

# IMPLEMENTASI DEEP LEARNING DALAM PENGENALAN SISTEM ISYARAT BAHASA INDONESIA (SIBI) MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Ghina Raudhatul Jannah<sup>1</sup>, Yassir<sup>2</sup>, Hanafi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: raudhatuljnnh12@gmail.com, yassirajalil@gmail.com, hnfbatubara@yahoo.com

**Abstrak** –Bahasa isyarat merupakan teknik komunikasi non verbal yang dilakukan oleh penyandang tunarungu atau tunawicara. Saat ini, penggunaan bahasa isyarat masih terbatas akibat kurangnya pengetahuan dan edukasi mengenai Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). Keterbatasan inilah yang masih menjadi sebuah masalah bagi penyandang tunarungu atau tunawicara dalam berkomunikasi. Untuk mengatasi masalah ini, pada penelitian ini dibuat suatu sistem yang dapat mempermudah proses pengenalan alfabet Sistem Bahasa Isyarat Indonesia (SIBI) menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Pada penelitian menggunakan alfabet SIBI, yang terdiri dari 24 kelas dengan pengecualian huruf J dan Z. Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) diterapkan untuk pembelajaran fitur citra dan klasifikasi isyarat tangan. Pengujian dilakukan pada jarak tangan ke kamera yang bervariasi antara 25 hingga 150 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode CNN, akurasi dan sensitivitas yang diperoleh adalah 95% pada jarak 25 cm, 98,33% pada jarak 50 cm, 85,83% pada jarak 100 cm, dan 83,33% pada jarak 150 cm.

**Kata kunci :** *Alfabet SIBI, Klasifikasi, CNN, Variasi jarak, Akurasi, dan Sensitivitas*

## I. PENDAHULUAN

Di Indonesia terdapat dua sistem bahasa isyarat yang digunakan yaitu, Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) adalah salah satu komunikasi bahasa isyarat yang dimiliki oleh negara Indonesia. Sistem Isyarat Bahasa Indonesia dibangun dengan mengadopsi dari bahasa isyarat American Sign Language (ASL) yang dimiliki oleh negara Amerika. Saat ini, penggunaan bahasa isyarat masih terbatas akibat kurangnya pengetahuan dan edukasi mengenai Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini dilakukan dengan fokus pada pengenalan bahasa isyarat melalui metode pengenalan pola, penglihatan komputer, dan pemrosesan huruf dari gerakan tangan statis yang direpresentasikan dalam bentuk gambar.

Metode CNN merupakan bagian dari deep learning yang biasanya digunakan dalam pengolahan data image yang memiliki beberapa lapisan (*hidden layer*) dan membentuk tumpukan. Metode CNN berbeda dari metode klasifikasi lainnya dikarenakan pada metode CNN kita tidak memerlukan ekstraksi fitur tambahan karena sudah terdapat proses ekstraksi dan klasifikasi fitur, dengan proses ekstraksi fitur menggunakan proses *convolution layer* dan *subsampling* fitur, sedangkan klasifikasi fitur menggunakan proses *fully connected layer*. Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) akan di implementasikan menggunakan MATLAB, sehingga *output*-nya dapat menampilkan pengenalan alfabet bahasa isyarat statis berdasarkan tingkat akurasi sistem.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Citra Digital

Citra digital adalah representasi digital dari suatu gambar atau foto yang terdiri dari kumpulan piksel. Setiap piksel dalam citra digital memiliki nilai numerik yang mewakili intensitas cahaya pada posisi piksel tersebut. Citra digital dapat dihasilkan melalui berbagai cara, termasuk pengambilan foto menggunakan kamera digital, pemindaian (*scanning*) gambar fisik atau pembangkitan sintesis menggunakan perangkat lunak grafis [1].

Citra digital adalah citra  $f(x,y)$  yang didiskritkan pada koordinat spasial dan kecerahan. Citra digital direpresentasikan oleh array dua dimensi atau sekumpulan array dua dimensi dimana setiap *array* merepresentasikan satu kanal warna. Nilai kecerahan yang didigitalkan dinamakan nilai tingkat keabuan [2].

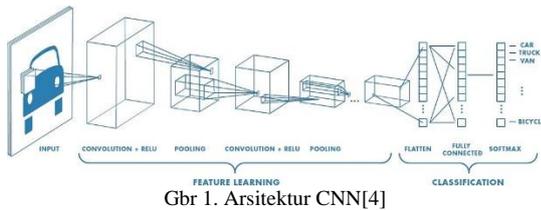
### B. Deep Learning

*Deep learning* memungkinkan komputasi model yang terdiri dari beberapa *processing layer* untuk mempelajari representasi data dengan macam-macam tingkat abstraksi. Metode ini telah memperbaiki *state-of-the-art* dalam pengenalan suara (*speech recognition*), pengenalan objek visual (*visual object recognition*), deteksi objek (*object detection*) dan banyak penemuan lainnya seperti penemuan obat dan genomik. *Deep learning* menemukan struktur yang rumit dan sulit dalam kumpulan data yang sangat besar dengan menggunakan algoritma *backpropagation* untuk menunjukkan bagaimana sebuah mesin harus mengubah parameter internal yang digunakan untuk menghitung representasi

pada setiap lapisan dari representasi pada lapisan sebelumnya [3].

C. Convolutional Neural Network (CNN)

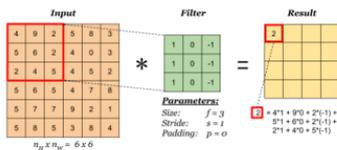
Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu jenis algoritma neural network yang didesain untuk memproses data citra. Algoritma CNN digunakan untuk mempelajari serta mendeteksi *feature* pada citra digital. Data yang digunakan dalam algoritma CNN merupakan citra digital berupa data 2 dimensi. CNN termasuk algoritma *deep learning*. CNN tersusun atas beberapa neuron yang memiliki bias, *weight*, serta *activation function* [4].



Arsitektur yang digunakan pada metode Convolutional Neural Network (CNN) ada 2 (dua) diantaranya adalah *Feature Learning* dan *Classification*. Pada *Feature Learning* terdapat *Convolution*, *ReLU* (sebagai *Activation Function*), dan *Max Pooling*. Lalu pada *Classification* berisi *Flatten*, *Fully Connected*, dan fungsi aktivasi *Softmax* untuk pengklasifikasian.

1. Konvolusi

Lapisan konvolusi merupakan proses ekstraksi fitur pada citra dengan menggunakan *filter* atau kernel. Proses konvolusi dilakukan dengan menggeser *filter* hingga mencakup seluruh bagian citra. Jumlah pergeseran filter disebut *stride*. Apabila pada proses konvolusi ingin mengekstraksi semua *pixel* pada citra, maka dapat dilakukan dengan cara menambah *pixel* bernilai 0 pada setiap sisi *matrix*. Setiap pergeseran filter akan dilakukan perkalian matriks antara matriks input dengan matriks filter, hasil dari proses tersebut berupa matriks 2 dimensi [4].

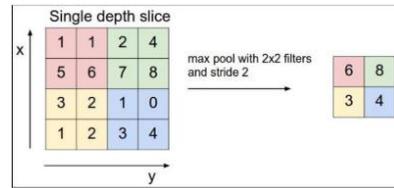


2. ReLU (Rectified Linier Unit)

Fungsi aktivasi reLU digunakan untuk mengubah nilai atau menormalisasikan hasil fitur ekstraksi sebelumnya. Jika nilai *output* dari *neuron* bisa dinyatakan sebagai 0 jika inputnya adalah negatif. Jika nilai input dari fungsi aktivasi adalah positif, maka *output* dari *neuron* adalah nilai input aktivasi itu sendiri [4].

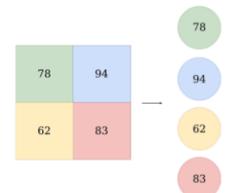
3. Max Pooling

Pooling adalah proses untuk mengurangi resolusi citra dengan tetap mempertahankan informasi atau fitur-fitur penting pada citra dan untuk mempercepat proses komputasi [4].



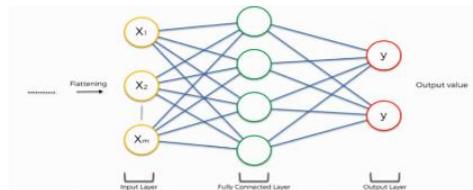
4. Flatten

Flatten berfungsi mengubah dimensi citra dari 2 dimensi menjadi 1 dimensi, hal ini dilakukan agar klasifikasi pada *Layer* lanjutan dapat dilakukan secara *linear* [4].



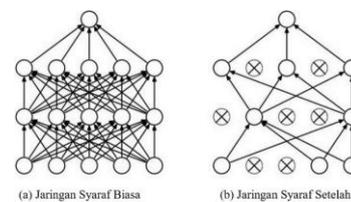
5. Fully Connected Layer

Lapisan *fully-connected* merupakan lapisan yang akan menyatukan semua *neuron* menjadi satu dimensi dari data hasil proses *feature learning* yang telah melalui *flattening* ke dalam bentuk *vector* [4].



6. Dropout

*Dropout* yaitu merupakan teknik regularisasi jaringan syaraf dimana beberapa akan dipilih secara random dan tidak dipakai selama data latih. *Neuron-neuron* ini dibuang juga secara random. Penggunaan teknik ini berdampak pada performa model dalam melatih dan mengurangi *overfitting* [4].



7. *Softmax Classifier*

*Softmax Function* menghitung nilai probabilitas dari tiap kelas *ouput* dengan semua kelas *output*. Rentang nilai probabilitas dari hasil perhitungan *softmax* yaitu antara 0 hingga 1 [4].

D. Evaluasi Klasifikasi

Evaluasi kinerja model klasifikasi sangat penting untuk menilai seberapa baik model dapat mengklasifikasikan data yang belum pernah dilihat sebelumnya [4]. Dalam penelitian ini, dua metrik evaluasi yang umum digunakan adalah akurasi dan sensitivitas (atau dikenal juga sebagai *recall*). Berikut adalah penjelasan lengkap mengenai kedua metrik tersebut :

1. Akurasi

Akurasi adalah matriks yang menunjukkan seberapa sering model membuat prediksi yang benar terhadap total keseluruhan prediksi. Adapun perhitungan tingkat akurasi dapat dirumuskan sebagai berikut [5]:

$$Akurasi = \frac{TP}{Total\ Citra} \times 100\% \quad \dots(2.1)$$

2. Sensitivitas (*recall*)

Sensitivitas, juga dikenal sebagai *recall* atau *true positive rate*, mengukur kemampuan model dalam mengidentifikasi data positif dengan benar dari semua data yang sebenarnya positif. Adapun perhitungan sensitivitas dapat dirumuskan sebagai berikut [5] :

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad \dots(2.2)$$

E. Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI)

Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) yang dibakukan merupakan salah satu media yang membantu komunikasi antar sesama kaum tunarungu di dalam masyarakat yang lebih luas. SIBI berwujud tata cara sistematis mengenai seperangkat isyarat jari, tangan, dan gerakan lain yang merepresentasikan kosa kata dalam bahasa Indonesia [6].



Gbr 7. Alfabet dalam bahasa isyarat SIBI [6]

III. METODOLOGI

A. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan citra langsung menggunakan kamera belakang *handphone*. Pengumpulan data dilakukan dengan bantuan tripod untuk menjaga stabilitas kamera. Tripod diatur agar posisi dan ketinggian kamera sejajar dengan objek yang akan difoto. Meteran manual digunakan untuk mengukur jarak antara kamera dan objek, seperti jarak 25 cm, 50 cm, 100 cm, dan 150 cm. Setelah jarak diatur, gambar diambil dengan pencahayaan dan sudut pengambilan yang seragam untuk setiap jarak.

Total citra untuk data training adalah 960 citra dan untuk data *testing* adalah 480 citra yang terdiri dari 24 kelas yang merupakan jumlah alfabet SIBI kecuali huruf J dan Z. Setiap kelas mencakup 20 citra dengan 5 citra mewakili masing-masing 4 jarak yang berbeda, yaitu 25 cm, 50 cm, 100 cm, dan 150 cm. Semua citra pada *data set* memiliki format .JPG dan merupakan Citra RGB. *Dataset* berisi citra yang memiliki latar belakang yang sama dengan tingkat kecerahan yang nyaris serupa. *Dataset* daftar kelas pada dataset dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

TABEL I  
Pembagian dataset dan jumlah citra masing-masing kelas

No.	Kelas	Jumlah Citra Training	Jumlah Citra Testing	No.	Kelas	Jumlah Citra Training	Jumlah Citra Testing
1.	A	40	20	13.	N	40	20
2.	B	40	20	14.	O	40	20
3.	C	40	20	15.	P	40	20
4.	D	40	20	16.	Q	40	20
5.	E	40	20	17.	R	40	20
6.	F	40	20	18.	S	40	20
7.	G	40	20	19.	T	40	20
8.	H	40	20	20.	U	40	20
9.	I	40	20	21.	V	40	20
10.	K	40	20	22.	W	40	20
11.	L	40	20	23.	X	40	20
12.	M	40	20	24.	Y	40	20

B. Teknik Pengolahan Data

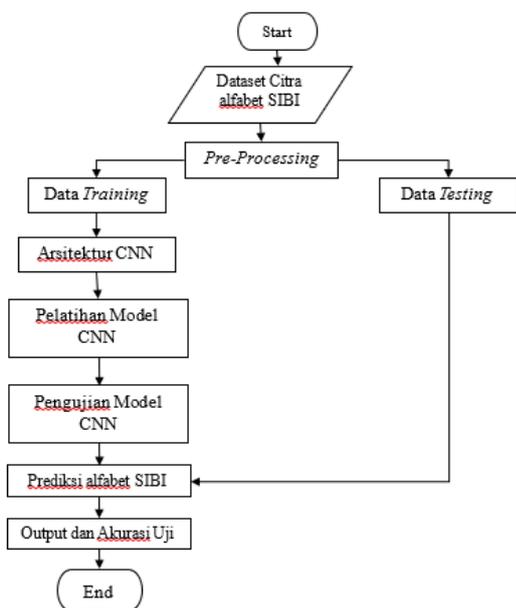
Teknik pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model arsitektur yang digunakan untuk proses *training* ditunjukkan pada tabel 2 dibawah ini.

TABEL II  
Arsitektur Model CNN

Lapisan	Bentuk dan Parameter
Image Input	64x64x3
Conv1+Relu	32 filter (3x3 kernel)
Max-Pooling	(2x2 kernel)
Conv2+Relu	32 filter (3x3 kernel)
Max-Pooling	(2x2 kernel)
Conv3+Relu	64 filter (3x3 kernel)
Max-Pooling	(2x2 kernel)
Conv4+Relu	128 filter (3x3 kernel)

Dropout	10%
Fully Connected	24 (n-class)
Output Layer	Softmax 24 kelas
Optimizer	ADAM
Epoch	20
Learning rate	0.001

Berikut diagram alir penelitian yang dilakukan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) ditunjukkan pada Gambar 8.



Gbr 8. Diagram Alir Penelitian

C. Metode Simulasi

Pada tahapan ini akan diberikan gambaran tentang bagaimana sistem dan aplikasi pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) bekerja. Proses simulasi pada penelitian ini menggunakan Tools GUI Matlab, dimulai dengan pelatihan model CNN menggunakan data pelatihan yang telah disediakan, yang kemudian menghasilkan output berupa akurasi dari proses pelatihan tersebut. Hasil dari pelatihan data dapat disimpan dan dapat di-load kembali untuk melakukan pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI).

Pengujian dilakukan dengan data *testing* dengan variasi jarak tangan terhadap kamera *handphone* sehingga sistem dapat mendeteksi dan memprediksi isyarat tangan. Jarak tangan terhadap kamera *handphone* yang diambil dalam penelitian ini adalah 25 cm hingga 150 cm.

D. Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan untuk menganalisis penelitian ini adalah hasil pengujian yang didapatkan dari sistem dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Tingkat akurasi dan sensitivitas akan dihitung dengan variasi jarak 25 cm, 50 cm, 100 cm, dan 150 cm. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi performa model dalam mengenali Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada berbagai jarak, sehingga dapat menentukan jarak optimal untuk akurasi

terbaik. Pengujian ini juga melibatkan perhitungan matriks performa, seperti sensitivitas (*recall*) untuk memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai kemampuan model dalam mengklasifikasikan isyarat bahasa dengan benar pada setiap jarak yang diuji.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Coba Data Pelatihan

Adapun tahapan pertama dalam melakukan pengenalan sistem bahasa isyarat Indonesia (SIBI) adalah melakukan pelatihan model dari metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk membentuk model yang digunakan dalam pengujian. Total jumlah citra pada data pelatihan adalah 960 citra, yang terdiri dari 24 kelas dengan setiap kelas terdiri dari 40 citra. Setiap kelas mewakili satu huruf alfabet SIBI, kecuali huruf J dan Z. Proses pelatihan data akan dilakukan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model yang telah disesuaikan, sehingga dapat memberikan hasil kinerja dan efisiensi yang optimal dalam mengenali alfabet SIBI. Hasil pelatihan tersebut akan disimpan dalam file *net.mat*.

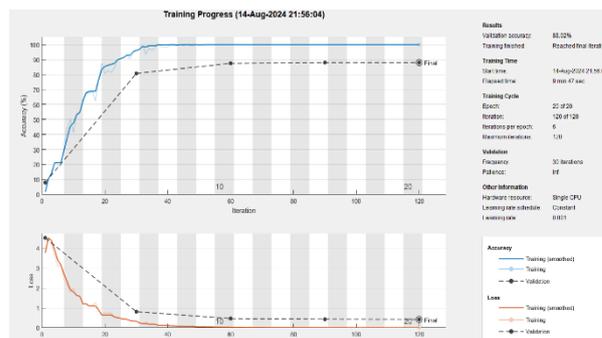
B. Uji Coba Data Pengujian

Proses uji coba data dimulai dengan melatih kembali data *training* menggunakan arsitektur CNN yang telah dilatih sebelumnya untuk mengevaluasi kinerja model. Data uji digunakan sebagai input, diproses oleh model, dan menghasilkan output serta nilai akurasi. Selain itu, nilai *True Positive* (TP) dan *False Negative* (FN) untuk setiap kelas pada berbagai jarak dihitung untuk mendapatkan nilai akurasi dan sensitivitas secara keseluruhan.

```

Training on single GPU.
Initializing input data normalization.
-----
| Epoch | Iteration | Time Elapsed | Mini-batch | Validation | Mini-batch | Validation | Base Learning |
|        |           | (hh:mm:ss)  | Accuracy   | Accuracy   | Loss       | Loss       | Rate          |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 1 | 00:00:17 | 1.56% | 7.81% | 3.7818 | 4.5615 | 0.0010 |
| 5 | 30 | 00:02:59 | 96.09% | 80.73% | 0.3354 | 0.8154 | 0.0010 |
| 9 | 50 | 00:04:26 | 100.00% | | 0.0477 | | 0.0010 |
| 10 | 60 | 00:05:18 | 100.00% | 87.50% | 0.0276 | 0.4690 | 0.0010 |
| 15 | 90 | 00:07:36 | 100.00% | 88.02% | 0.0126 | 0.4390 | 0.0010 |
| 17 | 100 | 00:08:19 | 100.00% | | 0.0106 | | 0.0010 |
| 20 | 120 | 00:09:47 | 100.00% | 88.02% | 0.0076 | 0.4266 | 0.0010 |
-----
accuracy =
0.8902
    
```

Gbr 9. Hasil training dan validation pada saat pengujian



Gbr 10. Grafik hasil training dan validation pada saat pengujian

C. Hasil Pengujian

Berikut hasil uji coba pada sistem pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) berdasarkan jarak 25 cm, 50 cm, 100 cm, dan 150 cm.

1. Hasil Pengujian pada Jarak 25 cm

Hasil pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 25 cm menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan jumlah citra uji sebanyak 120 citra, terdiri dari 24 kelas dengan setiap kelas terdiri dari 5 citra. Adapun hasil uji dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

TABEL III  
Hasil Pengujian dataset alfabet SIBI pada jarak 25 cm

Kelas	Jumlah Prediksi Benar (TP)	Jumlah Prediksi Salah (FN)
A	5	0
B	5	0
C	5	0
D	4	1
E	5	0
F	5	0
G	4	1
H	5	0
I	4	1
K	5	0
L	5	0
M	4	1
N	5	0
O	5	0
P	5	0
Q	5	0
R	5	0
S	5	0
T	5	0
U	4	1
V	5	0
W	5	0
X	4	1
Y	5	0

Berdasarkan tabel 3 dari 120 jumlah data uji, data yang berhasil terdeteksi pada saat pengujian citra yaitu 114 citra berhasil terdeteksi dan 6 citra gagal terdeteksi. Maka, dapat dihitung akurasi dan sensitivitasnya sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar\ (TP)}{Total\ Citra\ Uji} \times 100\%$$

$$Akurasi_{25cm} = \frac{114}{120} \times 100\%$$

$$Akurasi_{25cm} = 95\%$$

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

$$Sensitivitas_{25cm} = \frac{114}{114 + 6} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{25cm} = \frac{113}{120} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{25cm} = 95\%$$

Berdasarkan dari hasil pengujian, didapatkan nilai akurasi dan sensitivitas sebesar 95% untuk proses pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 25 cm.

2. Hasil Pengujian pada Jarak 50 cm

Hasil pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 50 cm menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan jumlah citra uji sebanyak 120 citra, terdiri dari 24 kelas dengan setiap kelas terdiri dari 5 citra. Adapun hasil uji dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

TABEL IV  
Hasil Pengujian dataset alfabet SIBI pada jarak 50 cm

Kelas	Jumlah Prediksi Benar (TP)	Jumlah Prediksi Salah (FN)
A	4	1
B	5	0
C	5	0
D	5	0
E	5	0
F	5	0
G	5	0
H	5	0
I	5	0
K	5	0
L	5	0
M	5	0
N	5	0
O	5	0
P	5	0
Q	5	0
R	5	0
S	4	1
T	5	0
U	5	0
V	5	0
W	5	0
X	5	0
Y	5	0

Berdasarkan tabel 4 dari 120 jumlah data uji, data yang berhasil terdeteksi pada saat pengujian citra yaitu 118 citra berhasil terdeteksi dan 2 citra gagal terdeteksi. Maka, dapat dihitung akurasi dan sensitivitasnya sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar\ (TP)}{Total\ Citra\ Uji} \times 100\%$$

$$Akurasi_{50cm} = \frac{118}{120} \times 100\%$$

$$Akurasi_{50cm} = 98.33\%$$

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

$$Sensitivitas_{50cm} = \frac{118}{118 + 2} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{50cm} = \frac{118}{120} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{50cm} = 98.33\%$$

Berdasarkan dari hasil pengujian, didapatkan nilai akurasi dan sensitivitas sebesar 98.33% untuk proses pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 50 cm.

3. Hasil Pengujian pada Jarak 100 cm

Hasil pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 100 cm menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan jumlah citra uji sebanyak 120 citra, terdiri dari 24 kelas dengan setiap kelas terdiri dari 5 citra. Adapun hasil uji dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

TABEL V  
Hasil Pengujian dataset alfabet SIBI pada jarak 100 cm

Kelas	Jumlah Prediksi Benar (TP)	Jumlah Prediksi Salah (FN)
A	3	2
B	5	0
C	2	3
D	3	2
E	5	0
F	5	0
G	5	0
H	5	0
I	5	0
K	5	0
L	5	0
M	5	0
N	3	2
O	5	0
P	5	0
Q	5	0
R	4	1
S	5	0
T	3	2
U	5	0
V	4	1
W	3	2
X	4	1
Y	4	1

Berdasarkan tabel 5 dari 120 jumlah data uji, data yang berhasil terdeteksi pada saat pengujian citra yaitu 103 citra berhasil terdeteksi dan 17 citra gagal terdeteksi. Maka, dapat dihitung akurasi dan sensitivitasnya sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar\ (TP)}{Total\ Citra\ Uji} \times 100\%$$

$$Akurasi_{100cm} = \frac{103}{120} \times 100\%$$

$$Akurasi_{100cm} = 85.83\%$$

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

$$Sensitivitas_{100cm} = \frac{103}{103 + 17} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{100cm} = \frac{103}{120} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{100cm} = 85.83\%$$

Berdasarkan dari hasil pengujian, didapatkan nilai akurasi dan sensitivitas sebesar 85.83% untuk proses pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 100 cm.

4. Hasil Pengujian pada Jarak 150 cm

Hasil pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 150 cm menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan jumlah citra uji sebanyak 120 citra, terdiri dari 24 kelas dengan setiap kelas terdiri dari 5 citra. Adapun hasil uji dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

TABEL VI  
Hasil Pengujian dataset alfabet SIBI pada jarak 150 cm

Kelas	Jumlah Prediksi Benar (TP)	Jumlah Prediksi Salah (FN)
A	4	1
B	5	0
C	1	4
D	3	2
E	4	1
F	4	1
G	5	0
H	5	0
I	5	0
K	4	1
L	5	0
M	3	2
N	4	1
O	5	0
P	5	0
Q	5	0
R	5	0
S	1	4
T	5	0
U	5	0
V	2	3
W	5	0
X	5	0
Y	5	0

Berdasarkan tabel 6 dari 120 jumlah data uji, data yang berhasil terdeteksi pada saat pengujian citra

yaitu 100 citra berhasil terdeteksi dan 20 citra gagal terdeteksi. Maka, dapat dihitung akurasi dan sensitivitasnya sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar\ (TP)}{Total\ Citra\ Uji} \times 100\%$$

$$Akurasi_{150cm} = \frac{100}{120} \times 100\%$$

$$Akurasi_{150cm} = 85.83\%$$

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

$$Sensitivitas_{150cm} = \frac{100}{100 + 20} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{150cm} = \frac{100}{120} \times 100\%$$

$$Sensitivitas_{150cm} = 83.33\%$$

Berdasarkan dari hasil pengujian, didapatkan nilai akurasi dan sensitivitas sebesar 83.33% untuk proses pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) pada jarak 150 cm.

D. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) pada jarak yang berbeda (25 cm, 50 cm, 100 cm, dan 150 cm), Hasil akurasi dan sensitivitas terhadap variasi jarak yang digunakan pada pengujian diuraikan pada tabel 7 berikut:

TABEL VII  
Hasil akurasi dan sensitivitas pada berbagai jarak

Jarak	Total TP	Total FN	Total Citra	Akurasi	Sensitivitas
25 cm	114	6	120	95%	95%
50 cm	118	2	120	98.33%	98.33%
100 cm	103	17	120	85.83%	85.83%
150 cm	100	20	120	83.33%	83.33%

Berdasarkan hasil pada ada tabel 4.5 menunjukkan bahwa jarak 25 cm, model CNN menunjukkan performa yang sangat baik, dengan akurasi dan sensitivitas yang tinggi. Pada jarak ini memungkinkan kamera menangkap detail yang cukup jelas untuk pengenalan isyarat dengan akurasi tinggi meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan jarak 50 cm. Namun, jarak ini mungkin terlalu dekat, yang bisa menyebabkan distorsi atau perubahan sudut pandang yang dapat mempengaruhi pengenalan dalam kondisi tertentu.

Pada jarak 50 cm memberikan hasil terbaik di antara semua jarak yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa pada jarak 50 cm, model dapat mengenali isyarat dengan tingkat akurasi dan sensitivitas yang paling tinggi. Model CNN dapat menangkap isyarat dengan sangat baik, dengan keseimbangan yang optimal antara ukuran objek dalam citra dan detail isyarat yang dapat

dikenali oleh sistem. Jarak 50 cm merupakan jarak optimal untuk model mengenali fitur citra dengan jelas dengan detail yang cukup tanpa mengalami distorsi yang sering terjadi pada jarak yang terlalu dekat.

Pada jarak 100 cm, terjadi penurunan akurasi dan sensitivitas dibandingkan dengan jarak 50 cm. Hal ini menunjukkan bahwa ketika jarak antara kamera dan objek meningkat, kemampuan model untuk mengenali isyarat dengan benar mulai menurun. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya kejelasan detail dari citra isyarat SIBI, penurunan resolusi citra karena objek menjadi lebih kecil dalam *frame*, serta kemungkinan munculnya *noise* sehingga membuat model lebih sulit untuk mengenali citra dengan benar. Meskipun demikian, kinerja model CNN pada jarak 100 cm masih cukup baik, sistem dapat mengenali isyarat SIBI pada jarak ini dengan tingkat akurasi dan sensitivitas yang memadai.

Pada jarak 150 cm, menghasilkan akurasi dan sensitivitas terendah di antara semua jarak yang diuji. Pada jarak ini, citra isyarat menjadi lebih kecil dan kehilangan banyak detail penting, sehingga model kesulitan untuk mengenali isyarat dengan akurasi yang tinggi. Meskipun kinerja model CNN pada jarak 150 cm mengalami penurunan, hasil yang diperoleh masih cukup baik yang menunjukkan bahwa sistem tetap memiliki kemampuan untuk mengenali isyarat pada jarak ini dengan tingkat akurasi yang memadai, meskipun tidak optimal.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan untuk pengenalan sistem isyarat bahasa Indonesia (SIBI), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada jarak 25 cm dari 120 data uji dengan dengan 5 data uji untuk setiap alfabet SIBI menggunakan metode *Convolutional Neural Network* memberikan hasil akurasi dan sensitivitas sebesar 95%.
2. Pada jarak 50 cm dari 120 data uji dengan dengan 5 data uji untuk setiap alfabet SIBI menggunakan metode *Convolutional Neural Network* memberikan hasil akurasi dan sensitivitas sebesar 98.33%.
3. Pada jarak 100 cm dari 120 data uji dengan dengan 5 data uji untuk setiap alfabet SIBI menggunakan metode *Convolutional Neural Network* memberikan hasil akurasi dan sensitivitas sebesar 85.83%.
4. Pada jarak 150 cm dari 120 data uji dengan dengan 5 data uji untuk setiap alfabet SIBI menggunakan metode *Convolutional Neural Network* memberikan hasil akurasi dan sensitivitas sebesar 83.33%.
5. Hasil menunjukkan bahwa jarak 50 cm adalah yang paling optimal untuk pengenalan isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) menggunakan CNN. Pada jarak 25 cm, 100 cm , dan 150 cm, kinerja model mengalami penurunan. Jarak yang terlalu dekat atau terlalu jauh dapat menyebabkan citra kehilangan detail penting untuk pengenalan isyarat yang akurat.

**REFERENSI**

- [1] Zuraida. (2023). **Implementasi Sistem Pengolahan Citra untuk Deteksi Ikan Tongkol Berformalin menggunakan metode Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor**. Tidak Diterbitkan. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Lhokseumawe: Lhokseumawe.
- [2] Hidayatullah, P. (2017). **Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata**. Informatika.
- [3] Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). **Deep learning**. *Nature*, *521*(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- [4] Sholawati, M., Auliasari, K., & Ariwibisono, F. (2022). **Pengembangan Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Abjad SIBI menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN)**. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 134-137.
- [5] Nurhayati, O. D., Eridani, D., & Tsalavin, M. H. (2022). **Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Metode Convolutional Neural Network Sequential secara Real Time**. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *9*(4), 819–828. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022944787>
- [6] **Sistem Isyarat Bahasa Indonesia** - <https://pmpk.kemdikbud.go.id/sibi/profil>