



PENELUSURAN JEJAK BANGUNAN KOLONIAL DI INDONESIA BERBASIS FAÇADE BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE CNN ARSITEKTUR VGG16

Susanto¹, Ari Wibowo²

¹Prodi Arsitektur-Universitas Subang, ² Prodi Arsitektur-Universitas Subang.

E-mail: ¹susanto.ar2011@unsub.ac.id, ^{*}ariwibowo@unsub.co.id

Informasi Naskah:

Diterima:

4 Juni 2023

Direvisi:

6 Agustus 2023

Disetujui terbit:

16 Agustus 2023

Diterbitkan:

Cetak:

29 September 2023

Online

29 September 2023

Abstract: Colonialization in Indonesia, especially that carried out by the Dutch, is one of the important historical chapters in Indonesia because it was able to change the way of thinking of architecture in the Dutch East Indies to be more modern, approaching what happened in Western countries. The influence of modernism in architecture can be seen in the façade, shape, strength, and other important parts. Broadly speaking, colonial buildings are buildings that have patterns and characteristics that other buildings do not have. Therefore, the building is capable of being recognized. One way to quickly identify and trace the Dutch colonial legacy is to use the CNN method. Using the CNN method shows that the input data used can be recognized very well. Because the level of accuracy in the training stage is 97% and the accuracy value of each input image detection is more than 90%. One example is the Maybank Surabaya building, which includes a colonial architectural style with an accuracy of 100%, the Zeiss telescope dome is included in a colonial architectural style building with an accuracy rate of 99%, and other examples of buildings.

Keyword: Kata Kunci 1, Colonial Architecture 2, Architectural style detection 3, CNN

Abstrak: Kolonialisasi di Indonesia terutama yang dilakukan oleh Belanda merupakan salah satu babak sejarah penting di Indonesia karena mampu merubah cara berfikir arsitektur di Hindia Belanda semakin modern mendekati yang terjadi di negara Barat. Pengaruh modernism dalam arsitektur tersebut dapat dilihat pada façade, bentuk, kekuatan, dan bagian penting lainnya. Secara garis besar bangunan colonial merupakan bangunan yang memiliki corak dan ciri khas yang tidak dimiliki oleh bangunan lain. Oleh karena itu, bangunan tersebut mampu untuk dikenali. Salah satu cara dalam mengenali maupun menelusuri jejak peninggalan colonial belanda secara cepat adalah dengan menggunakan metode CNN. Dengan menggunakan metode CNN menunjukkan bahwa data inputan yang dipakai mampu dikenali dengan sangat baik. Dikarenakan tingkat akurasi di tahap pelatihan sebesar 97% serta nilai akurasi tiap deteksi gambar inputan yang mencapai 90% lebih. Salah satu contohnya Gedung maybank Surabaya termasuk tipe gaya arsitektur colonial dengan akurasi sebesar 100%, kubah teleskop Zeiss termasuk ke dalam bangunan dengan gaya arsitektur colonial dengan tingkat akurasi sebesar 99% dan contoh bangunan lainnya.

Kata Kunci: Kata Kunci 1, Arsitektur kolonial 2, Deteksi gaya arsitektur 3, CNN

PENDAHULUAN

Kedatangan bangsa belanda turut memperkaya ragam arsitektur di Indonesia. Banyak bangunan peninggalan colonial belanda yang berada di Indonesia. Di kota-kota besar di Indonesia, seperti contohnya : Jakarta, Semarang, Surabaya, atau Malang bangunan-bangunan dengan latar belakang masa colonial (Belanda) dapat dengan mudah ditemukan. Bangunan-bangunan tersebut dapat dikatakan sebagai gambaran sejarah, sebagaimana sebuah kota mengalami perkembangan dan kemajuan. Karena itulah bangunan-bangunan masa colonial dalam perkembangannya menjadi salah satu warisan sejarah dan budaya yang bernilai tinggi. Warisan dalam bentuk infrastruktur dan bangunan-bangunan berupa rumah, penjara, benteng-benteng,

gereja dan bangunan-bangunan lainnya dengan bentuk tata kota dan arsitektur yang hampir sama persis dengan bangunan yang ada di negeri asal yaitu negara belanda. Bangunan-bangunan yang ditinggalkan memiliki langgam arsitektur colonial dengan mengadopsi gaya neo-klasik yang bertolak dari Yunani dan Romawi (Hartono, 2017).

Gaya arsitektur colonial belanda merupakan gaya arsitektur yang berkembang pada era colonial belanda di Indonesia. Pada prinsipnya, hal ini merupakan bagian dari sejarah perkembangan arsitektur Indonesia. Pembentukan arsitektur colonial di Indonesia awalnya merupakan penerapan arsitektur yang mendapat pengaruh Eropa dan perkembangan arsitektur modern yang berkembang di sana. Seiring berjalannya waktu, terjadi

pencampuran budaya antara Belanda yang telah lama menetap dengan budaya Indonesia yang beraneka ragam (Sumalyo, 1993). Desain arsitektur Belanda yang memiliki kekhasan beradaptasi dengan kondisi lokal dan iklim setempat. Hal inilah yang membuat arsitektur colonial di Indonesia menjadi fenomena budaya yang unik. Keunikan gaya arsitektur colonial dapat dikenali dari wajah bangunan atau fasad bangunan. Façade bangunan merupakan salah satu titik ukur penentuan ciri dari suatu bentuk bangunan. Façade bangunan ini sangat berperan aktif pada pengidentifikasi gaya bangunan. Secara visual façade bangunan colonial berbeda dengan bangunan yang mengusung gaya arsitektur lainnya. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menentukan jenis bangunan berdasarkan dari façade bangunan, dengan mengklasifikasi dan mendeteksi dari beragam gaya arsitektur suatu bangunan.

Pengklasifikasian merupakan salah satu aspek terpenting dalam bidang arsitektur yang bertujuan untuk menemukan atau melacak jenis atau tipe apakah yang digunakan dalam mendesain suatu bangunan. Karena façade bangunan merupakan elemen utama dalam arsitektur yang dapat menyuarakan fungsi serta makna dari sebuah bangunan, maka melalui façade ini, elemen penyusunnya dapat mudah untuk diidentifikasi, dianalisis/dijelaskan perubahannya yang terkait dengan bentuk dasar, sifat dasar, dan juga proses perkembangan maupun perubahan bangun dasar tersebut. Pemahaman teknis pengklasifikasian ini akan diorientasikan pada usaha dalam mengelaskan, mengelompokkan dan mengidentifikasi melalui aspek atau aturan tertentu diantaranya: 1) fungsi (terdiri dari structural, simbolis, ruang dan lain sebagainya); 2) geometrik (terdiri dari prinsip tatanan, bentuk dan lain sebagainya); 3) langgam (terdiri dari periode, etnik, budaya, lokasi atau geografis, politik atau kekuasaan dan lain sebagainya) (Wardani et al, 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi dari bentuk karakter bangunan dari façade bangunan colonial Belanda, melalui klasifikasi dan deteksi pada suatu gambar bangunan. Diharapkan dari penelitian ini mampu membuat suatu sistem yang digunakan untuk mendapatkan informasi jenis bangunan berupa peninggalan colonial Belanda yang disertai nilai akurasi berdasarkan hasil pelatihan uji data test maupun uji validasi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN).

TINJUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan pengantar teori sebagai landasan untuk penelitian. Seperti pengertian dan jenis kerusakan jalan, metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Yang masing-masing diantaranya adalah:

1. Arsitektur colonial

Menurut Tamini (2020) dan Handinoto (2012) gaya arsitektur colonial di Indonesia terbagi tiga yaitu: Indische (abad 18-19), arsitektur transisi (1890-1915), dan arsitektur colonial modern (1915-1940), adapun penjelasan masing-masing gaya arsitektur yang dimaksud seperti berikut:

a) Arsitektur gaya imperial (di abad 18-19)

Menurut Handiono (2012) gaya arsitektur ini diperkenalkan oleh Herman Willen Daendels saat bertugas sebagai Gubernur Jendral Hindia Belanda pada tahun 1808 hingga 1811. Penerapan gaya arsitektur ini berkembang pada pertengahan abad ke-18 sampai akhir abad ke-19. Tercatat dalam penelitian Handiono (2012), bahwa dimulainya gaya arsitektur imperial terdapat pada daerah pinggiran kota Batavia (Jakarta). Timbulnya gaya arsitektur tersebut disinyalir karena adanya kebudayaan Belanda yang dicampurkan dengan kebudayaan Indonesia pada saat itu dan terdapat sedikit kebudayaan China.

Disebutkan oleh Milano dalam Handinoto (2012) mengungkapkan bahwa ciri-ciri arsitektur dengan gaya imperial adalah sebagai berikut:

1. Bentuk denah berupa simetris penuh, dengan bagian tengah terdapat *central room* yang terdiri dari kamar tidur utama ditambah kamar tidur lainnya. *Central room* tersebut berhubungan langsung dengan teras depan dan teras belakang (*voor galerij* dan *achter galerij*)
2. Pada bagian teras umumnya berukuran luas dan bagian ujungnya terdapat barisan kolom yang menggunakan gaya Yunani (*doric, ionic, carinthian*).
3. Ruang dapur, kamar mandi/WC, gudang dan daerah fungsional umum lainnya merupakan bagian yang terpisah dari bangunan utama dan letaknya ada dibagian belakang.
4. Untuk bagian samping bangunan utama tidak jarang ditemukan paviliun yang digunakan sebagai kamar tidur untuk tamu.

Adapun salah satu contoh bangunan dengan gaya imperial ini dapat dilihat pada kantor Badan Koodinator Wilayah Madiun yang berada di jalan Pahlawan kota Madiun.

b) Arsitektur gaya transisi

Menurut Handinoto (2012), arsitektur transisi di Indonesia berlangsung sangat singkat yaitu pada akhir abad 19 sampai awal abad 20 antara tahun 1890 sampai 1915. Ditemukan pada penelitian yang sama oleh Handinoto 2012, peralihan dari abad 19 ke abad 20 di Hindia Belanda dikarenakan adanya perubahan dalam masyarakatnya, atau modernisasi pada penemuan dibidang teknologi sehingga berpengaruh pada kebijakan politik pemerintah colonial. Gaya arsitektur ini memiliki ciri-ciri diantaranya:

1. Bagian denah masih ditemukan adanya sentuhan gaya imperial seperti bentuk yang simetri penuh, terdapat teras di sekeliling bangunan namun umumnya sudah tidak

terdapat kolom gaya Yunani seperti pada tapak bangunan.

2. Pada bagian gevel yang terletak di tepi luaran bangunan masih ditemukan pada gaya arsitektur ini, selain itu, terdapat penambahan kesan romantic pada bagian tapak bangunan dengan adanya Menara (tower) di dekat pintu. Hal ini bisa terlihat pada gedung gereja Calvinist, seperti yang terdapat pada banyak gereja Calvinist yang berada di Indonesia.
3. Model atap yang umumnya digunakan adalah atap pelana yang ditambahkan perisai serta terdapat ventilasi atap (*dormer*) (Adenan, 2012).

Adapun bangunan dengan gaya arsitektur transisi dapat dilihat pada Gedung Lawang Sewu yang berada di kota Semarang. Bangunan Lawang Sewu didirikan pada tahun 1904 berakhir hingga di tahun 1918 oleh perusahaan swasta yaitu NIS (Netherlands-Indische Spoorweg Maatschappij) yang pada awalnya difungsikan sebagai kantor kereta api (Oktaviani, et al. 2019).

c) Arsitektur gaya colonial modern

Gaya arsitektur modern merupakan sebuah bentuk protes yang disampaikan oleh arsitektur Belanda terhadap gaya arsitektur sebelumnya terutama gaya imperial di tahun 1900. Tercatat para arsitektur Belanda mulai berdatangan ke Hindia Belanda untuk memperkenalkan gaya arsitektur ini dengan tujuan merombak gaya arsitektur sebelumnya. Mereka berpendapat bahwa penerapan gaya arsitektur imperial tidak lagi diterima dan digunakan di Belanda, karena mereka menganggap bahwa gaya arsitektur ini telah digunakan dan berkembang di Prancis (Handinoto, 1993). Penerapan gaya arsitektur modern ini memiliki ciri khas seperti berikut:

1. Pada bagian denah gedung atau bangunan terkesan lebih variatif, dengan menyesuaikan kreatifitas para arsitektur yang memperkenalkan gaya tersebut di Hindia Belanda.
2. Pada gedung bangunan sudah tidak banyak ditemukan bentuk simetri dan beberapa bagian gedung mengalami perombakan seperti tidak digunakan teras di sekeliling bangunan, namun pada bagian ujung atap diganti dengan adanya elemen penahan sinar matahari.
3. Façade bangunan tampak mencerminkan bangunan yang *follow function* atau *clean design*.
4. Pada bentukan atap bangunan masih ditemukan atap dengan tambahan pelana atau perisai, dengan penutup atap berupa genting dan sebagiannya menggunakan jenis atap sirap.
5. Konstruksi bangunan menggunakan bahan *concrete*, bentukan atap terkesan datar karena menggunakan bahan yang sama yaitu *concrete*. Dan beberapa bahan atap lain yang tidak ditemukan pada gaya arsitektur sebelumnya.

Adapun contoh bangunan yang menganut gaya arsitektur modern adalah bangunan rumah tinggal. Salah satu contoh bangunan dengan gaya ini dapat dilihat pada bangunan yang terletak di jalan Dr. Wahidin No. 38 Semarang. Dimana bangunan ini

merupakan bangunan rumah tinggal yang dibuat atau didirikan oleh arsitektur Liem Bwan Tjie pada tahun 1938 (Setyohadi, B., 2011).

2. Fasade bangunan

Fasade merupakan satu elemen bangunan yang berpengaruh pada fungsi serta aktivitas serta memberikan identitas bangunan terhadap public. Façade adalah elemen dalam arsitektur yang dapat mengekspresikan fungsi dan maksud sebuah bangunan (Krier, 1983:122). Keberagaman gaya pada perancangan gedung ini memunculkan karakteristik elemen arsitektural yang berada pada tampilan fasad. Elemen façade merupakan bagian pertama yang terlihat pada visual bangunan. Façade berasal dari istilah *facies* yang memiliki arti tampilan atau wajah. Pada tampilan serta penggunaan material elemen arsitektural dapat terlihat gaya yang mempengaruhi pada ciri khas gedung terutama pada gedung atau bangunan colonial Belanda. Sedangkan bangunan adalah bagian bangunan yang menghadap ke jalan (Krier, 2001). Dan Sukarno (2014) menyatakan bahwa gaya atau langgam bangunan dapat terlihat melalui tampilan visual wajah bangunan.

Pada fasade bangunan terbagi menjadi tiga penyusun utama, yaitu kepala bangunan atau atap, badan bangunan berupa dinding, pintu dan jendela, serta kaki bangunan atau lantai (Harimu, 2011). Desain façade berpengaruh terhadap kualitas bangunan yang bertujuan untuk memahami tipologi façade serta karakter pada bangunan.

3. Klasifikasi fasade bangunan dan arsitektur

Klasifikasi merupakan suatu proses untuk menemukan fitur yang dapat membedakan atau mendeskripsikan ke dalam kategori kelas data. Klasifikasi bertujuan untuk memberikan perkiraan suatu objek yang belum diketahui labelnya ke dalam suatu kelas

Klasifikasi merupakan salah satu aspek terpenting dalam dunia arsitektur dalam rangka untuk menemukan atau melacak jenis atau tipe yang digunakan dalam mendesain suatu bangunan. Teknik pengklasifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan indikator tertentu. Dan salah satu indikator dalam klasifikasi bangunan adalah façade dimana façade merupakan elemen utama dalam arsitektur yang dapat menyuarakan fungsi serta makna dari sebuah bangunan. Hal ini lebih mudah diidentifikasi melalui elemen penyusunnya, façade secara implisit memberitahukan mengenai kondisi budaya ketika bangunan itu dibuat, façade juga mengungkapkan parameter tataatan dan penataan, dan berjasa dalam memberikan ruang dalam hal ornamentasi dan dekorasi. Kondisi façade dari suatu gedung dapat menceritakan keadaan penghuninya serta merupakan wujud identitas kolektif dalam komunitas masyarakat tertentu (Sastra, 2016).

Sejarah pengklasifikasian gaya dan jenis arsitektur dapat ditinjau dari berbagai perspektif, seperti gaya arsitektur Renaissance, baroque) yang menyediakan firmat dasar untuk mendesain bangunan individu di wilayah geografis pada zaman tertentu. Ornamen

yang berkaitan dengan gaya tertentu dianggap sebagai ekspresi keindahan untuk setiap zaman, fitur/ornamen ini kemudian mengubah bangunan biasa menjadi struktur dan arsitektur secara signifikan. Dengan demikian elemen visual seperti jendela, pilar, dan tatanan arsitektur dapat memberikan petunjuk untuk mengidentifikasi atau mengklasifikasikan arsitekturnya menjadi gaya tertentu.

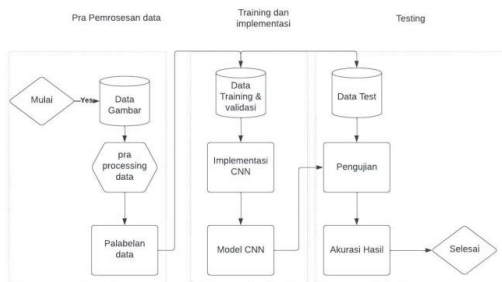
Klasifikasi berbasis elemen pada bidang arsitektur utamanya dalam penelusuran bangunan cagar budaya memiliki kompleksitas. Kompleksitas tersebut dapat disebabkan karena terdapat banyaknya indikator yang akan digunakan dalam proses klasifikasi. Salah satu indikator yang dapat digunakan dalam proses klasifikasi di bidang arsitektur adalah *façade* bangunan. Dengan tujuan pengklasifikasian ini pada beberapa gedung yang memiliki elemen khas di tiap tipe gedung.

4. Convolutional neural network (CNN)

Convolutional neural network atau yang disingkat sebagai CNN merupakan salah satu algoritma yang ada pada deep learning. CNN digunakan untuk mengklasifikasi gambar ataupun video juga digunakan untuk mendeteksi objek yang ada pada gambar atau bahkan wilayah yang ada di dalam suatu gambar (Moolayil, 2019). CNN tersusun dari layer yang memiliki susunan neuron 3D yaitu; lebar, tinggi dan kedalaman yang mana susunan lebar dan tinggi merupakan ukuran layer, dan kedalaman merupakan jumlah layer (Zufar et al, 2016).

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam metode yang digunakan terdapat beberapa tahapan dimana tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

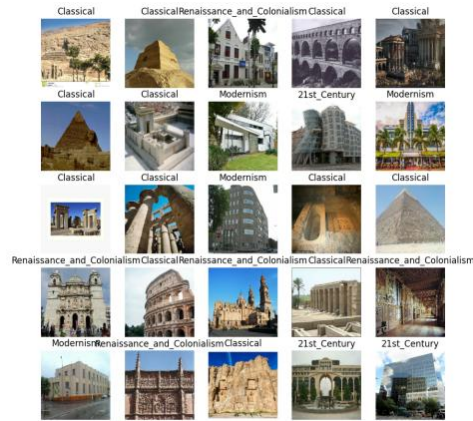


Gambar 1. Contoh gambar citra

1. Data gambar

Data gambar dikumpulkan dari data public yaitu kaggle dengan tipe dan kelas dari bangunan yang diantaranya adalah tipe bangunan 21st century, Classical, Modernism, dan Renaissance and colonialism. Yang secara keseluruhan jumlah datanya adalah 12049 sebagai data latih terdiri atas 3010 gambar dari tipe bangunan 21st century, 3013 citra gambar dari Classical, 3013 dari tipe Modernism, dan 3013 untuk tipe Renaissance and Colonialism. Sedangkan untuk data test sebanyak 602 gambar yang terdiri atas 190 untuk data dengan tipe bangunan 21st century, 603 untuk tipe Classical, 603 untuk tipe Modernism, dan 603 untuk data Renaissance and Colonialism dan beberapa data

pengujian berupa data beberapa gambar bangunan dengan *façade* bangunan colonial. Adapun contoh gambar masing-masing citra dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Contoh gambar citra

1. Pra prosesi data

Input data yang digunakan dalam jaringan ini berupa sampel gambar gaya arsitektur berdasarkan empat periode yaitu berupa gaya arsitektur 21st century, gaya arsitektur Classical, gaya arsitektur Modernism, dan gaya arsitektur Renaissance and Colonialism. Secara keseluruhan citra yang diambil dari katalog kaggle sebanyak 4391 gambar. Dengan rincian 70% untuk data latih, dan 20% untuk data tes sedangkan untuk data validasi sebesar 10% dari total keseluruhan data. Adapun selengkapnya dapat di lihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Pembagian data penelitian

Jenis gaya arsitektur	Jumlah data latih	Jumlah data uji	Jumlah data validasi	Data prediksi
21 st century	1926	602	482	10
Classical	1907	603	503	
Modernism	1945	603	465	
Renaissance and Colonialism	1933	603	477	

2. Data training, data validasi dan data test

Data training digunakan untuk melakukan proses pembelajaran jaringan, kemudian dievaluasi. Apabila akurasi pada proses training model jaringan belum naik maka perlu dilakukan modifikasi pada lapisan CNN, parameter jaringan dan pada sampel datanya. Apabila hasil akurasi sudah baik maka dilakukan proses selanjutnya yaitu pengujian dengan data validasi. Data validasi adalah data yang tidak digunakan pada proses training. Apabila akurasi dari data validasi ini kurang baik, ada kemungkinan terjadi overfitting, oleh karena itu jaringan perlu dimodifikasi kembali. Sehingga hasilnya sudah baik atau ada peningkatan maka jaringan ini dapat digunakan untuk memproses data tes. Data tes berisi sekumpulan sampel data yang digunakan untuk menghitung nilai akurasi, recall, precision, dan F1 score. Dan pada data test inipun juga dilakukan pelabelan secara manual. Selain itu data test juga digunakan untuk mengetahui hasil klasifikasi menggunakan Metode CNN. Sedangkan

untuk pengujian sendiri menggunakan metode confusion matrix. Adapun besar nilai akurasi, recall, precision, dan F1 score dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$$

$$precision = \frac{TP}{FP + TP} \times 100\%$$

$$F1\ score = \frac{2(recall \times precision)}{(recall + precision)} \times 100\%$$

Adapun pembagian antara data training dan data validasi, pada dasarnya sepenuhnya menggunakan total dari jumlah data train yang sudah ditentukan dari ketika melakukan proses split data antara data train dan data test. Dimana jika jumlah data train di awal sebanyak 9638, lalu di split ulang untuk digunakan sebagai data train dan data validasi, maka data yang real untuk proses pelatihan model sebanyak 7711 dan jumlah data validasinya sebanyak 1927.

3. Perancangan model CNN

Penelitian ini mengusulkan metode untuk deteksi gaya arsitektur berdasarkan empat atau 4 kelas seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dalam proses deteksi layer convolution dilakukan di dalam server hingga selesai (*finish*). Gambar atau dataset akan ditraining ulang untuk mendapatkan model CNN yang akan digunakan seperti ukuran kernel, filter dan layer. Layer yang digunakan sejumlah 2 layer konvolusi beserta filter maxpooling, dan ekstraksi fitur. Layer pertama memiliki ukuran 128 x 128 piksel dan tiga dimensi warna. Hasil konvolusi pertama menciptakan 127 x 127 piksel dengan jumlah filter 64. Selain itu, piksel bergeser (*stride*) sejauh satu kolom menggunakan aktivasi ReLU. Selanjutnya, konvolusi dilakukan pada layer kedua dengan lebar dan tinggi kernel 3 x 3. Selain itu, piksel bergeser (*stride*) sejauh satu kolom dan menghasilkan 126 x 126 dan jumlah filter sebanyak 92. Maxpooling dan dropout ditambahkan untuk menghilangkan fitur informasi yang tidak dibutuhkan seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Stuktur model CNN yang digunakan

Model: "sequential_1"

Layer (type) Param #	Output Shape
conv2d_13 (Conv2D) 64) 1792	(None, 150, 150, 64)
conv2d_14 (Conv2D) 64) 36928	(None, 150, 150, 64)
max_pooling2d_5 (MaxPooling 0 2D)	(None, 75, 75, 64)
conv2d_15 (Conv2D) 73856	(None, 75, 75, 128)

conv2d_16 (Conv2D) 147584	(None, 75, 75, 128)
max_pooling2d_6 (MaxPooling 128) 0 2D)	(None, 37, 37, 128)
conv2d_17 (Conv2D) 295168	(None, 37, 37, 256)
conv2d_18 (Conv2D) 590080	(None, 37, 37, 256)
conv2d_19 (Conv2D) 590080	(None, 37, 37, 256)
max_pooling2d_7 (MaxPooling 256) 0 2D)	(None, 18, 18, 256)
conv2d_20 (Conv2D) 1180160	(None, 18, 18, 512)
conv2d_21 (Conv2D) 2359808	(None, 18, 18, 512)
conv2d_22 (Conv2D) 2359808	(None, 18, 18, 512)
max_pooling2d_8 (MaxPooling 0 2D)	(None, 9, 9, 512)
conv2d_23 (Conv2D) 2359808	(None, 9, 9, 512)
conv2d_24 (Conv2D) 2359808	(None, 9, 9, 512)
conv2d_25 (Conv2D) 2359808	(None, 9, 9, 512)
max_pooling2d_9 (MaxPooling 0 2D)	(None, 4, 4, 512)
flatten_1 (Flatten) 0	(None, 8192)
dense_3 (Dense) 33558528	(None, 4096)
dense_4 (Dense) 16781312	(None, 4096)
dropout_1 (Dropout) 0	(None, 4096)
dense_5 (Dense) 16388	(None, 4)

=====
Total params: 65,070,916
Trainable params: 65,070,916
Non-trainable params: 0

Pada lapisan input, data yang digunakan adalah data training. Kemudian data input diproses pada lapisan konvolusi pertama dengan menggunakan maxpooling dan fungsi aktivasi ReLU. Output pada lapisan konvolusi pertama dijadikan sebagai input pada proses konvolusi kedua. Kemudian hasil dari proses konvolusi dikumpulkan pada lapisan fully connected. Pada lapisan ini ditentukan fitur yang memiliki korelasi dengan kelas tertentu sehingga hasil akhir dari proses ini adalah fitur yang terklasifikasi dalam empat kelas.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi CNN VGG16

Terdapat tiga tahap dalam mengimplementasikan CNN VGG16, yaitu training, validasi dan tes. Tahap training adalah tahap utama untuk melatih jaringan mempelajari data input. Kemudian jaringan tersebut diuji pada data validasi. Apabila memberikan hasil yang baik, maka jaringan tersebut dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi data dengan data tes.

2. Proses pelatihan dan pembentukan model
Data latih yang digunakan adalah 80% dari total keseluruhan data yang sudah terkumpul. Sehingga didapat data latih sebanyak 7711 dengan masing-masing kelas beragam seperti yang sudah tersaji pada tabel 1. Komputasi dilakukan dengan menggunakan mode single GPU. Kemudian untuk proses training menggunakan parameter sebagai berikut:

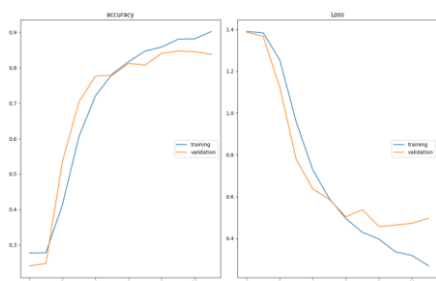
Model optimizer : Adam
Learning rate : 0,0001
Mini-batch size : 16
Epoch : 10

Hasil training disajikan pada tabel 3. Dari tabel 3 ini dapat disimpulkan bahwa training jaringan memberikan akurasi yang sangat baik. Sedangkan untuk jejak proses trainingnya dapat dilihat pada grafik dari akurasi dan kesalahan selama proses training berlangsung, seperti pada gambar 3.

Tabel 3. Struktur model CNN yang digunakan

	accuracy	loss
training	(min: 0.277, max: 0.902, cur: 0.902)	(min: 0.269, max: 1.390, cur: 0.269)
validation	(min: 0.241, max: 0.838, cur: 0.838)	(min: 0.457, max: 1.386, cur: 0.497)

482/482 [-----] - 645 133ms/step - loss: 0.2699 - accuracy: 0.9028 - val_loss: 0.4970 - val_accuracy: 0.8376



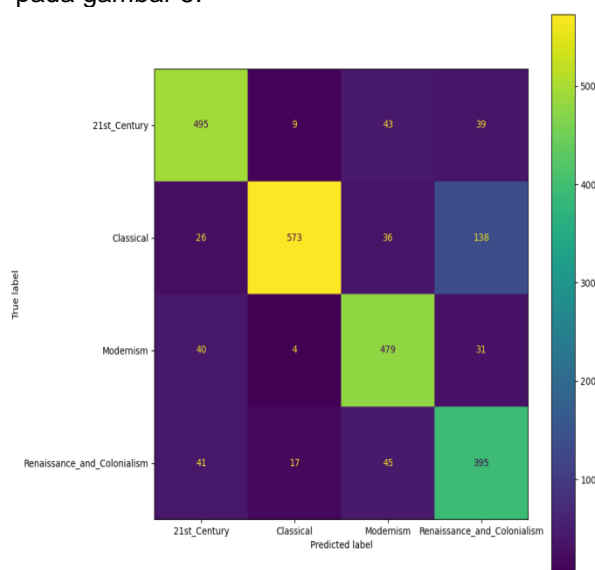
Gambar 3. Grafik akurasi dan kesalahan pada proses training

3. Data validasi

Proses validasi jaringan menggunakan 1927 data untuk menguji jaringan dengan masing-masing kelas beserta jumlah di tiap kelas adalah ; gaya arsitektur periode 21st century 482, Classical 503, Modernism 465 dan Renaissance and Colonialism 477 sampel. Dari proses ini didapatkan akurasi cukup baik yaitu 83,76%.

4. Proses olah data tes dan proses pendeteksian Interpreter merupakan suatu langkah yang dapat digunakan untuk memasukkan sampel data yang ingin diketahui jenis klasifikasinya pada jaringan. Kemudian jaringan akan mengeluarkan label jenis gambar atau obyek berdasarkan data yang dimasukkan. Sedangkan untuk hasil label klasifikasi yang keluar dari jaringan digunakan untuk bahan pertimbangan interpreter guna menentukan jenis objek atau jenis gaya arsitektur berdasarkan

periode secara visual. Skenario ini digunakan dalam penelitian yang terdapat pada data tes. Dimana dalam data test pada penelitian ini, menggunakan 2411 data di masing-masing kelas yang berbeda-beda dengan rincian adalah ; gaya arsitektur periode 21st century sejumlah 602, gaya arsitektur periode Classical sebanyak 603, gaya arsitektur periode Modernism sebanyak 603, dan gaya arsitektur periode Renaissance and Colonialism sebanyak 603. Hasil akurasi klasifikasi pada data tes dapat dilihat pada *confusion matrix* di gambar 4 dan hasil klasifikasi semantic juga kami ujikan sebagai proses deteksi pada suatu gedung guna mengetahui apakah bangunan tersebut termasuk bangunan dengan jenis arsitektur colonial atau bukan. Dan hasil deteksi menggunakan jaringan yang telah dibuat Beserta hasil akurasi di tiap gambar yang diunggah, sebagaimana terdapat pada gambar 5.



Gambar 4. Matrik konfusi dari data tes

Gedung kesenian Jakarta	Wisma Kherkoven	Kubah teleskop ganda Zeiss	Kubah teleskop surya	Kubah teleskop Bamberg
Lawang sewu	Ruang Multimedia bosscha	Benteng Vredeburg	Museum wayang	Benteng Vastenburg
Candi Borobudur	Candi Prambanan	Gedung merdeka Bandung	Gedung Maybank	Museum Pos



Gambar 5. Hasil klasifikasi semantic pada beberapa data uji atau sampel uji

Pada matrik konfusi dapat disimpulkan bahwa pada saat pengujian dataset test, kesalahan terbanyak terdapat pada pengujian tipe gaya arsitektur periode Renaissance and Colonialism yang mana tipe gaya arsitektur ini memiliki tingkat Recall lebih rendah dibandingkan kelas yang lain. Yaitu sebesar 69,7%, atau lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4. Dari keseluruhan dataset test pada gaya arsitektur Renaissance and Colonialism sebanyak 603, hasil prediksi yang salah adalah 87 masuk kepada gaya arsitektur 21st_century, 35 masuk ke kelas Classical, dan 117 masuk ke kelas Modernism. Sedangkan yang tepat memprediksi untuk kelas Renaissance and Colonialism sebanyak 550 citra. Dari hasil akurasi untuk kelas Renaissance and Colonialism dapat disimpulkan bahwa pada kelas ini, model yang telah diaplikasikan memiliki sedikit kesulitan dalam mengidentifikasi dengan benar akan contoh-contoh dari kelas ini. Namun, nilai precision yang lebih tinggi pada kelas ini yaitu 91,2% menunjukkan bahwa ketika model mengklasifikasikan contoh sebagai "Renaissance and Colonialism, sebagian besar dari klaim tersebut benar. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian model percobaan gaya arsitektur

	species	precision	recall	f1-score	support
0	21st_Century	0.760797	0.950207	0.845018	482
1	Classical	0.922056	0.868750	0.894610	640
2	Modernism	0.762852	0.920000	0.834089	500
3	Renaissance_and_Colonialism	0.912106	0.697085	0.790230	789

Sedangkan hasil klasifikasi semantic pada beberapa inputan berupa bangunan colonial di Indonesia memiliki tingkat akurasi yang cukup bagus, seperti pada gambar 5. Untuk nilai akurasi beberapa bangunan colonial yang sudah di input beserta nilai akurasinya dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

No	Nama bangunan	Hasil prediksi	Hasil akurasi
1	Gedung Kesenian Jakarta	Renaissance and Colonialism	94,02%
2	Wisma Kherkoven	Renaissance and Colonialism	96,67%
3	Kubah teleskop ganda Zeiss	Renaissance and Colonialism	98,95%
4	Kubah teleskop Bamberg	Renaissance and Colonialism	97,63%
5	Kubah teleskop surya	Renaissance and Colonialism	96,87%

6	Lawang sewu	Renaissance and Colonialism	98,91%
7	Ruang Multimedia Bosscha	Renaissance and Colonialism	83,77%
8	Benteng Vredeburg	Renaissance and Colonialism	99,57%
9	Museum wayang	Renaissance and Colonialism	89,23%
10	Benteng Vastenburg	Renaissance and Colonialism	99,97%
11	Candi Borobudur	Classical	99,96%
12	Gedung Merdeka	Renaissance and Colonialism	99,98%
13	Gedung maybank Surabaya	Renaissance and Colonialism	100%
14	Museum Pos Indonesia	Renaissance and Colonialism	100%

KESIMPULAN

Pada penelitian klasifikasi gaya arsitektur berdasarkan periode dengan menggunakan Convolutional neural network (CNN) dengan arsitektur VGG16 telah berhasil dilakukan tahap pelatihan dengan tingkat akurasi yang sangat baik sebesar 90,2%. Model arsitektur VGG16 yang digunakan terdiri dari 13 lapisan konvolusi dengan ukuran filter 3x3, kemudian untuk fungsi aktivasi yang digunakan yaitu reLu, dan 7 lapisan pooling dengan ukuran 2x2 yang terdiri dari 5 lapisan Max-pooling layer dan 2 lapisan Average pooling. Total keseluruhan citra yang digunakan untuk penelitian ini yaitu 12049 dengan rincian digunakan untuk data latih atau train sebanyak 7711 digunakan untuk data validasi 1927, dan 2411 citra untuk data uji atau data test. Berdasarkan hasil pelatihan diperoleh tingkat akurasi dari pengujian model yang digunakan yaitu sebesar 84%. Dengan demikian dari nilai akurasi proses training menunjukkan bahwa model yang dibuat mampu mengingat dan mempelajari pola yang ada dalam data pelatihan sangat baik. Serta mampu menggeneralisasi dan mampu memberikan hasil yang baik pada data inputan baru yang belum pernah dilihat sebelumnya. Hal ini dibuktikan ketika model mampu untuk mengenali dengan akurat dari bangunan peninggalan bangsa colonia yang diinput. Pada penelitian selanjutnya, dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi dan menurunkan nilai loss dengan melakukan beberapa hal seperti menambahkan data citra, regularisasi atau pengendalian kompleksitas model, dropout atau pengurangan overfitting, menambah lapisan konvolusi dan menambahkan fungsi optimasi. Selain itu, pada penelitian lebih lanjut dapat digunakan

metode deep learning lainnya sehingga diperoleh akurasi klasifikasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Nucci, L. P., Krettenauer, T., & Narváez, D. (Eds.). (2008). *Handbook of moral and character education*. Routledge.
- Krier, Rob. (1983). *Elements of Architecture*, Architecture Design AD Publications Ltd, London.
- Krier, Rob. (2001). *Komposisi arsitektur terjemahan effendi setiadharna*. Jakarta : Airlangga.
- Handinoto (2010). *Arsitektur dan kota-kota di Jawa pada masa colonial / Handinoto*. Yogyakarta : Graha ilmu.
- Sumalyo, Yulianto (1993) *Arsitektur Kolonial Belanda di Indonesia*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Adenan, Khaerani, Etc. (2012). *Karakter Visual Arsitektur A.F. Aalbersdi Bandung (1930-1946)- Studi Kasus: Kompleks Villa's dan Woonhuizen*. Bandung. *Jurnal lingkungan binaan Indonesia*.
- Handinoto. (1993). *Arsitek G.C. Citroen dan Perkembangan Arsitektur Colonial Belanda di Surabaya (1915-1940)*. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 19. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Hartono, Samuel & Handinoto. (2006). *Arsitektur Transisi di Nusantara dari Akhir Abad 19 ke Awal Abad 20 (Studi Kasus Kompleks Bangunan Militer di Jawa pada Peralihan Abad 19 ke 20)*. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 34. Surabaya. Universitas Kristen Petra.
- Harimu, et al. (2011). *Tipologi wajah bangunan arsitektur colonial belanda di kawasan pabrik gula semboro-jember, ARSKON*, *Jurnal arsitektur & konstruksi*. Vol. 1, No. 1, 66-79.
- Molayil, J.J. (2019). *Learn keras for deep neural networks:A fast-track approach to modern deep learning with python*. British Columbia:Apress.
- Oktaviani, U., et al. (2019). *Lawang Sewu dalam Sudut Pandang Geometri*. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, Vol. 2, No. 1, DOI: <http://dx.doi.org/10.21043/jpm.v2i1.6348>.
- Tamini, N., et al. (2020). *Tipologi arsitektur colonial di Indonesia*. *Vitruvian jurnal arsitektur, bangunan, & lingkungan 2020*. Vol. 10, No. 1, 45-52.
- Sastra, S. (2016). *Kajian Estetika Bentuk Pada Façade Perumahan Real Estate di Yogyakarta*. *Inersia*, Vol. 1, No. 12, 78-84.
- Setyohadi, B., (2011). *Kajian Kenyamanan Thermal Pada Bangunan Rumah Tinggal Arsitektur Kolonial Modern (Studi Kasus : Rumah Tinggal Karya Arsitek Liem Bwan Tjie Jl. Dr. Wahidin No. 38 Semarang)*. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, Vol. 13, No. 1, DOI : <https://doi.org/10.15294/jtsp.v13i1.7059>
- Sukarno, P.G. et al. (2014). *Karakter visual façade bangunan colonial belanda rumah dinas bakorwil kota madaun*. *Jurnal arsitektur NALARs*. Vol. 13, No. 2, 99-112.
- Wardani, Dwi. (2019). *Tipologi bangunan masjid karya achmad noe'man sang arsitektur seribu masjid*. *Jurnal Arsitektur GRID 2019*. Vol. 1, No. 1, 11-19. <https://doi.org/10.21831/inersia.v12i1.10355> [viewed on 17/04/2020]
- Kaggle, datasets. *Gustavoachavez/architectural-styles-periods-dataset*. (<http://www.kaggle.com/>, diakses 12 Mei 2023).