

Pengenalan Alfabet *American Sign Language* Menggunakan K-Nearest Neighbors dengan Ekstraksi Fitur *Histogram of Oriented Gradients*

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v5i3.1936>

Muhammad Ezar Al Rivan ^{✉ #1}, Hafiz Irsyad^{#2}, Kevin^{#3}, Arta Tri Narta^{#4}

[#]Teknik Informatika, STMIK Global Informatika MDP

Jalan Rajawali No. 14, Palembang

¹meedzhar@mdp.ac.id

²hafizirsyad@mdp.ac.id

³cosmoas13@gmail.com

⁴narta1208@gmail.com

Abstract — Sign Language is used to communicate with disabilities people. American Sign Language (ASL) is one of the popular sign languages. Histogram of Oriented Gradient (HOG) can be used as a feature extraction method. The feature can be stored in the database. K-Nearest Neighbor method is used to measure a distance between feature training data and testing data. The distance formula consist of Euclidean Distance, Manhattan Distance, and Chebychev Distance. The best test result is 0.99 when using Euclidean Distance and Manhattan Distance formula with $k=3$ and $k=5$.

Keywords— Sign Language; American Sign Language (ASL); Histogram of Oriented Gradient (HOG); K-Nearest Neighbor (K-NN)

I. PENDAHULUAN

Sign language merupakan sistem yang bisa digunakan oleh tunarungu dalam berkomunikasi satu sama lain [1]. *Sign language* berguna dalam kehidupan sehari-hari karena sistem ini bisa dijadikan sebagai sarana komunikasi untuk memahami maksud dari lawan bicara dengan mengenali pola alfabet yang dibentuk jari sebagai isyarat dalam menyusun kata.

Salah satu jenis *sign language* yaitu *American Sign Language* (ASL). Kemampuan masyarakat yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi menggunakan *sign language* terbatas [2]. Pengenalan ASL dapat menggunakan bantuan dari komputer.

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan ASL sebelumnya telah dilakukan oleh [3]. Pada penelitian tersebut fitur yang digunakan adalah *Edge Orientation Histogram* (EOH) dengan 3 jenis *distance* yang berbeda

yaitu *Earth Mover Distance*, *Hausdorff Distance* dan *Sum of Absolute Difference*. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh [4] metode yang digunakan untuk mengenali ASL yaitu *K-Nearest Neighbors* (K-NN). Selain menggunakan K-NN, Jaringan Saraf Tiruan (JST) dapat digunakan sebagai *classifier* seperti yang dilakukan oleh [5]. Pada penelitian yang dilakukan oleh [1] ekstraksi fitur menggunakan *Kernel Descriptor* dan *Depth Image*. Pada penelitian yang dilakukan [6] jenis *Sign language* yang digunakan yaitu *Japan Sign Language*. Selain itu *Thai Sign Language* juga menjadi objek penelitian seperti yang dilakukan oleh [7]. Jenis *sign language* yang digunakan di Indonesia dilakukan oleh [2]. Penelitian ASL yang dilakukan oleh [8] menggunakan *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT) sebagai fitur. SIFT merupakan salah satu metode ekstraksi fitur bentuk. Metode lain untuk ekstraksi fitur lainnya adalah *Histogram of Oriented Gradient* (HOG). Metode HOG [9] merupakan metode yang digunakan untuk mengekstraksi fitur bentuk. Metode HOG sebelumnya telah digunakan oleh [10] untuk pengenalan angka pada *KwH* meter. Metode HOG juga digunakan pada penelitian [11] untuk mengenali bentuk wajah hewan.

Pada penelitian ini metode yang digunakan sebagai ekstraksi fitur yaitu HOG. Untuk *classifier* metode yang digunakan adalah K-NN. *Distance* yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 3 jenis *distance* yaitu, *Euclidean Distance*, *Manhattan Distance* dan *Chebychev Distance*.

II. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menyiapkan *dataset*, kemudian melakukan *pre-processing*, ekstraksi fitur, dan melakukan klasifikasi

A. Dataset

Dataset ini merupakan dataset publik yang dapat diakses secara bebas [12]. Dataset ini digunakan juga pada penelitian yang dilakukan oleh [3]. Dataset ini terdiri dari 24 huruf A sampai Z kecuali J dan Z. Huruf J dan Z tidak digunakan karena huruf-huruf ini memerlukan pergerakan sehingga pengenalan tidak dapat dilakukan terhadap citra bergerak.

B. Preprocessing

Pada tahapan ini, *dataset* akan dilakukan proses *cropping*. Proses ini bertujuan untuk mengurangi bagian citra yang tidak diperlukan sehingga dapat meningkatkan performa karena citra hanya berisi objek saja.

C. Ekstraksi Fitur

Setelah melalui proses ekstraksi fitur, masing-masing citra akan diekstrak fiturnya menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) [9]. Adapun tahapan metode HOG sebagai berikut :

1. Melakukan normalisasi warna pada citra.
2. Menghitung gradien citra.
3. Melakukan *spatial* dan *orientation binning*.
4. Melakukan normalisasi dan membentuk *descriptor block*.

Proses ekstraksi fitur yang dilakukan terhadap data latih dilakukan terpisah dengan data uji. Hasil ekstraksi fitur citra data latih disimpan dalam *database*. Hasil ekstraksi fitur citra data uji kemudian dihitung *distance* terhadap fitur data latih yang disimpan pada *database*.

D. Menghitung Distance

Metode yang digunakan untuk menghitung *distance* yaitu *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Metode ini mengklasifikasikan berdasarkan K *distance* yang terkecil. Adapun langkah-langkah metode K-NN adalah sebagai berikut [13]:

1. Menentukan nilai K yang akan digunakan.
2. Menghitung *distance* untuk masing-masing data uji terhadap data latih.
3. Mengurutkan *distance* yang didapatkan secara *ascending*.
4. Memilih K teratas pada hasil *distance* yang telah diurutkan.
5. Menetapkan label berdasarkan mayoritas K

Adapun *distance* yang digunakan ada 3 yaitu *Euclidean Distance*, *Manhattan Distance* dan *Chebychev Distance*.

1. Euclidean Distance
$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$
2. Manhattan Distance
$$d = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (2)$$
3. Chebychev Distance
$$d = \max(|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|) \quad (3)$$

E. Pengenalan ASL

Setelah dilakukan perhitungan *distance*, maka setiap data kemudian ditentukan labelnya. Setelah label-label ditetapkan langkah selanjutnya dilakukan perhitungan performa seperti *precision*, *recall* dan *accuracy*.

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4)$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (5)$$

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (6)$$

Dengan *True Positive* (TP) adalah data positif yang diklasifikasikan dengan benar. *False Positive* (FP) adalah data positif yang diklasifikasikan dengan salah. *False Negative* (FN) adalah data negatif yang diklasifikasikan dengan salah. *True Negative* (TN) adalah data negatif yang diklasifikasikan dengan benar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengenalan ASL menggunakan ekstraksi fitur dan metode K-NN dengan nilai $K = \{3,5,7,9,11\}$ dengan *Euclidean Distance*, *Manhattan Distance* dan *Chebychev Distance*.

A. Hasil Pengujian untuk k = 3 menggunakan Euclidean Distance

Hasil pengujian dengan k = 3 menggunakan *Euclidean Distance* dapat dilihat pada Tabel I dan Tabel II. Pada Tabel I menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel II menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=3 MENGGUNAKAN EUCLIDEAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	20	1	7	476
B	19	2	1	482
C	21	0	0	483
D	17	4	6	477
E	21	0	5	478
F	21	0	1	461
G	20	1	7	476
H	15	6	2	481
I	18	3	1	482
K	14	7	3	480
L	21	0	0	483
M	15	6	7	476
N	14	7	3	480
O	21	0	1	482
P	20	1	0	483
Q	20	1	0	483
R	16	5	4	479
S	16	5	1	482
T	18	3	2	481
U	18	3	9	474
V	16	5	5	478
W	16	5	2	481
X	19	2	1	482
Y	20	1	0	483

TABEL III
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=3 MENGGUNAKAN
EUCLIDEAN DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,95	0,74	0,98
B	0,90	0,95	0,99
C	1,00	1,00	1
D	0,81	0,74	0,98
E	1,00	0,81	0,99
F	1,00	0,95	1
G	0,95	0,74	0,98
H	0,71	0,88	0,98
I	0,86	0,95	0,99
K	0,67	0,82	0,98
L	1,00	1,00	1
M	0,71	0,68	0,97
N	0,67	0,82	0,98
O	1,00	0,95	1
P	0,95	1,00	1
Q	0,95	1,00	1
R	0,76	0,80	0,98
S	0,76	0,94	0,99
T	0,86	0,90	0,99
U	0,86	0,67	0,98
V	0,76	0,76	0,98
W	0,76	0,89	0,99
X	0,90	0,95	0,99
Y	0,95	1,00	1

	TP	FP	FN	TN
U	16	5	9	474
V	15	6	4	479
W	16	5	4	479
X	19	2	0	483
Y	18	3	2	481

TABEL IVV
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=5 MENGGUNAKAN
EUCLIDEAN DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,90	0,76	0,98
B	0,95	0,91	0,99
C	1,00	0,95	1
D	0,81	0,77	0,98
E	0,90	0,86	0,99
F	0,90	0,95	0,99
G	0,86	0,64	0,97
H	0,67	0,78	0,98
I	0,86	0,82	0,99
K	0,81	0,77	0,98
L	0,86	1,00	0,99
M	0,76	0,59	0,97
N	0,43	0,56	0,96
O	0,95	0,95	1
P	0,95	1,00	1
Q	1,00	1,00	1
R	0,62	0,68	0,97
S	0,62	0,68	0,97
T	0,81	1,00	0,99
U	0,76	0,64	0,97
V	0,71	0,79	0,98
W	0,76	0,80	0,98
X	0,90	1,00	1
Y	0,86	0,90	0,99

B. Hasil Pengujian untuk k = 5 menggunakan Euclidean Distance

Hasil pengujian dengan k = 5 menggunakan *Euclidean Distance* dapat dilihat pada Tabel III dan Tabel IV. Pada Tabel III menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel IV menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL IIIII
HASIL PENGUJUAN DENGAN K=5 MENGGUNAKAN EUCLIDEAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	19	2	6	477
B	20	1	2	481
C	21	0	1	482
D	17	4	5	478
E	19	2	3	480
F	19	2	1	461
G	18	3	10	473
H	14	7	4	479
I	18	3	4	479
K	17	4	5	478
L	18	3	0	483
M	16	5	11	472
N	9	12	7	476
O	20	1	1	482
P	20	1	0	483
Q	21	0	0	483
R	13	8	6	477
S	13	8	6	477
T	17	4	0	483

C. Hasil Pengujian untuk k = 7 menggunakan Euclidean Distance

Hasil pengujian dengan k = 7 menggunakan *Euclidean Distance* dapat dilihat pada Tabel V dan Tabel VI. Pada Tabel V menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel VI menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL V
HASIL PENGUJUAN DENGAN K=7 MENGGUNAKAN EUCLIDEAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	20	1	9	474
B	21	0	5	478
C	20	1	1	482
D	10	11	5	478
E	18	3	4	479
F	20	1	1	461
G	15	6	7	476
H	18	3	7	476
I	18	3	4	479
K	18	3	6	477
L	18	3	0	483

	TP	FP	FN	TN
M	12	9	15	468
N	9	12	5	478
O	20	1	4	479
P	20	1	0	483
Q	20	1	0	483
R	14	7	8	475
S	12	9	7	476
T	15	6	1	482
U	14	7	9	474
V	14	7	4	479
W	16	5	4	479
X	16	5	0	483
Y	18	3	2	481

TABEL VI
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=7 MENGGUNAKAN
EUCLIDEAN DISTANCE

	Precision	Recall	Accuracy
A	0,95	0,69	0,98
B	1,00	0,81	0,99
C	0,95	0,95	1
D	0,48	0,67	0,97
E	0,86	0,82	0,99
F	0,95	0,95	1
G	0,71	0,68	0,97
H	0,86	0,72	0,98
I	0,86	0,82	0,99
K	0,86	0,75	0,98
L	0,86	1,00	0,99
M	0,57	0,44	0,95
N	0,43	0,64	0,97
O	0,95	0,83	0,99
P	0,95	1,00	1
Q	0,95	1,00	1
R	0,67	0,64	0,97
S	0,57	0,63	0,97
T	0,71	0,94	0,99
U	0,67	0,61	0,97
V	0,67	0,78	0,98
W	0,76	0,80	0,98
X	0,76	1,00	0,99
Y	0,86	0,90	0,99

D. Hasil Pengujian untuk k = 9 menggunakan Euclidean Distance

Hasil pengujian dengan k = 9 menggunakan Euclidean Distance dapat dilihat pada Tabel VII dan Tabel VIII. Pada Tabel VII menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel VIII menunjukkan precision, recall dan accuracy.

TABEL VII
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=9 MENGGUNAKAN EUCLIDEAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	21	0	8	475
B	21	0	4	479
C	17	4	1	482

	TP	FP	FN	TN
D	9	12	5	478
E	21	0	4	479
F	20	1	1	461
G	18	3	7	476
H	18	3	4	479
I	17	4	1	482
K	18	3	6	477
L	18	3	0	483
M	13	8	12	471
N	9	12	5	478
O	18	3	7	476
P	20	1	0	483
Q	20	1	0	483
R	15	6	8	475
S	12	9	7	476
T	15	6	1	482
U	15	6	10	473
V	16	5	5	478
W	15	6	2	481
X	16	5	1	482
Y	20	1	3	480

TABEL VIII
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=9 MENGGUNAKAN
EUCLIDEAN DISTANCE

	Precision	Recall	Accuracy
A	1,00	0,72	0,98
B	1,00	0,84	0,99
C	0,81	0,94	0,99
D	0,43	0,64	0,97
E	1,00	0,84	0,99
F	0,95	0,95	1
G	0,86	0,72	0,98
H	0,86	0,82	0,99
I	0,81	0,94	0,99
K	0,86	0,75	0,98
L	0,86	1,00	0,99
M	0,62	0,52	0,96
N	0,43	0,64	0,97
O	0,86	0,72	0,98
P	0,95	1,00	1
Q	0,95	1,00	1
R	0,71	0,65	0,97
S	0,57	0,63	0,97
T	0,71	0,94	0,99
U	0,71	0,60	0,97
V	0,76	0,76	0,98
W	0,71	0,88	0,98
X	0,76	0,94	0,99
Y	0,95	0,87	0,99

E. Hasil Pengujian untuk k = 11 menggunakan Euclidean Distance

Hasil pengujian dengan k = 11 menggunakan Euclidean Distance dapat dilihat pada Tabel IX dan Tabel X. Pada

Tabel IX menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel X menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL IX
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=11 MENGGUNAKAN EUCLIDEAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	20	1	9	474
B	21	0	3	480
C	18	3	0	483
D	8	13	2	481
E	20	1	9	474
F	18	3	0	462
G	15	6	8	475
H	18	3	7	476
I	17	4	1	482
K	19	2	8	475
L	17	4	0	483
M	16	5	13	470
N	8	13	3	480
O	18	3	8	475
P	20	1	0	483
Q	20	1	0	483
R	14	7	11	472
S	12	9	5	478
T	15	6	0	483
U	13	8	8	475
V	17	4	6	477
W	14	7	4	479
X	16	5	2	481
Y	20	1	3	480

TABEL X
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=11 MENGGUNAKAN EUCLIDEAN DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,95	0,69	0,98
B	1,00	0,88	0,99
C	0,86	1,00	0,99
D	0,38	0,80	0,97
E	0,95	0,69	0,98
F	0,86	1,00	0,99
G	0,71	0,65	0,97
H	0,86	0,72	0,98
I	0,81	0,94	0,99
K	0,90	0,70	0,98
L	0,81	1,00	0,99
M	0,76	0,55	0,96
N	0,38	0,73	0,97
O	0,86	0,69	0,98
P	0,95	1,00	1
Q	0,95	1,00	1
R	0,67	0,56	0,96
S	0,57	0,71	0,97
T	0,71	1,00	0,99
U	0,62	0,62	0,97
V	0,81	0,74	0,98
W	0,67	0,78	0,98
X	0,76	0,89	0,99
Y	0,95	0,87	0,99

F. Hasil Pengujian untuk $k = 3$ menggunakan *Manhattan Distance*

Hasil pengujian dengan $k = 3$ menggunakan *Manhattan Distance* dapat dilihat pada Tabel XI dan Tabel XII. Pada Tabel XI menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XII menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL XI
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=3 MENGGUNAKAN MANHATTAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	20	1	7	476
B	20	1	1	482
C	21	0	0	483
D	18	3	5	478
E	21	0	4	479
F	21	0	0	462
G	19	2	7	476
H	17	4	2	481
I	19	2	2	481
K	17	4	3	480
L	21	0	0	483
M	16	5	10	473
N	12	9	3	480
O	21	0	0	483
P	20	1	0	483
Q	21	0	0	483
R	16	5	2	481
S	16	5	1	482
T	18	3	1	482
U	18	3	10	473
V	15	6	3	480
W	17	4	3	480
X	17	4	0	483
Y	19	2	0	483

TABEL XII
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=3 MENGGUNAKAN MANHATTAN DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,95	0,74	0,98
B	0,95	0,95	1
C	1,00	1,00	1
D	0,86	0,78	0,98
E	1,00	0,84	0,99
F	1,00	1,00	1
G	0,90	0,73	0,98
H	0,81	0,89	0,99
I	0,90	0,90	0,99
K	0,81	0,85	0,99
L	1,00	1,00	1
M	0,76	0,62	0,97
N	0,57	0,80	0,98
O	1,00	1,00	1
P	0,95	1,00	1
Q	1,00	1,00	1

	Precision	Recall	Accuracy
R	0,76	0,89	0,99
S	0,76	0,94	0,99
T	0,86	0,95	0,99
U	0,86	0,64	0,97
V	0,71	0,83	0,98
W	0,81	0,85	0,99
X	0,81	1,00	0,99
Y	0,90	1,00	1

	Precision	Recall	Accuracy
I	0,86	0,82	0,99
K	0,86	0,82	0,99
L	0,90	1,00	1
M	0,71	0,58	0,97
N	0,33	0,54	0,96
O	0,95	0,95	1
P	0,95	1,00	1
Q	1,00	1,00	1
R	0,57	0,63	0,97
S	0,67	0,70	0,97
T	0,81	0,94	0,99
U	0,71	0,63	0,97
V	0,62	0,87	0,98
W	0,81	0,77	0,98
X	0,81	0,94	0,99
Y	0,81	0,89	0,99

G. Hasil Pengujian untuk $k = 5$ menggunakan Manhattan Distance

Hasil pengujian dengan $k = 5$ menggunakan Manhattan Distance dapat dilihat pada Tabel XIII dan Tabel XIV. Pada Tabel XIII menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XIV menunjukkan precision, recall dan accuracy.

TABEL XIII

HASIL PENGUJIAN DENGAN $k=5$ MENGGUNAKAN MANHATTAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	19	2	8	475
B	21	0	4	479
C	21	0	1	482
D	17	4	6	477
E	19	2	2	481
F	20	1	1	461
G	17	4	6	477
H	18	3	5	478
I	18	3	4	479
K	18	3	4	479
L	19	2	0	483
M	15	6	11	472
N	7	14	6	477
O	20	1	1	482
P	20	1	0	483
Q	21	0	0	483
R	12	9	7	476
S	14	7	6	477
T	17	4	1	482
U	15	6	9	474
V	13	8	2	481
W	17	4	5	478
X	17	4	1	482
Y	17	4	2	481

TABEL XIV

PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN $k=5$ MENGGUNAKAN MANHATTAN DISTANCE

	Precision	Recall	Accuracy
A	0,90	0,70	0,98
B	1,00	0,84	0,99
C	1,00	0,95	1
D	0,81	0,74	0,98
E	0,90	0,90	0,99
F	0,95	0,95	1
G	0,81	0,74	0,98
H	0,86	0,78	0,98

H. Hasil Pengujian untuk $k = 7$ menggunakan Manhattan Distance

Hasil pengujian dengan $k = 7$ menggunakan Manhattan Distance dapat dilihat pada Tabel XV dan Tabel XVI. Pada Tabel XV menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XVI menunjukkan precision, recall dan accuracy.

TABEL XV

HASIL PENGUJIAN DENGAN $k=7$ MENGGUNAKAN MANHATTAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	19	2	5	478
B	21	0	6	477
C	20	1	3	480
D	10	11	9	474
E	19	2	5	478
F	20	1	1	461
G	15	6	6	477
H	18	3	7	476
I	19	2	4	479
K	18	3	5	478
L	18	3	0	483
M	13	8	12	471
N	7	14	5	478
O	17	4	3	480
P	20	1	0	483
Q	21	0	0	483
R	12	9	9	474
S	15	6	7	476
T	17	4	0	483
U	13	8	9	474
V	13	8	3	480
W	17	4	5	478
X	17	4	1	482
Y	17	4	3	480

TABEL XVI
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=7 MENGGUNAKAN
MANHATTAN DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,90	0,79	0,99
B	1,00	0,78	0,99
C	0,95	0,87	0,99
D	0,48	0,53	0,96
E	0,90	0,79	0,99
F	0,95	0,95	1
G	0,71	0,71	0,98
H	0,86	0,72	0,98
I	0,90	0,83	0,99
K	0,86	0,78	0,98
L	0,86	1,00	0,99
M	0,62	0,52	0,96
N	0,33	0,58	0,96
O	0,81	0,85	0,99
P	0,95	1,00	1
Q	1,00	1,00	1
R	0,57	0,57	0,96
S	0,71	0,68	0,97
T	0,81	1,00	0,99
U	0,62	0,59	0,97
V	0,62	0,81	0,98
W	0,81	0,77	0,98
X	0,81	0,94	0,99
Y	0,81	0,85	0,99

I. Hasil Pengujian untuk k = 9 menggunakan Manhattan Distance

Hasil pengujian dengan k = 9 menggunakan *Manhattan Distance* dapat dilihat pada Tabel XVII dan Tabel XVIII. Pada Tabel XVII menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XVIII menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL XVII
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=9 MENGGUNAKAN MANHATTAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	20	1	7	476
B	21	0	6	477
C	17	4	2	481
D	12	9	5	478
E	21	0	5	478
F	20	1	1	461
G	17	4	7	476
H	17	4	5	478
I	17	4	4	479
K	18	3	7	476
L	18	3	0	483
M	13	8	8	475
N	10	11	7	476
O	17	4	6	477
P	20	1	0	483
Q	21	0	0	483
R	13	8	6	477
S	12	9	9	474
T	16	5	1	482

	TP	FP	FN	TN
U	14	7	10	473
V	13	8	3	480
W	17	4	4	479
X	16	5	1	482
Y	18	3	2	481

TABEL XVIII
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=9 MENGGUNAKAN
MANHATTAN DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,95	0,74	0,98
B	1,00	0,78	0,99
C	0,81	0,89	0,99
D	0,57	0,71	0,97
E	1,00	0,81	0,99
F	0,95	0,95	1
G	0,81	0,71	0,98
H	0,81	0,77	0,98
I	0,81	0,81	0,98
K	0,86	0,72	0,98
L	0,86	1,00	0,99
M	0,62	0,62	0,97
N	0,48	0,59	0,96
O	0,81	0,74	0,98
P	0,95	1,00	1
Q	1,00	1,00	1
R	0,62	0,68	0,97
S	0,57	0,57	0,96
T	0,76	0,94	0,99
U	0,67	0,58	0,97
V	0,62	0,81	0,98
W	0,81	0,81	0,98
X	0,76	0,94	0,99
Y	0,86	0,90	0,99

J. Hasil Pengujian untuk k = 11 menggunakan Manhattan Distance

Hasil pengujian dengan k = 11 menggunakan *Manhattan Distance* dapat dilihat pada Tabel XIX dan Tabel XX. Pada Tabel XIX menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XX menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL XIX
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=11 MENGGUNAKAN MANHATTAN DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	21	0	7	476
B	21	0	4	479
C	17	4	1	482
D	11	10	4	479
E	21	0	6	477
F	20	1	1	461
G	18	3	8	475
H	17	4	4	479
I	17	4	1	482
K	19	2	9	474
L	18	3	0	483

	TP	FP	FN	TN
M	17	4	9	474
N	8	13	6	477
O	18	3	7	476
P	20	1	0	483
Q	21	0	0	483
R	12	9	7	476
S	11	10	6	477
T	16	5	0	483
U	13	8	9	474
V	12	9	3	480
W	17	4	6	477
X	16	5	2	481
Y	20	1	3	480

TABEL XX
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=11 MENGGUNAKAN
MANHATTAN DISTANCE

	Precision	Recall	Accuracy
A	1,00	0,75	0,99
B	1,00	0,84	0,99
C	0,81	0,94	0,99
D	0,52	0,73	0,97
E	1,00	0,78	0,99
F	0,95	0,95	1
G	0,86	0,69	0,98
H	0,81	0,81	0,98
I	0,81	0,94	0,99
K	0,90	0,68	0,98
L	0,86	1,00	0,99
M	0,81	0,65	0,97
N	0,38	0,57	0,96
O	0,86	0,72	0,98
P	0,95	1,00	1
Q	1,00	1,00	1
R	0,57	0,63	0,97
S	0,52	0,65	0,97
T	0,76	1,00	0,99
U	0,62	0,59	0,97
V	0,57	0,80	0,98
W	0,81	0,74	0,98
X	0,76	0,89	0,99
Y	0,95	0,87	0,99

K. Hasil Pengujian untuk $k = 3$ menggunakan Cebychev Distance

Hasil pengujian dengan $k = 3$ menggunakan Cebychev Distance dapat dilihat pada Tabel XXI dan Tabel XXII. Pada Tabel XXI menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XXII menunjukkan precision, recall dan accuracy.

TABEL XXI
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=3 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	17	4	40	443
B	14	7	20	463
C	17	4	11	472

	TP	FP	FN	TN
D	8	13	6	477
E	13	8	34	449
F	13	8	7	464
G	16	5	13	470
H	10	11	10	473
I	7	14	10	473
K	8	13	9	474
L	12	9	8	475
M	9	12	44	439
N	3	18	15	468
O	6	15	8	475
P	11	10	5	478
Q	4	17	1	482
R	3	18	8	475
S	5	16	19	464
T	5	16	7	476
U	13	8	6	477
V	6	15	0	483
W	9	12	2	481
X	3	18	4	479
Y	5	16	0	483

TABEL XXII
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=3 MENGGUNAKAN
CEBYCHEV DISTANCE

	Precision	Recall	Accuracy
A	0,81	0,30	0,91
B	0,67	0,41	0,95
C	0,81	0,61	0,97
D	0,38	0,57	0,96
E	0,62	0,28	0,92
F	0,62	0,65	0,97
G	0,76	0,55	0,96
H	0,48	0,50	0,96
I	0,33	0,41	0,95
K	0,38	0,47	0,96
L	0,57	0,60	0,97
M	0,43	0,17	0,89
N	0,14	0,17	0,93
O	0,29	0,43	0,95
P	0,52	0,69	0,97
Q	0,19	0,80	0,96
R	0,14	0,27	0,95
S	0,24	0,21	0,93
T	0,24	0,42	0,95
U	0,62	0,68	0,97
V	0,29	1,00	0,97
W	0,43	0,82	0,97
X	0,14	0,43	0,96
Y	0,24	1,00	0,97

L. Hasil Pengujian untuk $k = 5$ menggunakan Cebychev Distance

Hasil pengujian dengan $k = 5$ menggunakan Cebychev Distance dapat dilihat pada Tabel XXIII dan Tabel XXIV.

Pada Tabel XXIII menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XXIV menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL XXIII
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=5 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	16	5	33	450
B	13	8	14	469
C	18	3	11	472
D	8	13	9	474
E	11	10	19	464
F	12	9	9	461
G	14	7	11	472
H	13	8	12	471
I	7	14	6	477
K	8	13	10	473
L	10	11	7	476
M	7	14	46	437
N	4	17	22	461
O	5	16	12	471
P	9	12	4	479
Q	5	16	2	481
R	5	16	7	476
S	5	16	27	456
T	6	15	8	475
U	11	10	4	479
V	9	12	2	481
W	10	11	5	478
X	4	17	8	475
Y	6	15	0	483

TABEL XXIV
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=5 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,76	0,33	0,92
B	0,62	0,48	0,96
C	0,86	0,62	0,97
D	0,38	0,47	0,96
E	0,52	0,37	0,94
F	0,57	0,57	0,96
G	0,67	0,56	0,96
H	0,62	0,52	0,96
I	0,33	0,54	0,96
K	0,38	0,44	0,95
L	0,48	0,59	0,96
M	0,33	0,13	0,88
N	0,19	0,15	0,92
O	0,24	0,29	0,94
P	0,43	0,69	0,97
Q	0,24	0,71	0,96
R	0,24	0,42	0,95
S	0,24	0,16	0,91
T	0,29	0,43	0,95
U	0,52	0,73	0,97
V	0,43	0,82	0,97
W	0,48	0,67	0,97
X	0,19	0,33	0,95
Y	0,29	1,00	0,97

M. Hasil Pengujian untuk $k = 7$ menggunakan *Cebychev Distance*

Hasil pengujian dengan $k = 7$ menggunakan *Cebychev Distance* dapat dilihat pada Tabel XXV dan Tabel XXVI. Pada Tabel XXV menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XXVI menunjukkan *precision*, *recall* dan *accuracy*.

TABEL XXV
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=7 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	15	6	26	457
B	14	7	16	467
C	17	4	10	473
D	6	15	9	474
E	9	12	20	463
F	7	14	12	457
G	15	6	14	469
H	13	8	10	473
I	6	15	6	477
K	7	14	8	475
L	12	9	8	475
M	9	12	52	431
N	7	14	20	463
O	6	15	14	469
P	10	11	6	477
Q	4	17	3	480
R	3	18	6	477
S	5	16	27	456
T	7	14	10	473
U	8	13	8	475
V	9	12	4	479
W	10	11	2	481
X	2	19	7	476
Y	5	16	0	483

TABEL XXVI
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=7 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
A	0,71	0,37	0,94
B	0,67	0,47	0,95
C	0,81	0,63	0,97
D	0,29	0,40	0,95
E	0,43	0,31	0,94
F	0,33	0,37	0,95
G	0,71	0,52	0,96
H	0,62	0,57	0,96
I	0,29	0,50	0,96
K	0,33	0,47	0,96
L	0,57	0,60	0,97
M	0,43	0,15	0,87
N	0,33	0,26	0,93
O	0,29	0,30	0,94
P	0,48	0,63	0,97
Q	0,19	0,57	0,96
R	0,14	0,33	0,95

	Precision	Recall	Accuracy
S	0,24	0,16	0,91
T	0,33	0,41	0,95
U	0,38	0,50	0,96
V	0,43	0,69	0,97
W	0,48	0,83	0,97
X	0,10	0,22	0,95
Y	0,24	1,00	0,97

N. Hasil Pengujian untuk $k = 9$ menggunakan Cebychev Distance

Hasil pengujian dengan $k = 9$ menggunakan Cebychev Distance dapat dilihat pada Tabel XXVII dan Tabel XXVIII. Pada Tabel XXVII menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XXVIII menunjukkan precision, recall dan accuracy.

TABEL XXVII
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=9 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	16	5	30	453
B	13	8	14	469
C	17	4	8	475
D	8	13	8	475
E	11	10	15	468
F	8	13	11	459
G	13	8	15	468
H	11	10	11	472
I	3	18	4	479
K	9	12	7	476
L	12	9	10	473
M	8	13	59	424
N	7	14	17	466
O	8	13	10	473
P	10	11	9	474
Q	4	17	4	479
R	3	18	7	476
S	5	16	28	455
T	6	15	11	472
U	9	12	8	475
V	9	12	4	479
W	10	11	3	480
X	2	19	6	477
Y	3	18	0	483

TABEL XXVIII
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=9 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	Precision	Recall	Accuracy
A	0,76	0,35	0,93
B	0,62	0,48	0,96
C	0,81	0,68	0,98
D	0,38	0,50	0,96
E	0,52	0,42	0,95
F	0,38	0,42	0,95
G	0,62	0,46	0,95
H	0,52	0,50	0,96

	Precision	Recall	Accuracy
I	0,14	0,43	0,96
K	0,43	0,56	0,96
L	0,57	0,55	0,96
M	0,38	0,12	0,86
N	0,33	0,29	0,94
O	0,38	0,44	0,95
P	0,48	0,53	0,96
Q	0,19	0,50	0,96
R	0,14	0,30	0,95
S	0,24	0,15	0,91
T	0,29	0,35	0,95
U	0,43	0,53	0,96
V	0,43	0,69	0,97
W	0,48	0,77	0,97
X	0,10	0,25	0,95
Y	0,14	1,00	0,96

O. Hasil Pengujian untuk $k = 11$ menggunakan Cebychev Distance

Hasil pengujian dengan $k = 11$ menggunakan Cebychev Distance dapat dilihat pada Tabel XXIX dan Tabel XXX. Pada Tabel XXIX menunjukkan TP, FP, FN dan TN. Pada Tabel XXX menunjukkan precision, recall dan accuracy.

TABEL XXIX
HASIL PENGUJIAN DENGAN K=11 MENGGUNAKAN CEBYCHEV DISTANCE

	TP	FP	FN	TN
A	16	5	30	453
B	15	6	18	465
C	18	3	7	476
D	8	13	7	476
E	9	12	21	462
F	8	13	14	457
G	14	7	20	463
H	11	10	10	473
I	3	18	5	478
K	7	14	10	473
L	11	10	9	474
M	9	12	50	433
N	7	14	16	467
O	7	14	9	474
P	10	11	9	474
Q	4	17	3	480
R	5	16	7	476
S	4	17	32	451
T	4	17	10	473
U	6	15	7	476
V	8	13	3	480
W	10	11	4	479
X	2	19	4	479
Y	3	18	0	483

TABEL XXX
PRECISION, RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=11 MENGGUNAKAN
CEBYCHEV DISTANCE

	Precision	Recall	Accuracy
A	0,76	0,35	0,93
B	0,71	0,45	0,95
C	0,86	0,72	0,98
D	0,38	0,53	0,96
E	0,43	0,30	0,93
F	0,38	0,36	0,95
G	0,67	0,41	0,95
H	0,52	0,52	0,96
I	0,14	0,38	0,95
K	0,33	0,41	0,95
L	0,52	0,55	0,96
M	0,43	0,15	0,88
N	0,33	0,30	0,94
O	0,33	0,44	0,95
P	0,48	0,53	0,96
Q	0,19	0,57	0,96
R	0,24	0,42	0,95
S	0,19	0,11	0,90
T	0,19	0,29	0,95
U	0,29	0,46	0,96
V	0,38	0,73	0,97
W	0,48	0,71	0,97
X	0,10	0,33	0,95
Y	0,14	1,00	0,96

Pada Tabel XXXI menunjukkan perbandingan *precision*, *recall* dan *accuracy* semua *distance* dengan k=3. Ketika nilai k=3 *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* memberikan hasil terbaik.

TABEL XXXI
PERBANDINGAN PRECISION RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=3

	Precision	Recall	Accuracy
<i>Euclidean Distance</i>	0,86	0,87	0,99
<i>Manhattan Distance</i>	0,87	0,88	0,99
<i>Cebychev Distance</i>	0,43	0,52	0,95

Pada tabel XXXII menunjukkan perbandingan *precision*, *recall* dan *accuracy* untuk semua *distance* dengan k=5. Ketika nilai k=5 *Euclidean Distance* yang terbaik.

TABEL XXXII
PERBANDINGAN PRECISION RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=5

	Precision	Recall	Accuracy
<i>Euclidean Distance</i>	0,86	0,87	0,99
<i>Manhattan Distance</i>	0,82	0,82	0,99
<i>Cebychev Distance</i>	0,43	0,50	0,95

Pada tabel XXXIII menunjukkan perbandingan *precision*, *recall* dan *accuracy* untuk semua *distance* dengan k=7. Ketika nilai k=7 *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* yang terbaik.

TABEL XXXIII
PERBANDINGAN PRECISION RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=7

	Precision	Recall	Accuracy
<i>Euclidean Distance</i>	0,79	0,79	0,98
<i>Manhattan Distance</i>	0,79	0,79	0,98
<i>Cebychev Distance</i>	0,41	0,47	0,95

Pada tabel XXXIV menunjukkan perbandingan *precision*, *recall* dan *accuracy* untuk semua *distance* dengan k=9. Ketika nilai k=9 *Euclidean Distance* yang terbaik walaupun terlihat sedikit perbedaan dengan *Manhattan Distance*.

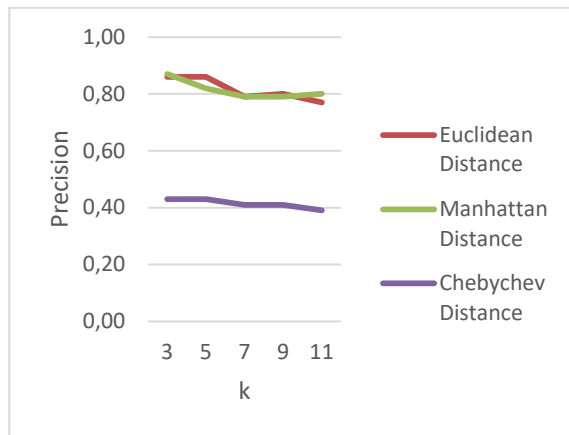
TABEL XXXIV
PERBANDINGAN PRECISION RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=9

	Precision	Recall	Accuracy
<i>Euclidean Distance</i>	0,80	0,80	0,98
<i>Manhattan Distance</i>	0,79	0,79	0,98
<i>Cebychev Distance</i>	0,41	0,47	0,95

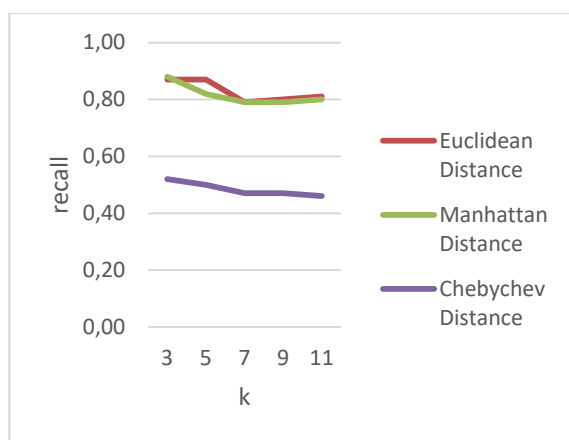
Pada Tabel XXXV menunjukkan perbandingan *precision*, *recall* dan *accuracy* semua *distance* dengan k=11. Ketika nilai k=11 *Manhattan Distance* memberikan hasil terbaik.

TABEL XXXV
PERBANDINGAN PRECISION RECALL DAN ACCURACY DENGAN K=11

	Precision	Recall	Accuracy
<i>Euclidean Distance</i>	0,77	0,81	0,98
<i>Manhattan Distance</i>	0,80	0,80	0,98
<i>Cebychev Distance</i>	0,39	0,46	0,95



Gambar 1. Perbandingan *precision* semua *distance* terhadap nilai *k*



Gambar 2. Perbandingan *recall* semua *distance* terhadap nilai *k*

Jika dilihat dari *precision*, hasil terbaik yaitu 0,86 ketika $k=3$ menggunakan *Euclidean Distance*. Jika dilihat dari *recall*, hasil terbaik yaitu 0,88 ketika $k=3$ menggunakan *Manhattan Distance*. Jika dilihat dari *accuracy* maka *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* sama baiknya untuk semua nilai *k*. Pada Gambar 1 terkait dengan *precision*, ketika nilai $k=3$ dan $k=5$ tidak terjadi perubahan untuk *Euclidean Distance*, namun ketika $k=7$ terjadi penurunan lalu naik kembali walaupun kecil, pada saat $k=9$ dan turun kembali pada saat $k=11$. Pada *Manhattan Distance*, seiring dengan pertambahan nilai *k*, performa menurun pada saat $k=5$ dan $k=7$ namun pada saat $k=9$ tidak berubah lalu $k=11$ naik kembali walaupun kecil. Untuk *Chebychev Distance*, bertambahnya nilai *k* menurunkan performa kecuali pada saat $k=3$ ke $k=5$ dan $k=7$ ke $k=9$. Pada Gambar 2 terkait dengan *recall*, perubahan *recall* seirama dengan *precision* untuk *Euclidean Distance* dan

Manhattan Distance, namun berbeda dengan *Chebychev Distance* yang selalu turun. Secara keseluruhan, pertambahan nilai *k* tidak berpengaruh pada *accuracy*.

IV. KESIMPULAN

Metode HOG dengan *classifier* K-NN yang memberikan hasil yang baik yaitu dengan menggunakan jenis *distance Euclidean Distance*. *Euclidean Distance* memberikan hasil yang baik untuk sebagian besar skenario nilai *k*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Otiniano-Rodriguez, E. Cayllahua-Cahuina, A. A. De Araujo, and G. Camara-Chavez, "Finger Spelling Recognition Using Kernel Descriptors and Depth Images," *Brazilian Symp. Comput. Graph. Image Process.*, vol. 2015-Octob, pp. 72–79, 2015.
- [2] R. Ridwang, "Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia (SIBI) Menggunakan Leap Motion Controller dan Algoritma Data Mining Naïve Bayes," *J. Insypro (Information Syst. Process.)*, vol. 2, no. 2, 2017.
- [3] I. Fareza, R. Busdin, M. E. Al Rivan, and H. Irsyad, "Pengenalan Alfabet Bahasa Isyarat Amerika Menggunakan Edge Oriented Histogram dan Image Matching," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. April, pp. 82–92, 2018.
- [4] D. Aryanie and Y. Heryadi, "American sign language-based finger-spelling recognition using k-Nearest Neighbors classifier," *2015 3rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2015*, pp. 533–536, 2015.
- [5] K. M. Lim, K. S. Tan, A. W. C. Tan, S. C. Tan, C. P. Lee, and S. F. A. Razak, "Finger spelling recognition using neural network," *2015 IEEE Student Conf. Res. Dev. SCORED 2015*, pp. 78–81, 2015.
- [6] H. Hosoe, S. Sako, and B. Kwolek, "Recognition of JSL finger spelling using convolutional neural networks," *Proc. 15th IAPR Int. Conf. Mach. Vis. Appl. MVA 2017*, pp. 85–88, 2017.
- [7] T. Pariwat and P. Seresangtakul, "Thai finger-spelling sign language recognition using global and local features with SVM," *2017 9th Int. Conf. Knowl. Smart Technol. Crunching Inf. Everything, KST 2017*, pp. 116–120, 2017.
- [8] Nachamai, "Alphabet Recognition of American Sign Language : A Hand Gesture Recognition Approach Using Sift Algorithm," *Int. J. Artif. Intell. Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 105–115, Jan. 2013.
- [9] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," in *Proceedings - 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2005*, 2005, vol. I, pp. 886–893.
- [10] D. Amputri, S. Nadra, G. Gasim, and M. E. Al Rivan, "Perbandingan jarak potret dan resolusi kamera pada tingkat akurasi pengenalan angka kwh metermenggunakan svm," *J. Inform. Glob.*, vol. 8, no. 1, pp. 7–12, 2017.
- [11] M. E. Al Rivan and Y. Yohannes, "Klasifikasi Mamalia Berdasarkan Bentuk Wajah Dengan k-NN Menggunakan Fitur CAS dan HOG," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 169–176, 2019.
- [12] S. Sreehari, (2017) "Sign Language and Static-Gesture Recognition using scikit-learn," [Online]. Available: <https://www.freecodecamp.org/news/weekend-projects-sign-language-and-static-gesture-recognition-using-scikit-learn-60813d600e79/>.
- [13] J. P. Jose, P. Poornima, and K. M. Kumar, "A novel method for color face recognition using KNN classifier," in *2012 International Conference on Computing, Communication and Applications*, 2012, pp. 1–3.