



Penerapan Metode Convolutional Neural Network Untuk Konversi Citra Notasi Balok Ke Format Musik MIDI

Ivan Jeremy Hasibuan¹, Darwis Robinson Manalu², Posma Lumbanraja³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Methodist Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Received, Agustus 20, 2023

Revised, September 30, 2023

Accepted, September 15, 2024

Keywords:

Notasi Balok,
Convolutional Neural Network,
MIDI.

ABSTRAK

Penulisan notasi musik merupakan ilmu atau seni menyusun nada atau suara dalam urutan, kombinasi dan hubungan temporal untuk menghasilkan komposisi suara yang mempunyai kesatuan dan kesinambungan. Di negara Asia khususnya Indonesia banyak pemain musik yang belum menguasai notasi balok. Oleh sebab itu perlu dirancang sebuah sistem yang dapat membantu menerjemahkan citra notasi balok menjadi format musik MIDI untuk mempermudah pembelajaran dan pembacaan notasi balok dengan menggunakan kecerdasan buatan. Sistem yang dibuat dapat diimplementasikan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network untuk melakukan pengenalan objek citra. Convolutional Neural Network adalah sebuah algoritma deep learning yang mampu melakukan proses pembelajaran mandiri untuk pengenalan objek, ekstraksi objek, dan klasifikasi. Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dibangun menggunakan algoritma Convolutional Neural Network dapat membaca dan melakukan konversi citra notasi balok dengan akurasi sebesar 90%.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Koresponden:

Ivan Jeremy Hasibuan,
Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Methodist Indonesia, Medan,
Jl. Hang Tuah No.8, Medan - Sumatera Utara.
Email: ivanhasibuan827@gmail.com

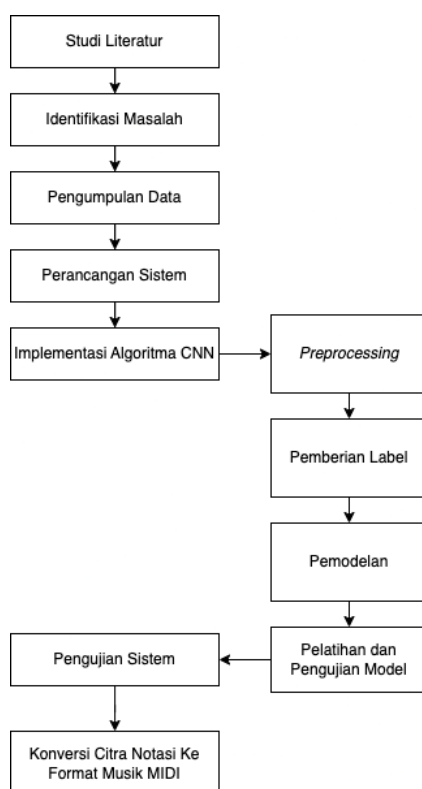
1. PENDAHULUAN

Di negara Asia khususnya Indonesia, banyak pemain musik yang belum menguasai notasi balok. Salah satu cara untuk mengenali notasi balok adalah dengan mendengar bagaimana suara notasi yang dituliskan. Untuk itu, perlu dirancang sebuah sistem yang dapat membantu menerjemahkan citra notasi balok menjadi format musik MIDI, salah satunya dengan memanfaatkan Kecerdasan Buatan. Convolutional Neural Network merupakan metode deep learning yang mampu melakukan proses pembelajaran mandiri untuk deteksi objek, ekstraksi objek dan klasifikasi serta dapat diterapkan pada gambar resolusi tinggi dengan model distribusi nonparametrik. CNN menggunakan lapisan konvolusi untuk mengenali fitur-fitur khusus pada gambar, seperti tepi, sudut, dan tekstur. Lapisan konvolusi tersebut secara efektif melakukan filter pada gambar untuk mengekstrak fitur-fitur penting. Selanjutnya, fitur-fitur tersebut akan dipelajari dan digunakan untuk klasifikasi atau pengenalan objek dalam citra.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Framework Penelitian

Framework penelitian menggambarkan langkah-langkah dari awal penelitian hingga penyelesaiannya. Tujuannya agar penelitian yang dilakukan dilakukan secara sistematis dan mengarah pada hasil penelitian yang sesuai. Gambar 1 menunjukkan kerangka penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

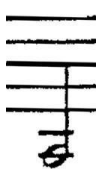
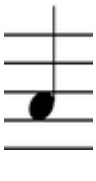


Gambar 1. Framework Penelitian

2.2. Pengumpulan Data

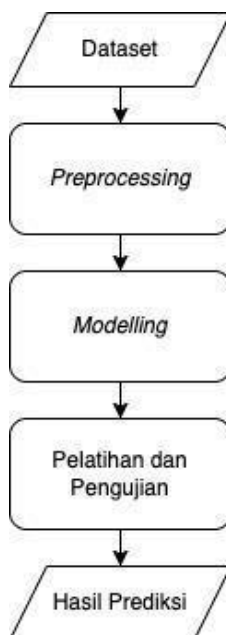
Pengumpulan data diperoleh dari dataset yang digunakan dalam sebuah thesis yang berjudul “*Recognizing Musical Notation Using Artificial Neural Networks*” yang ditulis oleh Pascal Attwenger, dan digabungkan dengan citra notasi balok yang diperoleh dari internet. Citra notasi yang dikumpulkan merupakan citra notasi yang ada pada tanda kunci Treble, dari notasi A hingga A2. Data yang dikumpulkan sebanyak 8.125 citra kemudian dibagi menjadi 60 kelas dengan jumlah citra dalam satu kelas lebih kurang sebanyak 100 citra. Sampel kelas yang dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Gambar Berdasarkan Kelas

Kelas	Gambar	Kelas	Gambar	Kelas	Gambar	Kelas	Gambar
Half-		Quarter-		Eighth-		Sixteenth-	
a1		a1		a1		a1	

2.3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan agar sistem dapat bekerja dengan baik. Berikut gambaran umum mengenai pengolahan data yang akan dilakukan. Pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Pengolahan Data

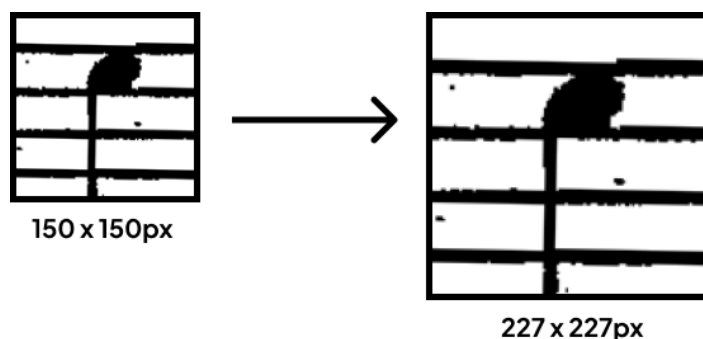
Pada Gambar 2 pengolahan data dimulai dengan membuat dataset berupa folder yang berisi citra notasi balok. Kemudian dilakukan *preprocessing* dengan cara *resizing* dimana dilakukan perubahan ukuran citra menjadi sama sehingga mempermudah untuk melakukan proses *modelling*. Pemodelan melibatkan pembuatan model dari kumpulan data yang ada untuk mengenali gambar dan memproses klasifikasi. Selanjutnya dilakukan pelatihan dan pengujian untuk memeriksa keakuratan model yang dibuat.

2.4. Implementasi Algoritma *Convolutional Neural Network*

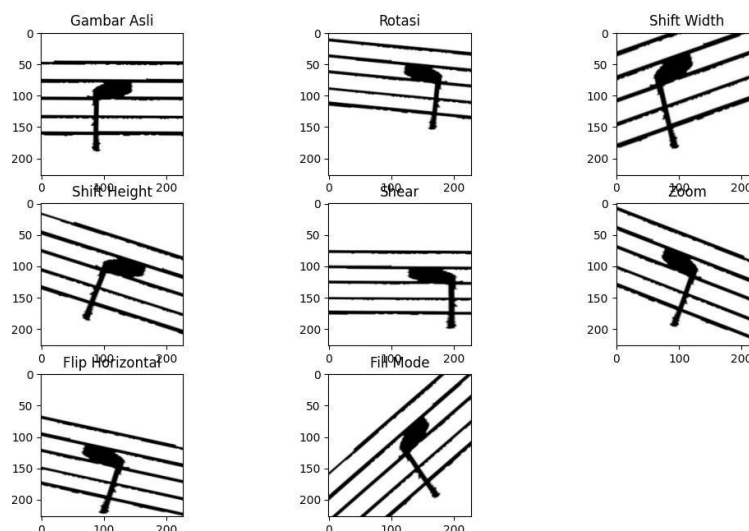
Tahap ini merupakan tahap implementasi algoritma *Convolutional Neural Network* yang terdiri dari tahap *preprocessing dataset*, pembuatan model, dan pengujian model.

2.4.1. *Preprocessing Dataset*

Preprocessing dilakukan dengan melakukan *resize* pada seluruh citra menjadi ukuran 227 x 227 pixel dan melakukan augmentasi untuk menambah variasi dari dataset.



Gambar 3. *Preprocessing* Citra



Gambar 4. Augmentasi Citra

2.4.2. Pemberian Label

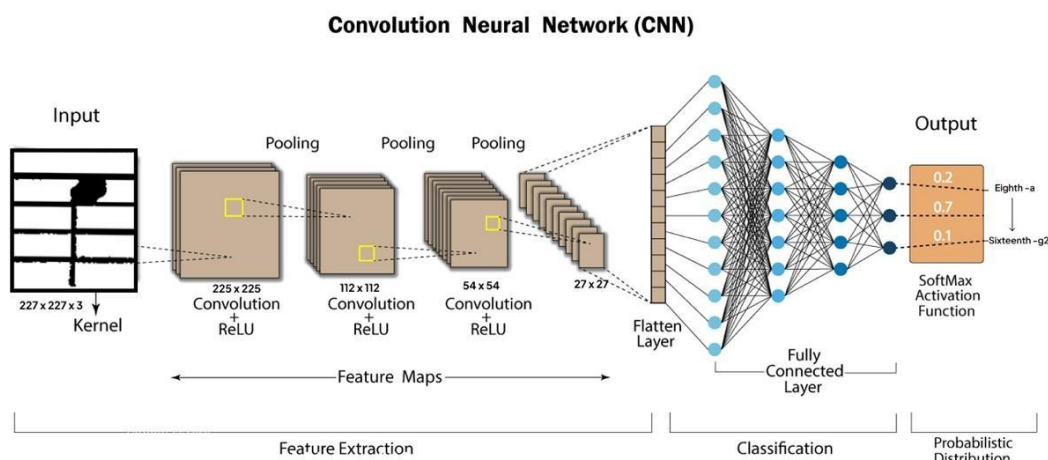
Pemberian label dilakukan untuk melakukan klasifikasi dengan kategori yang telah ditentukan. Pemberian label juga berfungsi untuk memastikan bahwa pelatihan model yang dilakukan sesuai dengan kelas yang diinginkan. Berikut merupakan sampel kelas yang digunakan dalam pelabelan.

Tabel 2. Daftar Label Kelas

No	Kelas	No	Kelas
1	Eighth-a	33	Quarter-a1
2	Eighth-a1	34	Quarter-a2
3	Eighth-a2	35	Quarter-b
4	Eighth-b	36	Quarter-b1
5	Eighth-b1	37	Quarter-c1
6	Eighth-b2	38	Quarter-c2
7	Eighth-c1	39	Quarter-d1
8	Eighth-c2	40	Quarter-d2
9	Eighth-d1	41	Quarter-e1
10	Eighth-d2	42	Quarter-e2

2.4.3. Pemodelan

Model pelatihan atau arsitektur algoritma *Convolutional Neural Network* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Model *Convolutional Neural Network*

2.4.4. Pelatihan dan Pengujian

Pelatihan data dilakukan dengan menggunakan *test size* sebesar 0.2. Artinya data latih dan data uji dibagi menjadi 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji. Hasil yang diperoleh dari pelatihan dan pengujian ini adalah 39% untuk loss pelatihan model dan 89% untuk akurasi pelatihan. Untuk data validasi, nilai loss sebesar 29% dan akurasi sebesar 92%.

2.4.5. Konversi Citra Ke Format Musik MIDI

Proses konversi dilakukan dengan mengambil hasil prediksi dari keluaran yang dihasilkan. Kelas hasil prediksi akan dicocokkan dengan daftar kelas dengan durasi nada dari kelas. Sampel daftar kelas dapat dilihat pada Tabel 3.

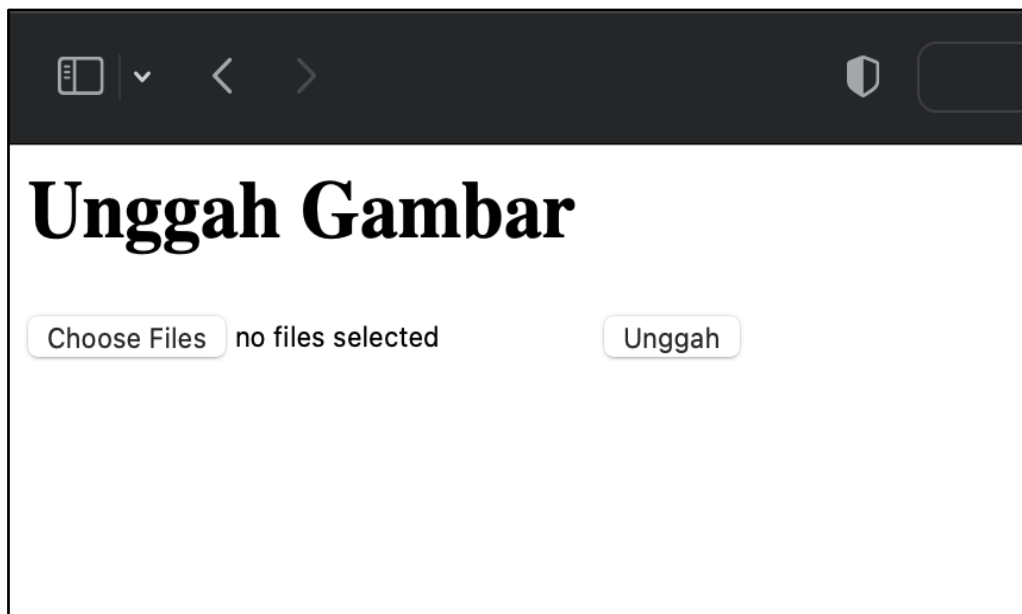
Tabel 3. Daftar Kelas Nada dan Durasi Nada

Class_to_pitch	Class_to_duration
0: 'A3',	0: 0.5,
1: 'A4',	1: 0.5,
2: 'A5',	2: 0.5,
3: 'B3',	3: 0.5,
4: 'B4',	4: 0.5,
5: 'B5',	5: 0.5,
6: 'C4',	6: 0.5,
7: 'C5',	7: 0.5,
8: 'D4',	8: 0.5,
9: 'D5',	9: 0.5,
10: 'E4'	10: 0.5,

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan membuat *interface* untuk memasukkan citra notasi balok yang akan dikonversi ke format musik MIDI. *Interface* dibuat menggunakan *framework* dari Bahasa pemrograman *python* yaitu Flask. *Interface* yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Input Citra Notasi Balok

3.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan data gabungan dari dataset dan internet, serta data baru yang tidak termasuk ke dalam dataset. Jumlah data yang digunakan dalam pengujian adalah 20 citra per kelas dengan total data sebanyak 1220 data. Hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem

No	Kelas	Jumlah Data Uji	TP	TN	FN	FP
1	Eighth-a	20	12	4	4	0
2	Eighth-a1	20	18	0	1	1
3	Eighth-a2	20	7	6	1	6
4	Eighth-b	20	17	0	2	1
5	Eighth-b1	20	17	0	3	0
6	Eighth-b2	20	15	3	0	2
7	Eighth-c1	20	15	4	1	0
8	Eighth-c2	20	20	0	0	0
9	Eighth-d1	20	14	4	2	0

10	Eighth-d2	20	18	2	0	0
11	Eighth-e1	20	16	0	3	1
12	Eighth-e2	20	14	4	1	1
13	Eighth-f1	20	17	1	1	1
14	Eighth-f2	20	10	7	1	2
15	Eighth-g1	20	18	1	1	0
16	Eighth-g2	20	11	3	2	4
17	Half-a	20	16	4	0	0
18	Half-a1	20	11	9	0	0
19	Half-a2	20	12	6	0	2
20	Half-b	20	11	9	0	0
21	Half-b1	20	13	6	0	1
22	Half-c1	20	17	2	0	1
23	Half-c2	20	19	1	0	0
24	Half-d1	20	14	4	0	2
25	Half-d2	20	13	4	1	2
26	Half-e1	20	13	7	0	0
27	Half-e2	20	13	4	0	3
28	Half-f1	20	15	5	0	0
29	Half-f2	20	16	2	0	2
30	Half-g1	20	14	3	2	1
31	Half-g2	20	13	7	0	0
32	Quarter-a	20	17	1	1	1
33	Quarter-a1	20	19	1	0	0
34	Quarter-a2	20	6	9	5	0
35	Quarter-b	20	11	5	4	0
36	Quarter-b1	20	16	1	3	0
37	Quarter-c1	20	19	1	0	0
38	Quarter-c2	20	19	0	1	0
39	Quarter-d1	20	18	0	1	1
40	Quarter-d2	20	16	0	4	0
41	Quarter-e1	20	18	2	0	0
42	Quarter-e2	20	18	0	2	0
43	Quarter-f1	20	19	0	1	0

44	Quarter-f2	20	9	10	0	1
45	Quarter-g1	20	16	1	3	0
46	Quarter-g2	20	13	7	0	0
47	Sixteenth-a	20	10	9	0	1
48	Sixteenth-a1	20	15	2	1	2
49	Sixteenth-a2	20	15	4	0	1
50	Sixteenth-b	20	18	0	2	0
51	Sixteenth-b1	20	15	2	2	1
52	Sixteenth-c1	20	11	8	0	1
53	Sixteenth-c2	20	18	0	1	1
54	Sixteenth-d1	20	15	1	3	1
55	Sixteenth-d2	20	14	2	4	0
56	Sixteenth-e1	20	13	5	1	1
57	Sixteenth-e2	20	17	3	0	0
58	Sixteenth-f1	20	12	3	3	2
59	Sixteenth-f2	20	19	0	1	0
60	Sixteenth-g1	20	11	3	6	0
61	Sixteenth-g2	20	14	6	0	0
Total			900	198	75	47

Pengujian tingkat keakuratan sistem dalam memprediksi citra notasi balok menggunakan *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan *Confusion Matrix* dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Precision} &= \frac{TP}{TP+FP} \times 100 \\
 &= \frac{900}{900+47} \times 100 \\
 &= 0.95 \times 100 \\
 &= 95\% \\
 \text{Recall} &= \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \\
 &= \frac{900}{900+75} \times 100 \\
 &= 0.92 \times 100 \\
 &= 92\% \\
 \text{F1-Score} &= 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \times 100 \\
 &= \frac{2 \times 95 \times 92}{187} \times 100 \\
 &= \frac{17.480}{187} \times 100 \\
 &= 93\% \\
 \text{Accuracy} &= \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100 \\
 &= \frac{900+198}{900+198+75+47} \times 100 \\
 &= \frac{1098}{1220} \times 100 \\
 &= 0.9 \times 100 \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan, pemodelan, pelatihan dan pengujian pada sistem yang telah dibangun, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dibangun sudah dapat melakukan konversi citra notasi balok ke format music MIDI dengan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network*
2. Model CNN pada penelitian ini menggunakan *input shape* sebesar 227 x 227 pixel dengan filter 3 x 3 dengan jumlah epoch sebanyak 200. Penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 8.125 citra notasi balok dengan akurasi pelatihan sebesar 89% dan akurasi validasi sebesar 92%. Sedangkan akurasi loss pelatihan sebesar 39% dan loss validasi sebesar 29%.
3. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan data uji berjumlah 1.220 citra dengan masing-masing 20 citra per kelas, diperoleh hasil testing dengan akurasi 90%.

REFERENSI

- [1] Haumahu, J. P., Kunci, K., Backpropagation, :, Tiruan, J. S., Balok, N., & Pola, P. (2019). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Pola Notasi Balok Menggunakan Metode Backpropagation. In *JURIKOM* (Vol. 6, Issue 3). <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom>Page255
- [2] Irma Hildayanti, K., Darmanto, T., Informatika, T., & Widya Dharma, S. (n.d.). *PERANCANGAN APLIKASI PEMBUAT PARTITUR MUSIKDENGAN NOT ANGKA*.
- [3] Salwa Salsabila, "IMPLEMENTASI ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK MENDETEKSI POLA GERAK TANGAN DALAM PERMAINAN 'PONG BALL' DENGAN AI", *METHODIKA*, vol. 9, no. 2, pp. 8–11, Sep. 2023.
- [4] Santoso, J.T. (2021). Kecerdasan Buatan dan Jaringan Syaraf Tiruan. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik.
- [5] Trask, A. W. 2019. *Grokking Deep Learning*. New York : Manning Publications.