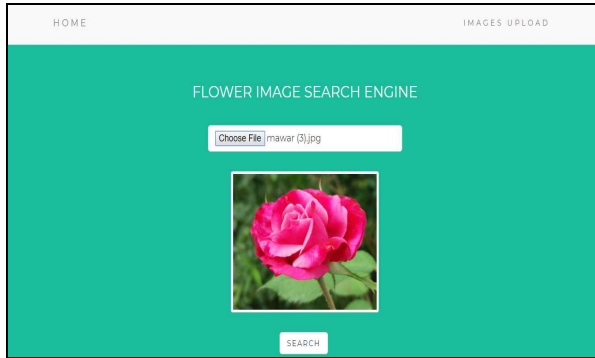
No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Laptop (RAM 4GB)	VGA: Intel® UHD Graphics 620 Tipe Laptop: Acer Aspire E5-476G Processor: Intel® Core™ i5-8250U CPU @ 1.60GHz, (8 CPUs), ~1.8GHz Sistem operasi: Windows 10
2	Laptop (RAM 8GB)	VGA: Intel® UHD Graphics 4600 Tipe Laptop: LENOVO Processor: Intel® Core™ i5-4200M CPU @ 2.50GHz, (4 CPUs), ~2.5GHz Sistem operasi: Windows 10



Gambar 2. Desain Aplikasi Pengenalan Jenis Bunga

2) Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur adalah tahapan untuk mengambil fitur-fitur yang terdapat dalam gambar. Proses ekstraksi fitur dalam hal ini yaitu, akan diambil fitur-fitur dari gambar bunga yang diupload dengan menggunakan layer Feature Extraction dari VGG16 sebagai pre-trained model dari Keras yang digunakan untuk ekstraksi fitur. Model VGG16 merupakan model dengan teknik CNN, dimana CNN menggunakan operasi konvolusi untuk mentransform gambar input menjadi output. Langkah dari operasi konvolusi adalah dengan mengalikan dan menjumlahkan nilai pixel dari sumber gambar dengan nilai dari filter yaitu, bagian-bagian dari gambar tersebut. Setelah setiap pixel sudah melalui semua proses konvolusi maka akan didapatkan hasil berupa fitur dalam bentuk feature map. Data fitur dari gambar ini selanjutnya akan disimpan kedalam database bersama dengan informasi dari gambar tersebut.



Gambar 3. Search Menu

3) Similarity Measurement

Tahapan *similarity measurement* adalah tahap dimana akan dilakukan perbandingan fitur gambar *query* dengan fitur pada gambar jenis dalam *database*. *Similarity measurement* dalam hal ini menggunakan penghitungan dengan *Euclidean distance* untuk mengukur kemiripan dari data *query* dengan data gambar jenis dalam *database*, dengan membandingkan fitur-fitur (*feature map*) yang telah diekstraksi untuk setiap gambar jenis dalam *database* dengan gambar *query* yang diupload.

4) Ranking

Selanjutnya, akan dilakukan *ranking* untuk mengurutkan gambar jenis mulai dari yang paling mirip dengan gambar *query*. Setelah tahap ini selesai, maka gambar-gambar jenis dalam *database* akan dikembalikan ke *user* yang terurut mulai dari gambar jenis yang memiliki nilai paling mirip dengan gambar *query* sebagai hasil *retrieval*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

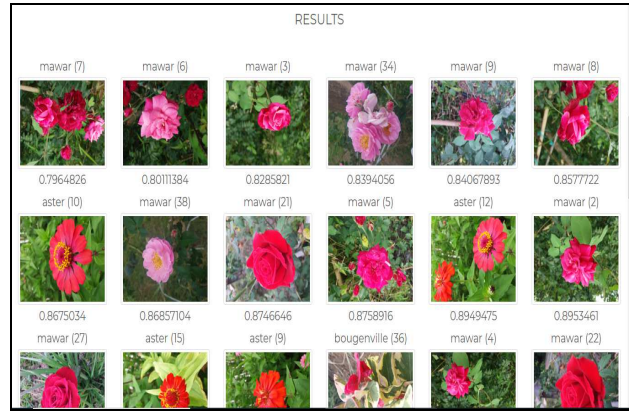
A. Pengujian

Aplikasi pengenalan jenis bunga dengan metode *Content-Based Image Retrieval* ini diuji menggunakan dua parameter utama yaitu *recall* dan *precision*.

Aplikasi pengenalan jenis bunga ini menggunakan algoritma *Euclidean distance* untuk menghitung nilai kemiripannya. Nilai pada gambar dalam *database* yang mendekati 0 (nol) maka adalah gambar yang paling mirip dengan gambar *query* sehingga nilai yang paling tidak mendekati angka 0 merupakan gambar yang paling tidak mirip.

Pengujian yang dilakukan adalah berdasarkan banyaknya hasil yang di *retrieve*, yaitu banyaknya hasil *retrieval* sama dengan banyaknya gambar dari setiap jenis bunga dalam *database*. Terdapat 50 gambar untuk setiap jenis bunga dalam *database*. Setiap pengujian akan dihitung jumlah citra relevan yang diterima, total jumlah citra yang diterima, *error* (citra tidak relevan yang diterima), dan citra relevan dalam *database*.

Gambar 3 adalah tampilan menu *search* dimana *user* dapat memasukkan gambar *query* untuk melakukan pencarian sehingga hasil yang akan diterima oleh *user* berupa urutan gambar yaitu, mulai dari yang gambar yang paling mirip dengan gambar *query* seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Retrieved Images

1) Recall

Recall adalah rasio antara jumlah citra yang relevan yang berhasil ditemukembali oleh sistem dari seluruh citra relevan yang ada didalam sistem (rumus (2)).

$$\text{Recall: } \frac{\text{jumlah citra relevan yang diterima}}{\text{total jumlah citra yang relevan di database}} \quad (2)$$

2) Precision

Precision adalah rasio citra relevan yang berhasil ditemukembali dari seluruh citra yang ditemukembali (rumus (3)).

$$\text{Precision: } \frac{\text{jumlah citra relevan yang diterima}}{\text{total jumlah citra yang diterima}} \quad (3)$$









3) Pengujian Aplikasi Pengenalan Jenis Bunga pada Laptop dengan RAM 4GB

Pengujian dari Tabel III menunjukkan hasil *retrieval* dari 10 pengujian yang dilakukan. Untuk hasil *recall* yang diperoleh dengan membagi jumlah relevan yang diterima dengan total jumlah citra dalam *database* menghasilkan *recall* tertinggi yaitu pada pengujian 7 dengan nilai 82%. Semakin tinggi nilai *recall*, maka gambar yang *retrieve* dari sistem semakin baik nilainya. Sedangkan, hasil *precision* yang diperoleh adalah dengan membagi jumlah relevan yang diterima dengan total jumlah citra yang diterima, dimana nilai tertinggi untuk hasil *precision* juga terdapat pada pengujian 7 dengan nilai 82% dimana semakin tinggi nilai *precision* maka tingkat ketepatan hasil pencarian adalah semakin baik. Sehingga rata-rata nilai *recall* dan *precision* yang dihasilkan dari pengujian ini adalah 72.2% dengan rata-rata untuk waktu pencarian adalah 0.8089 *seconds*.



4) Pengujian Aplikasi Pengenalan Jenis Bunga pada Laptop dengan RAM 8GB

Hasil pengujian pada Tabel IV dengan penggunaan RAM 8GB menunjukkan hasil *recall* dan *precision* yang sama dengan penggunaan RAM 4GB seperti pada Tabel 4.1 dengan rata-rata *recall* dan *precision* adalah sama yaitu 72.2%. Waktu komputasi yang dihasilkan dengan penggunaan RAM 8GB menunjukkan nilai waktu yang berbeda. Dengan rata-rata komputasi pada RAM 8 GB adalah 0.8342 *seconds*.

TABEL III. HASIL PENGUJIAN APLIKASI PENGENALAN JENIS BUNGA (RAM 4GB)

No.	Jenis	Query	Jumlah relevan diterima	Jumlah diterima	Jumlah relevan di database	Error	Recall	Precision	Time
1	Aster		40	50	50	10	80%	80%	1.222s
2	Aster		39	50	50	11	78%	78%	0.901s
3	Bougeville		34	50	50	16	68%	68%	0.88s
4	Bougeville		32	50	50	18	64%	64%	0.917s
5	Kana		33	50	50	17	66%	66%	0.693s
6	Kana		32	50	50	18	64%	64%	0.877s
7	Mawar		41	50	50	9	82%	82%	0.63s
8	Mawar		39	50	50	11	78%	78%	0.575s
9	Merry Gold		36	50	50	14	72%	72%	0.646s
10	Merry Gold		35	50	50	15	70%	70%	0.748s

TABEL IV. HASIL PENGUJIAN APLIKASI PENGENALAN JENIS BUNGA (RAM 8GB)

No.	Jenis	Query	Jumlah relevan diterima	Jumlah diterima	Jumlah relevan di database	Error	Recall	Precision	Time
1	Aster		40	50	50	10	80%	80%	1.096s
2	Aster		39	50	50	11	78%	78%	0.844s
3	Bougeville		34	50	50	16	68%	68%	0.838s
4	Bougeville		32	50	50	18	64%	64%	0.856s
5	Kana		33	50	50	17	66%	66%	0.84s
6	Kana		32	50	50	18	64%	64%	0.756s
7	Mawar		41	50	50	9	82%	82%	0.72s
8	Mawar		39	50	50	11	78%	78%	0.732s
9	Merry Gold		36	50	50	14	72%	72%	0.932s
10	Merry Gold		35	50	50	15	70%	70%	0.728s

5) *Pengujian Waktu Komputasi Aplikasi*

Dari hasil pengujian waktu komputasi pada *laptop* RAM 4GB (Tabel III) dan RAM 8GB (Tabel IV) maka, pada Tabel V bisa dilihat selisih waktu pada setiap pengujian dimana tidak semua proses pengujian yang mengalami peningkatan dalam waktu komputasinya. Meskipun demikian, penggunaan RAM yang lebih tinggi dari RAM yang digunakan pada pengujian ini memungkinkan bisa didapatkannya waktu komputasi yang lebih rendah sehingga waktu pencarian akan semakin baik.

TABEL V. WAKTU KOMPUTASI PENGUJIAN APLIKASI

No. Pengujian	Waktu Komputasi (RAM 4GB)	Waktu Komputasi (RAM 8GB)	Selisih Waktu Komputasi
1	1.222s	1.096s	0.126s
2	0.901s	0.844s	0.057s
3	0.88s	0.838s	0.042s
4	0.917s	0.856s	0.061s
5	0.693s	0.84s	0.147s
6	0.877s	0.756s	0.121s
7	0.63s	0.72s	0.09s
8	0.575s	0.732s	0.157s
9	0.646s	0.932s	0.286s
10	0.748s	0.728s	0.02s
Rata-rata	0.8089s	0.8342s	0.0253s

IV. PENUTUP

A. *Kesimpulan*

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini yaitu penerapan metode *Content-Based Image Retrieval* untuk pengenalan jenis bunga ini maka, penulis dapat menyimpulkan bahwa:

- 1) Penerapan *Content-Based Image Retrieval* berhasil dilakukan dalam pengenalan jenis bunga.
- 2) Fungsi penghitungan kemiripan menggunakan algoritma *Euclidean Distance* berhasil diimplementasikan kedalam aplikasi sistem pengenalan jenis bunga.
- 3) Pengujian yang dilakukan dengan berdasarkan dari banyaknya jumlah hasil *retrieval*, dalam hal ini sebanyak 50 gambar, yang sesuai dengan banyaknya gambar jenis bunga dalam *database* menghasilkan rata-rata *recall* sebesar 72.2 % dan rata-rata *precision* 72.2 %.
- 4) Rata-rata waktu pencarian yang didapat dari hasil pengujian berdasarkan banyaknya jumlah dari hasil *retrieval* sebanyak 50 gambar pada *laptop* dengan RAM 4GB adalah 0.8089 detik dan untuk RAM 8GB 0.8342 detik.
- 5) Penggunaan RAM yang lebih tinggi dari RAM yang telah digunakan dalam pengujian ini memungkinkan bisa didapatkannya waktu komputasi yang lebih rendah.

B. *Saran*

Beberapa saran yang ingin disampaikan penulis yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini, yaitu:

- 1) Penelitian lanjutan dalam pengembangan CBIR ini dapat dikembangkan lagi menggunakan algoritma lain yang mungkin dapat menghasilkan akurasi yang lebih tinggi sehingga hasil yang akan didapatkan semakin baik.
- 2) Penelitian lanjutan bisa dikembangkan dengan menggunakan *platform* lain seperti *Android*.
- 3) Dapat menggunakan citra-citra yang berbeda sebagai *dataset* dalam pengembangan aplikasi ini.

KUTIPAN

- [1] R. Munir, Pengolahan Citra Digital, Bandung, Andi, 2004.
- [2] S. Ajie. Analisis Deteksi Tepi Untuk Mengidentifikasi Pola Bunga, Semarang, Teknik Elektro Universitas Diponegoro, 2010.
- [3] Maria, Temu Kembali Informasi dengan Keyword, Universitas Airlangga, 2010.
- [4] R. S. Torres dan A. X. Falcão, Content-Based Image Retrieval: Theory and Applications, Institute of Computing, State University of Campinas, Campinas, SP, Brazil, 2006.
- [5] B. Singh, dan W. Ahmad, Content-Based Image Retrieval: A Review Paper, International Journal of Computer Science and Mobile Computing, volume 3, issue 5, 2014.
- [6] K. Arthi, dan J. Vijayaraghavan, Content-Based Image Retrieval Algorithm using Colour Model, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, volume 2, issue 3, 2013.
- [7] L. Deng, dan D. Yu, "Deep Learning: Methods and Applications", Foundations and Trends in Signal Processing, 7 (3–4): 1–199. doi:10.1561/2000000039, 2014.
- [8] D. Hubel, dan T. Wiesel, Receptive Fields and Functional Architecture of Monkey Striate Kortex, Journal of Physiology, London, 195, 215-243, 1968.
- [9] A. C. Rancher, Methods of Multivariate Analysis Second Edition. JohWiley & Sons. California, 2004.

TENTANG PENULIS



Tessa Sonia Waarongan adalah nama lengkap dari penulis. Saya merupakan anak bungsu dari lima bersaudara yang lahir di Tomohon, 21 September 1996 dari pasangan (Alm) Jantje Waarongan dan Annie Kaunang.

Saya mulai menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Inpres Kinilow (2002-2008). Setelah itu saya melanjutkan

pendidikan di SMP Negeri 2 Tomohon (2008-2011), dan menempuh jenjang pendidikan ke sekolah menengah atas di SMA Kristen 1 Tomohon (2011-2014).

Setelah itu, pada tahun 2014 saya melanjutkan pendidikan pada salah satu perguruan tinggi yang berada di Manado, Sulawesi Utara yaitu Universitas Sam Ratulangi dengan mengambil Program Studi S1 Teknik Informatika di Jurusan Elektro Fakultas Teknik. Semasa kuliah saya tergabung dalam beberapa organisasi kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME UNSRAT), Unit Pelayanan Kerohanian Kristen Fakultas Teknik (UPK Kr. FT UNSRAT), dan menjadi anggota dalam UNSRAT IT *Community* (UNITY). Dan akhirnya saya berhasil menyelesaikan studi S1 pada November 2018 dengan hasil yang baik.