HASIL CEK_Sri Winiarti, Moch Yulianto Andi Saputro, Sunardi

by Sri Winiarti, Moch Yulianto Andi Saputro, Sunardi : Klasifikasi; Bangunan Heritage; Ornamen; Convolu

Submission date: 15-Aug-2022 11:23AM (UTC+0700)
Submission ID: 1882625678
File name: Mengidentifikasi_Jenis_Bangunan_Heritage_Berdasarkan_Ornamen.pdf (585.71K)
Word count: 4337
Character count: 26771

1
JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA
Volume 5, Nomor 3, Juli 2021, Page 831-837
ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online)
Available Online at https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib
DOI 10.30865/mib.v5i3.3058

Deep Learning dalam Mengindetifikasi Jenis Bangunan *Heritage* dengan Algoritma *Convolutional Neural Network*

Sri Winiarti*, Mochammad Yulianto Andi Saputro[1], Sunardi[2,*]

[1] Fakultas Teknologi Industri, Teknik Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
[2] Fakultas Teknologi Industri, Magister Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
Email: [1]sri.winiarti@tif.uad.ac.id, [2]y.andisaputro47@gmail.com, [3,*]sunardi@mti.uad.ac.id
Email Penulis Korespondensi: sunardi@mti.uad.ac.id

Abstrak−Bangunan *heritage* merupakan bangunan yang memiliki corak khas atau tradisi dari suatu budaya yang kegiatannya dilakukan terus menerus hingga sekarang dan dijadikan ciri khas dari budaya tersebut. Permasalahan yang terjadi di dalam masyarakat adalah kurangnya pengetahuan untuk mengenal jenis bangunan *heritage* serta dokumentasi digital yang kurang. Masalah lain yang terjadi dalam mengidentifikasi bangunan *heritage* ditemukan kemiripan antar bangunan *heritage* dengan bangunan baru yang meniru gaya arsitektur bangunan heritage dari ornemen. Hal ini dapat menimbulkan keraguan dalam informasi terkait sejarah bangunan *heritage* yang asli bagi masyarakat atau pengunjung. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *Convolutional Neural Network (CNN)* mengidentifikasi jenis bangunan *heritage*. Manfaat dari penelitiandapat diketahui ciri suatu bangunan berdasarkan ornamen sehingga dapat digunakan untuk memperoleh informasi tentang jenis bangunan *heritage* di Indonesia. Digunakan *dataset* sebanyak 7184 citra ornamen yang berasal dari bangunan *heritage* yang diambil secara langsung di lokasi Yogyakarta, yaitu; Masjid Gede Mataram, Masjid Taqwa Wonokromo, Rumah Kalang, Joglo KH Ahmad Dahlan dan Ketandan. Perlunya dilakukan identifikasi bangunan *heritage* tersebut dikarenakan objek bangunan sewaktu-waktu dapat mengalami kepunahan, sehingga untuk mempertahankannya diperlukan dokumentasi sebagai upaya pelestarian budaya serta untuk edukasi. Berdasarkan evaluasi performa pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode *confusion matrix* dari 391 citra ornamen diperoleh hasil akurasi sebesar 98%.

Kata Kunci: Klasifikasi; Bangunan *Heritage*; Ornamen; *Convolutional Neural Network*

2
Abstract−A heritage building is a building that has a distinctive style or tradition from a culture whose activities are carried out continuously until now and are used as a characteristic of that culture. The problems that occur in the community are the lack of knowledge to recognize the types of heritage buildings and the lack of digital documentation. Another problem that occurs in identifying heritage buildings is that there are similarities between heritage buildings and new buildings that imitate the architectural style of heritage buildings from ornaments. This can raise doubts in the information related to the original history of heritage buildings for the public or visitors. This study aims to apply the Convolutional Neural Network (CNN) to identify the types of heritage buildings. The benefits of this research can be found in the characteristics of a building based on ornaments so that it can be used to obtain information about the types of heritage buildings in Indonesia. A dataset of 7184 images of ornaments from heritage buildings were used which were taken directly at the Yogyakarta location, namely; Mataram Grand Mosque, Taqwa Wonokromo Mosque, Kalang House, Joglo KH Ahmad Dahlan and Ketandan. It is necessary to identify the heritage building because the object of the building can become extinct at any time, so to maintain it, documentation is needed as an effort to preserve culture and for education. Based on the evaluation of the performance of the tests carried out using the confusion matrix method from 391 ornamental images, the results obtained are 98% accuracy.

Keywords: Classification; Heritage Building; Ornament; Convolutional Neural Network

1. PENDAHULUAN

Bangunan *heritage* atau bangunan warisan budaya adalah bangunan yang memiliki corak khas atau tradisi dari suatu budaya yang kegiatannya dilakukan terus menerus hingga sekarang dan dijadikan ciri khas dari budaya tersebut [1]. *Heritage* juga memiliki arti tradisi yang perlu dilestarikan serta dijaga dan dirawat. Bangunan heritage sendiri merupakan bangunan yang dulunya menjadi sebuah *icon* atau maskot suatu kawasan yang berada di lingkungan tersebut. Bangunan *heritage* ini bisa berupa candi, bangunan tradisional dan bangunan kolonial.

Dalam Penelitian [2] menyatakan bahwa bangunan bersejarah adalah produk peradaban manusia. Ini adalah bahan sejarah yang berharga untuk mempelajari ekonomi politik, seni budaya, dan kepercayaan agama masyarakat kuno, dan warisan sejarah dan budaya yang berharga yang tidak dapat diperbarui. Karena kategorisasi warisan budaya UNESCO, bangunan cagar budaya termasuk dalam warisan budaya tak bergerak yang berwujud [3].

Oleh karena itu, klasifikasi citra dapat digunakan dalam domain warisan arsitektur sebagai tugas penting yang digunakan untuk penilaian dan pelestarian [4][5]. Selain untuk pengolahan citra diperlukannya juga pelestarian digital karena dianggap sebagai prirotas utama untuk budaya khusunya bangunan heritage dengan cara meningkatkan alat digitalisasi berupa dokumentasi digital [6], Dalam penelitian [7] menjelaskan bahwa pendokumentasian dan pelestarian pusaka merupakan kegiatan yang terus meningkat karena beberapa alasan: pertama, pemerintah mendedikasikan lebih banyak sumber daya untuk masalah ini karena nilai sosiokultural dan dampak ekonominya di sekitar barang yang dianggap baik. Kedua, besarnya ancaman yang tinggi (degradasi alam, serangan, perang, bencana alam, polusi udara, perubahan iklim, vandalisme dan penelantaran) dan akhirnya sumber daya teknis yang tersedia semakin maju dan jauh lebih mudah diakses. Salah bentuk upaya untuk melestarikan warisan budaya dengan mengenali bangunan *heritage* yang ada di Indonesia.

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan teknologi semakin banyak salah satunya digunakan untuk dokumentasi digital dan sebagai sarana pendidikan atau pengetahuan. Penelitian yang diteliti adalah tentang

Submitted: **09/06/2021**; Accepted: **24/06/2021**; Published: **31/07/2021**

JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA
Volume 5, Nomor 3, Juli 2021, Page 831-837
ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online)
Available Online at https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib
DOI 10.30865/mib.v5i3.3058

identifikasi sebuah bangunan *heritage*, karena masih banyak masyarakat atau pelajar yang belum mengetahui mengenai jenis bangunan *heritage* yang ada di Indonesia. Bangunan *heritage* penting diketahui dan dikenal, karena bangunan ini sebagai warisan budaya bangsa yang di mana memiliki rekam jejak dan kegiatan dari pemikiran aktivitas masyarakat di masa sebelumnya serta dapat digunakan untuk edukasi bagi masyarakat untuk memahami, melaksanakan dan menjunjung tinggi nilai-nilai budaya bangsa Indonesia. Agar dokumentasi bangunan *heritage* memiliki nilai informasi yang tinggi, maka sebelum merencanakan intervensi atau perubahan terhadap suatu bangunan *heritage* dibutuhkan suatu dokumentasi paling lengkap dan lebih disukai dalam format digital untuk memudahkan pemerintah atau seseorang dalam mengelola. Dokumentasi semacam itu sesuai dengan keadaan bangunan *heritage* saat ini tetapi idealnya harus dilanjutkan ke fase selanjutnya untuk membantu tugas-tugas pemantauan dan pemeliharaan. Alasan perlunya mengenali sejarah dan budaya melalui bangunan *heritage* sebagai wujud pelestarian bangunan *heritage* di Indonesia disebabkan oleh tiga hal, yaitu;

a. terbukti bahwa administrasi memberikan kontribusi tertinggi sebagai sumber daya untuk masalah pelestarian dan pemeliharaan bangunan *heritage* ini karena memiliki nilai sosiokultural dan dampak ekonomi di sekitar barang yang dianggap baik;
b. tingginya pengaruh lingkungan alam sebagai ancaman terbesar (degradasi alam, serangan, perang, bencana alam, polusi udara, perubahan iklim, vandalisme dan pengabaian);
c. Sumber daya teknologi yang semakin maju dan jauh lebih mudah diakses dengan spesifikasi pada peningkatan kecepatan dan akurasi akuisisi gambar perangkat, sensor multispektral dan banyak sistem pengumpulan data lainnya, serta ketersediaan alat perangkat lunak yang sangat canggih untuk mendukung dokumentasi digital ini [7][8].

Pada penelitian ini melakukan identifikasi bangunan *heritage* berdasarkan ornamen, karena identifikasi sendiri bisa menghasilkan sebuah hasil (jenis bangunan) berdasarkan data yang dimiliki yaitu *dataset* jenis bangunan *heritage* yang telah dikumpulkan. Dalam penelitian .ini, identifikasi bangunan berdasarkan ornamen, karena ornamen di setiap jenis bangunan itu dominan berbeda. Ornamen memiliki makna tersendiri terhadap bangunannya, sehingga perlu dibuat sebuah knowledge yang di mana masyarakat bisa mengetahui jenis bangunan heritage ini untuk edukasi. Hasil dari pengetahuan ini memberikan sebuah informasi kepada masyarakat, sehingga mereka tetap mengenali bangunan *heritage*, khususnya pada bagian ornamen. Kebutuhan terhadap identifikasi jenis bangunan *heritage* ini memberikan informasi secara digital tentang ciri bangunan yang unik. Perubahan kondisi bangunan dan munculnya bangunan baru yang meniru gaya arstitektur bangunan heritage dapat menimbulkan kebingungan dari masyarakat dalam mempelajari sejarah bangunan.

Dalam uraian permasalahan di atas dapat disimpulkan bahwa perlu adanya perkembangan di bidang teknologi informasi, dalam klasifikasi sebuah objek maka dilakukan untuk ekstraksi fitur dari citra menggunakan CNN. Dibandingkan dengan metode tradisional untuk ekstraksi fitur manual, penelitian ini menggunakan CNN untuk ekstraksi fitur, menghindari prosedur rumit dalam rekayasa fitur [9]. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan teknik seperti ini yang diterapkan untuk mengganti lapisan softmax dengan *Support Vector Machine* (SVM), dengan membuktikan hasil ekstraksi fitur dari CNN untuk SVM meningkatkan akurasi klasifikasi [10][11]. Dalam penelitian ini alasan menggunakan algoritma KNN karena metode non-linier yang dapat memperoleh batasan keputusan yang lebih kompleks daripada pemetaan linier yang umum digunakan dalam lapisan softmax CNN. Alasan lain karena pertimbangan bahwa CNN dan KNN benar-benar saling melengkapi dalam hal ekstraksi fitur dan batasan keputusan dalam sistem *hybird*, kedua algoritma dapat mengeksploitasi potensinya dan melihat kekurangannya [12].

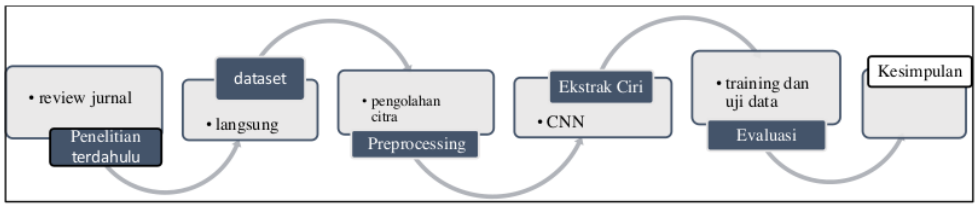
Hal berbeda yang dilakukan dari penelitian-penelitian terdahulu adalah dengan menerapkan *deep learning* untuk mengidentifikasi bangunan *heritage* di Yogyakarta, Indonesia dengan mengkombinasikan algoritma CNN dan KNN serta meningkatkan uji akurasi klasifikasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini diawali dengan melakuka kajian penelitian terkait dengan penerapan algoritma CNN yang banyak digunakan dalam topik *deep learning*. Langkah selanjutnya dilakukan dengan pengumpulan *dataset*. Karena dataset tidak tersedia untuk umum, akuisisi data dilakukan dengan berfoto langsung ke lokasi kawasan pelestarian cagar budaya di Daerah Istimewa Yogyakarta dan menangkap gambar bangunan cagar budaya melalui Google Street View di Google Map. Setelah data set diperoleh dilakukan analisis terhadap data bangunan yang yang telah diekstrak untuk selanjutnya dilakukan training data dan uji data. Untuk implementasi sistem digunakan bahasa pemrograman Phyton dan PHP untuk membangun antarmuka sistem. Agar mengetahui performa model jaringan yang dibangun dilakukan uji akurasi dengan menggunakan metode *Confution Matrix* sebagai evaluasi. Untuk lebih jelasnya Gambar 1 menjelaskan tahapan dari penelitian yang dilakukan.

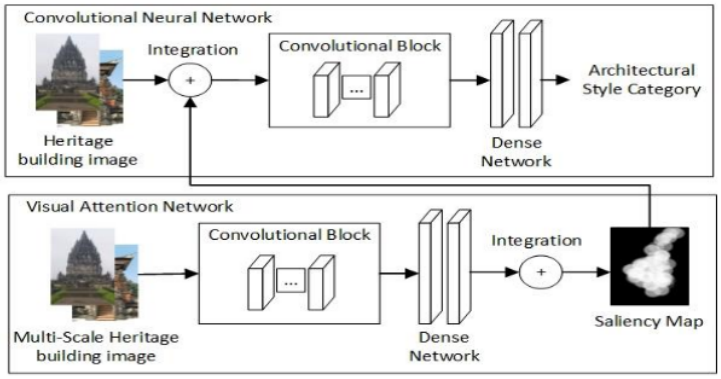
Submitted: 09/06/2021; Accepted: 24/06/2021; Published: 31/07/2021

JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA
Volume 5, Nomor 3, Juli 2021, Page 831-837
ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online)
Available Online at https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib
DOI 10.30865/mib.v5i3.3058



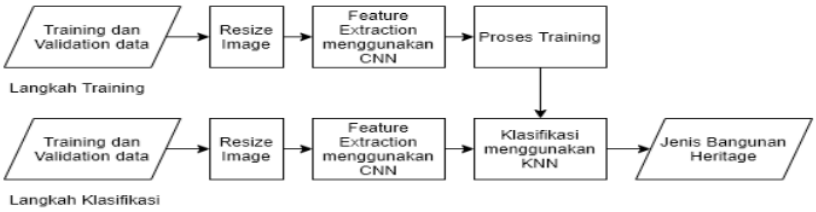
Gambar 1. Tahapan Penelitian yang dilakukan

Metode *deep learning* yang diusulkan untuk mengklasifikasikan jenis bangunan *heritage* berdasarkan ornamen yang digunakan dalam mengidentifikasi bangunan *heritage* dengan CNN ditunjukkan pada gambar 2. Metode ini menggunakan citra bangunan cagar budaya sebagai input. Tugasnya adalah mengkategorikan masukan ke dalam tiga jenis arsitektur bangunan pusaka yaitu gaya Cina, Jawa dan Islam.



Gambar 2. Desain metode *Deep Learning* yang diusulkan.

Dari gambar 2 menjelaskan setelah dataset diperoleh kemudian membagi citra menjadi training set dan test set. Bagian pelatihan digunakan untuk menghasilkan pengklasifikasi gaya arsitektur bangunan cagar budaya. Bagian uji digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Model mengimplementasikan arsitektur CNN dengan perhatian visual. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Untuk gambar 3 merupakan rancangan arsitektur yang dipakai dengan menggunakan algoritma CNN.



Gambar 3. Rancangan Arsitektur untuk Proses CNN yang diterapkan

Dari gambar 3, data gambar setelah di*load* kemudian ukurannya diubah agar sesuai dengan *input* CNN, selanjutnya gambar tersebut diproses untuk *feature extraction* atau ekstraksi fitur menggunakan CNN. Alasan menggunakan CNN karena saat ini algoritma ini cukup popler dipakai dapal *deep learning terutama untuk* klasicikasi *image* dan paling banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan metode konvensional [13]–[15]. Hasil dari ekstrak fitur dilakukan klasifikasi dengan menggunakan KNN, sehingga mampu mengidentifikasi menjadi 3 kelas gaya arsitektur bangunan *heritage*, yaitu; bangunan Islami, China dan Jawa.

Metode pembelajaran mendalam yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2. Metode tersebut menggunakan citra bangunan cagar budaya di lokasi Yogyakarta sebagai masukan. Untuk memperoleh *dataset* maka akuisisi data dilakukan dengan berfoto langsung ke lokasi kawasan cagar budaya dengan mengunakan kamera Nikon D3300 DSLR camera with 24.2 Megapixel dan menangkap gambar bangunan bersejarah melalui Google Street View di Google Map.

Setelah *dataset* didapatkan kemudian gambar tersebut dibagi menjadi data latih dan data uji. Bagian pelatihan digunakan untuk menghasilkan klasifikasi gaya arsitektur bangunan *heritage*. Bagian uji digunakan

Submitted: 09/06/2021; Accepted: 24/06/2021; Published: 31/07/2021

JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA
Volume 5, Nomor 3, Juli 2021, Page 831-837
ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online)
Available Online at https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib
DOI 10.30865/mib.v5i3.3058

untuk mengevaluasi kinerja model. Model tersebut mengimplementasikan arsitektur CNN dengan perhatian visual. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan desain arsitektur model *deep learning* yang dibangun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, maka dapat dijelaskan secara rinci untuk setiap tahapnya, sebagai berikut:

1. ***Dataset* Bangunan *Heritage***
   Bangunan *heritage* atau bangunan warisan budaya adalah bangunan yang memiliki corak khas atau tradisi dari suatu budaya yang kegiatannya dilakukan terus menerus hingga sekarang dan dijadikan ciri khas dari budaya tersebut. Jenis bangunan yang menjadi subjek penelitian berasal dari tipe bangunan Islam, Jawa dan China dapat dilihat pada Tabel 1 dengan total citra ornamen sebanyak 7184.

Tabel 1. Data Jenis Bangunan

No	Tipe Bangunan	Nama Bangunan
1	Islam	Masjid Gede Mataram Masjid Taqwa Wonokromo
2	Jawa	Rumah Kalang Joglo KH Ahmad Dahlan
3	China	Ketandan

   Tabel 1 menunjukkan data jenis dan nama bangunan yang diambil, yaitu; Masjid Gede Mataram dan Masjid Taqwa Wonokromo termasuk dalam tipe bangunan Islam. Jenis bangunan Rumah Kalang dan Joglo KH Ahmad Dahlan termasuk dalam tipe bangunan Jawa, sedangkan jenis bangunan Ketandan termasuk dalam tipe bangunan China. Dalam penelitian ini, untuk identifikasi bangunan *heritage* berdasarkan ornamen. Karena, ornamen adalah suatu dekorasi yang digunakan untuk memperindah bagian dari sebuah bangunan. Ornamen ini dapat diukir dari batu, kayu, atau logam. Ornamen juga sebagai representasi bentuk peradaban pada kawasan tersebut. Ornamen yang bersifat *historical attribute* akan memberikan suasana yang berbeda dan memberikan identitas atau ciri khas yang kuat pada suatu kawasan. Ornamen juga salah satu bentuk pembeda dari suatu bangunan, karena memiliki nilai-nilai yang berbeda di setiap bangunan.

2. **Proses Risize Image**
   Pada tahap ekstraksi feature, image yang digunakan harus memiliki ukuran piksel yang sama besarnya. Proses resizing mengatur besar ukuran piksel pada image selanjutnya dirubah dan dibuat menjadi ukuran yang sama antara satu image dengan image lainnya dengan menggunakan fungsi imresize. Besar ukuran piksel citra ditentukan dengan mencoba satu persatu besar ukuran yang sesuai agar image terhindar dari blurring. Setelah dilakukan proses resize yang berulang, ditemukan ukuran piksel yang tepat sebesar 180x180 piksels untuk diterapkan pada semua image yang digunakan.

3. ***Proses Augmentasi dan ekstrak Fitur***
   Secara praktis dalam aplikasi pemrosesan citra, banyak peneliti menggunakan data augmentation (augmentasi data) selama proses pelatihan CNN. Terutama ketika jumlah citra latih relatif sedikit. Teknik augmentasi data ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya adalah flip, random cropping dan random rotation [15]. *Convolutional Neural Network (CNN)* termasuk dalam jenis *Deep Learning* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. CNN merupakan operasi *convolutional* yang menggabungkan beberapa lapisan pemrosesan. Pada CNN setiap *neuron* direpresentasikan dalam bentuk 2 dimensi, sehingga metode ini cocok untuk pemrosesan dengan input berupa data citra. CNN memiliki beberapa input layer yaitu *convolutional layer, Rectified Linear Unit (ReLU) layer, Max Pooling layer, dropout layer, fully connected layer*. Fungsi dari beberapa lapisan di atas dijelaskan sebagai berikut: *Convolutional layer* merupakan layer yang memiliki kumpulan filter yang digunakan untuk mempelajari citra input. Konvolusi adalah suatu sistematis yang mengaplikasikan fungsi pada hasil fungsi lain secara berulang kali. Dalam layer ini juga akan dilakukan sebuah operasi konvolusi terhadap input atau hasil dari layer sebelumnya. *Rectified Linear Unit* (Relu) adalah layer yang memetakan suatu nilai negatif atau nilai lebih kecil dari 0 menjadi nilai 0 dan mempertahankan nilai positif. *Pooling layer* yaitu terdiri dari sebuah filter dengan ukuran dan jumlah pergeseran tertentu, yang secara bergantian bergeser pada seluruh area *feature map*. Jika ada filter pada *pooling layer* tidak dapat terjangkau akan dihilangkan tanpa melalui proses *pooling* [16][17]. *Dropout layer* adalah sebuah proses untuk mencegah terjadinya *overfitting* dan juga untuk mempercepat sebuah proses pembelajaran. *Fully connected layer* merupakan sebuah lapisan di mana semua neuron aktivitas dari sebelumnya hingga selanjutnya terhubung ke semua angka dan volume yang digunakan untuk menghitung skor kelas.
   Dalam Penelitian ini, struktur arsitektur CNN menggunakan 3 layer *convolutional* dengan ukuran kernel 3x3 serta 3 layer *maxpooling*. Model struktur arsitektur CNN yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2 yang menunjukkan ekstraksi fitur dan gambar 3 menunjukkan *fully connected*.

Submitted: 09/06/2021; Accepted: 24/06/2021; Published: 31/07/2021

JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA
Volume 5, Nomor 3, Juli 2021, Page 831-837
ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online)
Available Online at https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib
DOI 10.30865/mib.v5i3.3058

5. **Klasifikasi Gambar dan Uji Performa**

Dalam penelitian ini, menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Alasan menggunakan algoritma ini karena objek-objek dikelompokkan ke dalam kelas tertentu berdasarkan kelompoknya yang biasanya disebut dengan kelas. Hasil citra ornamen bangunan yang telah diekstraksi menggunakan CNN diklasifikasikan dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* digunakan untuk mengidentifikasi jenis bangunan *heritage*. Setelah menemukan masing – masing nilai dari image yang digunakan dari hasil proses CNN, selanjutnya image dipakai untuk mengukur performa dari suatu model klasifikasi. Metode uji performa yang dilakukan menggunakan metode *confusion matrix* dari model tersebut. Parameter yang yang akan diukur adalah *accuracy, precision, recall* dan *f1-score* menggunakan persamaan (1), (2), (3) dan (4) di mana TP adalah *True Positive*, FP adalah *False Positive*, TN adalah *True Negative* dan FN adalah *False Negative*.

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} * 100\% \quad (1)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} * 100\% \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} * 100\% \quad (3)$$

$$F1 - Score = \frac{2 * (Recall * Precission)}{(Recall + Precission)} * 100\% \quad (4)$$

Proses training menggunakan data sebesar 5.438 dan data untuk uji validitas sebesar 1.355 sehingga total dataset sebesar 7.184 data. Proses uji evaluasi menggunakan data testing sebanyak 391 data, untuk lebih detail pembagian data ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pembagian *Dataset*

Jenis Bangunan	Training Data	Validation Data	Testing Data	Jenis Bangunan	Total
Masjid Gedhe Mataram	1890	472	71	Islam	2433
Masjid Taqwa Wonokrowo	1766	442	116	Islam	2324
Rumah Kalang	325	80	33	Jawa	438
Joglo KH Ahmad Dahlan	744	181	28	Jawa	953
Ketandan	713	180	143	China	1036
Total	5438	1355	391	3	7184

Image ornamen bangunan *heritage* diambil menggunakan kamera *smartphone* dan *DSLR*. Dari *image* yang telah diambil, ketika sebelum memasuki tahap proses *training* gambar tersebut di *resize* menjadi ukuran 180x180 *pixel*. Beberapa contoh gambar ornamen dari *dataset* ditunjukkan pada gambar 4. Berdasarkan gambar 4, di setiap ornamen memiliki gaya arsitektur dan memiliki corak warna serta tekstur yang berbeda karena setiap bangunan memiliki corak *historical* yang berbeda.

Gambar 4. Ornamen bangunan *heritage*

Submitted: 09/06/2021; Accepted: 24/06/2021; Published: 31/07/2021

JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA
Volume 5, Nomor 3, Juli 2021, Page 831-837
ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online)
Available Online at https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib
DOI 10.30865/mib.v5i3.3058

Tahap selanjutnya merupakan pengujian model yang telah dilakukan dengan menggunakan data testing dan hasil *features* dari proses *training* digunakan untuk klasifikasi jenis bangunan dengan menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Langkah selanjutnya mengevaluasi model dengan menggunakan *confusion matrix*. Tabel 3 menunjukkan hasil klasifikasi bangunan *heritage* menggunakan *feature extraction* CNN dengan klasifikasi KNN.

Tabel 3. *Confusion Matrix* Data Testing

Confusion Matrix		*Predicted Class*				
		Masjid Gedhe Mataram (Islam)	Masjid Taqwa Wonokrowo (Islam)	Rumah Kalang (Jawa)	Joglo KH Ahmad Dahlan (Jawa)	Ketandan (Cina)
Actual Class	Masjid Gedhe Mataram (Islam)	71	0	0	0	0
	Masjid Taqwa Wonokromo (Islam)	0	113	1	2	0
	Rumah Kalang (Jawa)	1	2	30	0	0
	Joglo KH Ahmad Dahlan (Jawa)	0	0	0	28	0
	Ketandan (China)	0	0	0	0	143
Pengukuran Statistik						
Precision		0.99	0.98	0.97	0.93	1.00
Recall		1.00	0.97	0.91	1.00	1.00
F1-Score		0.99	0.98	0.94	0.97	1.00
Accuracy		0.98				

Dari tabel 3 semua data uji diklasifikasikan sempurna kecuali dalam kategori bangunan Islam, yaitu; Masjid Taqwa Wonokromo dan kategori bangunan Jawa, yaitu; Rumah Kalang. Citra yang diklasifikasikan dengan benar terletak secara diagonal dari kiri atas ke kanan bawah tabel *confusion matrix* pada tabel 3 dan dari data testing mendapatkan hasil akurasi sebesar 98%. Hasil performa klasifikasi yang sangat bagus dari metode yang diusulkan terutama disebabkan oleh proses ekstraksi fitur menggunakan CNN kemudian diklasifikasikan menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)*.

4. KESIMPULAN

Karya ini mengusulkan sistem otomatis untuk mengidentifikasi bangunan *heritage* dengan menghasilkan 3 kelompok yaitu gaya China, Islam dan Jawa dengan menggunakan model CNN untuk ekstrak fiturnya dan untuk klasifikasi menggunakan algoritma KNN. Setiap gambar ditingkatkan dengan proses peregangan kontras sub-wilayah. Pada bagian ornamen bangunan heritage. Operasi augmentasi yang berbeda kemudian diterapkan ke setiap wilayah gambar, dan penyeimbangan kelas dilakukan untuk membuat jumlah gambar di setiap kelas sama.. Setiap wilayah gambar kemudian diberikan pelatihan ke jaringan CNN yang berbeda dan memilih model terbaik dalam mengklasifikasikan setiap wilayah yang diidentifikasi. Dari hasil pelatihan model terbaik untuk setiap wilayah digunakan untuk mengekstrak fitur untuk melakukan evaluasi lebih lanjut. Hasil dari lapisan konvolusi terakhir model diekstraksi, dan deskriptor pola biner diterapkan untuk mendapatkan pola gambar-gambar ornamen dari bangunan. Evaluasi kinerja yang telah dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat mengklasifikasikan bangunan *heritage* dengan akurasi mencapai 98%. Hasil pengujian sangat berpengaruh dari proses epoch, jumlah *convolution layer*, jenis *pooling layer*, ukuran kernel dan ukuran *dropout*, sehingga menjadi perhatian para peneliti saat melakukan pengujian. Penentuan parameter model ini digunakan untuk membandingkan model mana yang memiliki akurasi terbaik untuk dapat digunakan dengan data penelitian. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dalam penerapan *deep learning* untuk mengidentifikasi bangunan heritage berdasarkan ornament dengan menggunakan algoritma CNN dapat bekerja dengan baik berdasarkan hasil akurasi yang diperoleh. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan

Submitted: 09/06/2021; Accepted: 24/06/2021; Published: 31/07/2021

JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA
Volume 5, Nomor 3, Juli 2021, Page 831-837
ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online)
Available Online at https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib
DOI 10.30865/mib.v5i3.3058

menambah lebih banyak jenis bangunan *heritage* yang diklasifikasikan dengan menggunakan algoritma yang dapat dikombinasikan, seperti menggunakan CNN dan *Support Vector Machine*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih tak terhingga kepada semua pihak yang mendukung terlaksananya penelitian ini, yaitu; Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Ahmad Dahlan, Sekolah Tinggi Arsitektur YKPN Yogyakarta untuk dukungan transfer pengetahuan dan pakar arsitek yang terlibat.

REFERENCES

[1] E. Virdianti, S. A. Vatrina, D. P. Angkasa, J. Arsitektur, and F. Teknik, "Citra visual koridor kawasan kota lama semarang ditinjau dari potensi wisata edukasi arsitektur heritage," *J. Rekayasa Hijau*, vol. I, no. 1, pp. 11–22, 2017.

[2] Z. Zou, X. Zhao, P. Zhao, F. Qi, and N. Wang, "CNN-based statistics and location estimation of missing components in routine inspection of historic buildings," *J. Cult. Herit.*, vol. 38, pp. 221–230, 2019, doi: 10.1016/j.culher.2019.02.002.

[3] R. Janković, "Machine learning models for cultural heritage image classification: Comparison based on attribute selection," *Inf.*, vol. 11, no. 1, 2020, doi: 10.3390/info11010012.

[4] M. Cosovic and R. Jankovic, "CNN classification of the cultural heritage images," *2020 19th Int. Symp. INFOTEH-JAHORINA, INFOTEH 2020 - Proc.*, no. March, pp. 18–20, 2020, doi: 10.1109/INFOTEH48170.2020.9066300.

[5] J. Boehm, P. Bryan, J. Still, and H. England, "Building Information Models for Monitoring and Simulation Data," *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. XLII, no. June 2018, pp. 4–7, 2020.

[6] A. Belhi and A. Bouras, "CNN Features vs Classical Features for Largescale Cultural Image Retrieval," *2020 IEEE Int. Conf. Informatics, IoT, Enabling Technol. ICIoT 2020*, pp. 95–99, 2020, doi: 10.1109/ICIoT48696.2020.9089643.

[7] J. Llamas, P. M. Lerones, R. Medina, E. Zalama, and J. Gómez-García-Bermejo, "Classification of architectural heritage images using deep learning techniques," *Appl. Sci.*, vol. 7, no. 10, pp. 1–26, 2017, doi: 10.3390/app7100992.

[8] Y. Peng *et al.*, "CNN-SVM: A classification method for fruit fL image with the complex background," *IET Cyber-Physical Syst. Theory Appl.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–5, 2020, doi: 10.1049/iet-cps.2019.0069.

[9] F. J. López, P. M. Lerones, J. Llamas, J. Gómez-García-Bermejo, and E. Zalama, "A Framework for Using Point Cloud Data of Heritage Buildings Toward Geometry Modeling in A BIM Context: A Case Study on Santa Maria La Real De Mave Church," *Int. J. Archit. Herit.*, vol. 11, no. 7, pp. 965–986, 2017, doi: 10.1080/15583058.2017.1325541.

[10] A. J. Gallego, A. Pertusa, and J. Calvo-Zaragoza, "Improving Convolutional Neural Networks' accuracy in noisy environments using k-Nearest Neighbors," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 11, 2018, doi: 10.3390/app8112086.

[11] N. Q. K. Le, Q. T. Ho, and Y. Y. Ou, "Incorporating deep learning with convolutional neural networks and position specific scoring matrices for identifying electron transport proteins," *J. Comput. Chem.*, vol. 38, no. 23, pp. 2000–2006, 2017, doi: 10.1002/jcc.24842.

[12] N. Q. K. Le, Q. T. Ho, E. K. Y. Yapp, Y. Y. Ou, and H. Y. Yeh, "DeepETC: A deep convolutional neural network architecture for investigating and classifying electron transport chain's complexes," *Neurocomputing*, vol. 375, no. xxxx, pp. 71–79, 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2019.09.070.

[13] J. N. Sua *et al.*, "Incorporating convolutional neural networks and sequence graph transform for identifying multilabel protein Lysine PTM sites," *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, vol. 206, p. 104171, 2020, doi: 10.1016/j.chemolab.2020.104171.

[14] S. Winiarti, A. Prahara, Murinto, and D. P. Ismi, "Pre-trained convolutional neural network for classification of tanning leather image," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 9, no. 1, pp. 212–217, 2018, doi: 10.14569/IJACSA.2018.090129.

[15] Suyanto, K. N. Ramadhani, and S. Mandala, *Deep learning modernisasi machine learning untuk big data*. Informatika Bandung, 2019.

[16] I. Wulandari, H. Yasin, and T. Widiharih, "Klasifikasi citra digital bumbu dan rempah dengan algoritma convolutional neural network (cnn)," *J. Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 273–282, 2020, doi: 10.14710/j.gauss.v9i3.27416.

[17] B. Xiao, K. Wang, X. Bi, W. Li, and J. Han, "2D-LBP: An Enhanced Local Binary Feature for Texture Image Classification," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 29, no. 9, pp. 2796–2808, 2019, doi: 10.1109/TCSVT.2018.2869841.

Submitted: **09/06/2021**; Accepted: **24/06/2021**; Published: **31/07/2021**

HASIL CEK_Sri Winiarti, Moch Yulianto Andi Saputro, Sunardi

ORIGINALITY REPORT

16%	14%	0%	9%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas International Batam Student Paper	9%
2	www.ejurnal.stmik-budidarma.ac.id Internet Source	7%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		