

Klasifikasi *American Sign Language* Menggunakan Ekstraksi Fitur *Histogram of Oriented Gradients* dan Jaringan Syaraf Tiruan

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v6i3.2844>

Muhammad Ezar Al Rivan ^{✉ #1}, Mochammad Trinanda Noviardy ^{*2}

^{*}Teknik Informatika, STMIK Global Informatika MDP
Jalan Rajawali No.14 Palembang

¹meedzhar@mdp.ac.id

²m.trinandanoviardy@gmail.com

Abstract — Sign languages have various types, one of which is American Sign Language (ASL). In this study, ASL images from the handshape alphabet were extracted using Histogram of Oriented Gradient (HOG) then these features were used for the classification of Artificial Neural Networks (ANN) with various training functions using 3 variations of multi-layer network architecture where ANN architecture consists of one hidden layer. Based on ANN training, trainbr test results have a higher success rate than other training functions. In architecture with 15 neurons in the hidden layer get an accuracy value of 99.29%, a precision of 91.84%, and a recall of 91.47%. The test results show that using the HOG feature and ANN classification method for ASL recognition gives a good level of accuracy, with an overall accuracy of 5 neurons 95.38%, 10 neurons 96.64%, and 15 neurons with 97.32%.

Keywords— Artificial Neural Network; American Sign Language; Histogram of Oriented Gradient; Training Function

I. PENDAHULUAN

Komunikasi merupakan kunci penting dalam kehidupan manusia. Manusia harus mampu berkomunikasi dengan lingkungannya. Cara berkomunikasi mengalami perkembangan mengikuti kebutuhan seperti untuk memudahkan penderita tuna rungu berkomunikasi. Penderita tuna rungu memiliki cara berkomunikasi menggunakan anggota tubuh yang merepresentasikan bentuk huruf sehingga dibutuhkan bahasa untuk berkomunikasi dalam kegiatan sehari harinya berupa bahasa isyarat [1]. *American Sign Language* (ASL) merupakan salah satu dari bahasa isyarat yang umum digunakan. ASL adalah bahasa yang memiliki sifat linguistik yang sama dengan bahasa lisan yang diekspresikan dengan gerakan tangan. Gerakan-gerakan tangan ini dapat dikenali dengan memanfaatkan teknologi komputer.

Penelitian terkait dengan ASL sudah dilakukan oleh [2] dengan menggunakan fitur *Histogram of Oriented Gradient* dengan *classifier* yaitu *k-Nearest Neighbor* (k-NN). Selain itu, pada penelitian [3] pengenalan ASL menggunakan fitur *Edge Oriented Histogram* (EOH) dengan *Image Matching*. Penelitian ASL lain yang dilakukan [4] menggunakan fitur *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT).

Fitur HOG digunakan untuk mengambil ciri bentuk pada citra. Pada penelitian [2] HOG digunakan pada pengenalan ASL. Pada penelitian lain juga HOG digunakan sebagai fitur bentuk untuk mengenali penyakit kulit [5]. Pada penelitian tersebut HOG dikombinasikan dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Pada penelitian [6] HOG digunakan untuk mengambil ciri bentuk tanaman kemudian dilakukan pengenalan menggunakan JST. HOG digunakan juga pada penelitian [7] sebagai fitur bentuk untuk iris.

JST salah satu metode yang digunakan untuk pengenalan objek. Metode JST telah digunakan pada penelitian [5] dan [6]. Selain itu JST juga digunakan untuk melakukan identifikasi glaukoma dan diabetes retinopati pada citra fundus [8]. Pada penelitian [9] JST digunakan untuk klasifikasi jenis kacang-kacangan menggunakan fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). JST juga digunakan untuk menentukan kualitas biji kopi pada penelitian [10]. Pada penelitian [11] JST digunakan untuk identifikasi jenis tumbuhan dengan menggunakan citra daun. JST digunakan juga untuk pengenalan *sign language* seperti pada penelitian [12] dan [13] untuk pengenalan *Japan Sign Language* (JSL).

Berdasarkan penelitian sebelumnya fitur HOG dan JST untuk pengenalan citra memiliki tingkat akurasi yang baik untuk mengenali objek berdasarkan bentuk objek. Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur HOG dan menggunakan JST sebagai klasifikasi untuk pengenalan citra ASL.

II. STUDI LITERATUR

Penelitian terkait dengan ASL telah dilakukan oleh banyak peneliti. Pada penelitian [2] didapatkan hasil mencaai 99% Metode yang digunakan yaitu HOG untuk ekstraksi fitur dan k-NN sebagai klasifikasi. *Distance* yang digunakan yaitu *Euclidean Distance*, *Manhattan Distance* dan *Chebyshev Distance*. Pada penelitian [3] pengenalan ASL dilakukan dengan menggunakan *EOH* dan *Image Matching* memberikan hasil yang baik menggunakan *Sum of Absolute Different* dengan bentuk fitur 9 bin. Selain menggunakan HOG terdapat fitur lain seperti SIFT yang digunakan pada penelitian [4] yang memberikan hasil pengenalan yang baik.

Fitur HOG digunakan untuk mengambil fitur bentuk dari citra. Pada penelitian [14] HOG digunakan untuk mengambil fitur bentuk angka. Pada penelitian [5] fitur HOG dikombinasikan dengan JST untuk melakukan pengenalan penyakit kulit. Kombinasi HOG dan JST memberikan hasil akurasi 83,3%. Kombinasi lain dari HOG dan JST digunakan untuk mengenali jenis tanaman yang dilakukan pada [6]. Hasil yang didapat mencapai 98,5%. Pada penelitian [7] HOG dikombinasikan dengan k-NN digunakan untuk pengenalan iris memberikan hasil 96%.

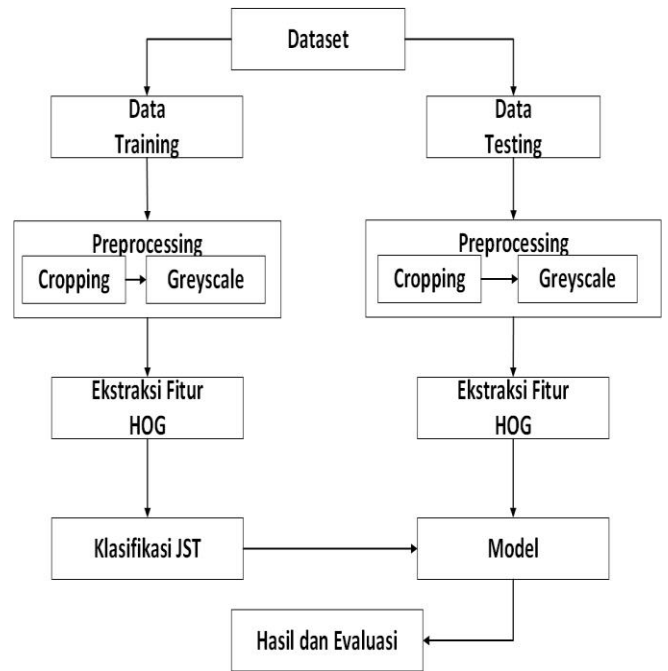
JST memberikan hasil pengenalan yang baik. JST yang digunakan pada penelitian [8] memberikan hasil sebesar 91% untuk pengenalan penyakit pada mata. Pada penelitian [9] menggunakan JST untuk pengenalan jenis kacang-kacangan mendapat hasil 99,84%. Selain itu JST juga digunakan untuk penentuan kualitas biji kopi yang dilakukan pada penelitian [10] memberikan hasil 80%. Pada penelitian [11] JST digunakan untuk mengenali jenis-jenis daun memberikan hasil 93,6%. JST juga digunakan untuk pengenalan *Sign Language* pada penelitian [12] yang mendapat hasil 81,11% dan penelitian [13] memberikan hasil 93%.

III. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menyiapkan dataset, kemudian melakukan *pre-processing*, ekstraksi fitur, dan melakukan klasifikasi. Alur kerja yang diajukan dapat dilihat pada Gambar 1.

A. Dataset

Dataset ini merupakan dataset publik yang dapat diakses secara bebas [15]. Dataset ini digunakan juga pada penelitian yang dilakukan oleh [2]. 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.



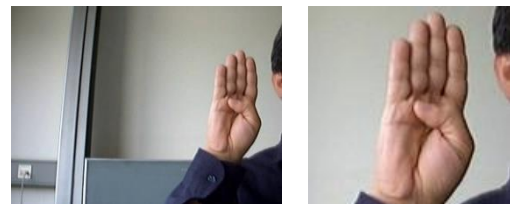
Gambar 1. Alur Kerja

B. Preprocessing

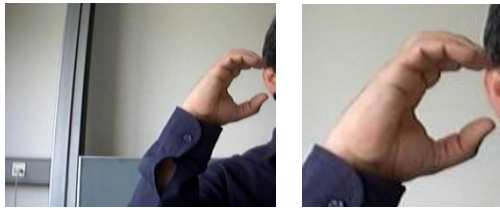
Pada tahapan ini, dataset akan dilakukan proses cropping. Citra data yang dilatih dan diuji awalnya berukuran 320 x 240 piksel. Selanjutnya akan melewati proses resize disimpan dengan ukuran 91 x 91 piksel. Ukuran tersebut dipilih agar citra yang dipakai lebih fokus pada jari dan telapak tangan *user*. Pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan contoh beberapa proses *cropping* yang dilakukan untuk huruf A sampai E.



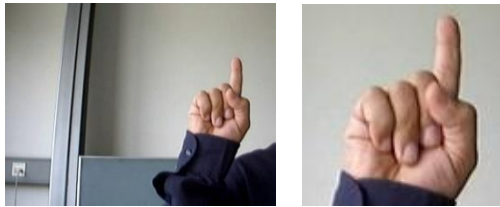
Gambar 2. Proses cropping citra asli huruf A (kiri) menjadi 91 x 91 (kanan)



Gambar 3. Proses cropping citra asli huruf B (kiri) menjadi 91 x 91 (kanan)



Gambar 4. Proses cropping citra asli huruf C (kiri) menjadi 91 x 91 (kanan)



Gambar 5. Proses cropping citra asli huruf D (kiri) menjadi 91 x 91 (kanan)



Gambar 6. Proses cropping citra asli huruf E (kiri) menjadi 91 x 91 (kanan)

C. Ekstraksi Fitur

Citra yang sudah melalui proses *pre-processing* selanjutnya dilakukan perubahan citra RGB menjadi *greyscale* pada setiap citra data *training* dan data *testing*. Pada setiap citra data *training* dan data *testing* yang melalui proses ekstraksi dan memperoleh fitur *vector* yang diperoleh panjangnya sebanyak 576. Hasil *training* menggunakan ekstraksi HOG didapat nilai *vector* berukuran 1176 x 576, sedangkan hasil *testing* didapat nilai *vector* berukuran 504 x 576. Dari nilai tersebut maka proses selanjutnya melakukan klasifikasi menggunakan metode JST.

IV. PERANCANGAN JST UNTUK KLASIFIKASI ASL

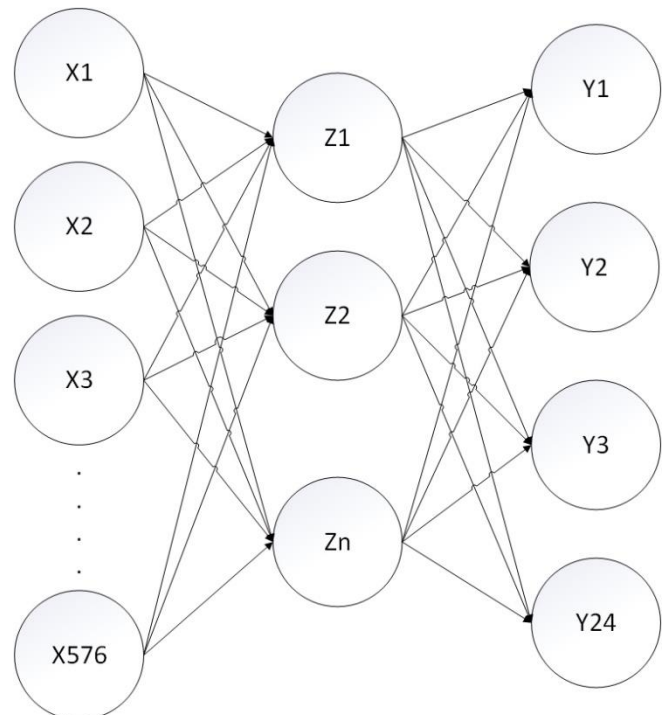
JST yang digunakan dalam penelitian ini memiliki 3 *layer* yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Masing-masing *layer* memiliki neuron masing-masing yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

A. Rancangan JST untuk Klasifikasi ASL

JST yang digunakan untuk klasifikasi ASL dapat dilihat pada Gambar 7. JST memiliki *input layer* terdiri dari 576 input yang merepresentasikan vektor fitur hasil ekstraksi HOG. Pada *layer* berikutnya yaitu *hidden layer* terdiri dari n neuron yang disesuaikan dengan kebutuhan. Dalam penelitian ini digunakan $n = \{5, 10, 15\}$. Pada *layer* terakhir *output layer* memiliki 24 neuron yang menyesuaikan dengan banyak huruf yang akan dikenali. Nilai pada *output layer* nantinya menunjukkan label dari huruf. Untuk huruf A

maka pada *neuron* pertama bernilai 1 dan *neuron* yang lain bernilai 0. Sama halnya dengan huruf-huruf yang lain. Namun pengecualian pada huruf J dan Z. Oleh karena itu pada *neuron* kesepuluh digunakan untuk huruf K, *neuron* kesebelas untuk huruf L dan seterusnya hingga *neuron* kedua puluh empat untuk huruf Y.

Hasil dari ekstraksi HOG disimpan dengan nama "data_hog_train" yang kemudian digunakan oleh JST untuk dilatih agar dapat mengenali huruf yang diberikan. Untuk target mengikuti label dari huruf yang disimpan dengan nama "targets_train".



Gambar 7. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Setiap perpindahan *layer* setiap nilai akan dimasukkan ke dalam fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi pertama terjadi ketika nilai berpindah dari *input layer* ke *hidden layer*. Kemudian fungsi aktivasi kedua terjadi pada saat perpindahan dari *hidden layer* ke *output layer*. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu fungsi aktivasi *sigmoid*. Fungsi *sigmoid* digunakan dikarenakan fungsi ini cocok untuk permasalahan non-linear.

B. Training Function JST

JST memiliki berbagai jenis *training function*. *Training function* digunakan sebagai subrutin untuk melatih JST. Pada tahap ini dilakukan skenario menggunakan berbagai jenis *training function* yang ada. Skenario lain juga dilakukan terhadap jumlah *neuron* pada *hidden layer*. Skenario yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
SKENARIO TRAINING FUNCTION DAN JUMLAH NEURON

No	Training Function	Jumlah Neuron yang digunakan
1	Trainbr	5, 10 dan 15
2	Trainlm	5, 10 dan 15
3	Trainbfg	5, 10 dan 15
4	Traincgb	5, 10 dan 15
5	Traincgf	5, 10 dan 15
6	Traincgp	5, 10 dan 15
7	Traingd	5, 10 dan 15
8	Traingda	5, 10 dan 15
9	Traingdm	5, 10 dan 15
10	Traingdx	5, 10 dan 15
11	Trainoss	5, 10 dan 15
12	Trainrp	5, 10 dan 15
13	Trainscg	5, 10 dan 15
14	Trainb	5, 10 dan 15
15	Trainc	5, 10 dan 15
16	Trainr	5, 10 dan 15
17	Trains	5, 10 dan 15

C. Confusion Matrix

Hasil klasifikasi dihitung untuk mendapatkan tingkat keberhasilan dari metode yang digunakan, dengan menggunakan metode Confusion Matrix yang dimana akan menghitung nilai Precision, Recall, dan Accuracy [9]. Tabel Confusion Matrix dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
CONFUSION MATRIX

		True Values	
		True	False
Prediction	True	TP Correct Result	FP Unexpected Result
	False	FN Missing Result	TN Correct absence of Result

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{1}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{2}$$

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{3}$$

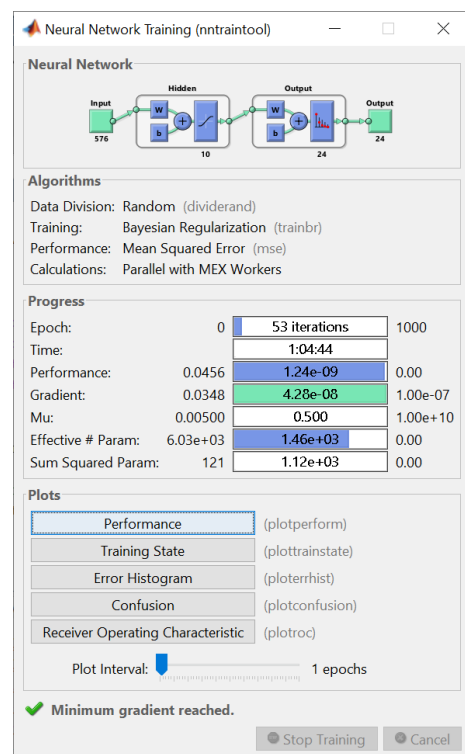
$$Overall Accuracy = \frac{Total(TP)+Total(TN)}{Total(TP)+Total(TN)+Total(FP)+Total(FN)} \tag{4}$$

Dengan True Positive (TP) adalah jumlah data positif citra ASL yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem. True Negative (TN) adalah jumlah data negatif citra ASL yang

terklasifikasi dengan benar oleh sistem. False Negative (FN) adalah jumlah data negatif citra ASL namun terklasifikasi salah oleh sistem dan False Positive (FP) adalah jumlah data positif citra ASL namun terklasifikasi salah oleh sistem.

V. IMPLEMENTASI JST, HASIL EKSPERIMEN DAN ANALISIS

Pada Gambar 8 merupakan tampilan hasil dari proses training tool. Proses pelatihan jaringan syaraf tiruan dimulai dengan melakukan pembentukan jaringan syaraf tiruan itu sendiri menggunakan perintah net = patternet(10) dan net.trainFcn = 'trainbr' sebagai jaringan backpropagation yang terdiri dari n layer. Kemudian di-train menggunakan perintah [net,tr] = train(net,data_hog_train, targets_train) dimana net merupakan jaringan backpropagation, data_hog_train merupakan hasil ekstraksi HOG serta target merupakan nilai target pada objek data latih. Selanjutnya diuji pelatihan jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan perintah hasil_train = net(data_hog_train) dimana akan menghasilkan inputan sebanyak 576, satu hidden layer dengan neuron berjumlah 10 dan 24 output dari 24 citra ASL. Arsitektur model JST ini menggunakan single hidden layer, nilai input pada node akan langsung memproses ke hidden layer, node hidden layer pada Gambar 3 menggunakan 10 node. Hubungan hidden layer dan output terjadi proses komputasi terhadap bobot dan bias serta dihitung pula besarnya output dari hidden ke output tersebut berdasarkan fungsi aktivasi sigmoid biner dengan rentang nilai 0 sampai 1.



Gambar 8. Pelatihan model JST

A. Pelatihan JST pada Training Function trainbr

Training function yang digunakan sebanyak 17 dan jumlah neuron pada hidden layer yang dicoba adalah 5, 10 dan 15 sehingga terdapat 3 arsitektur JST yang berbeda. Tiap arsitektur dicoba sebanyak 3 kali sehingga terdapat 9 percobaan (3 jumlah neuron x 3 percobaan run program).

Hasil percobaan penentuan hidden layer pada function trainbr dilakukan untuk mengenali data latih dan data uji dapat dilihat pada Tabel III dengan jumlah neuron yang digunakan bernilai 5, 10, dan 15.

Berdasarkan Tabel III dapat disimpulkan bahwa pada neuron 15 merupakan hasil terbaik dalam pengenalan data latih dan data uji yang dicoba sebanyak 3 percobaan run program. Pengenalan data latih yang dicoba sebanyak 3 percobaan run program mendapatkan hasil pengenalan yang baik pada percobaan ke 1 dan 3 sebesar 91,47% data yang dikenali, pada neuron 10 hasil terbaik ada di percobaan ke 2 dengan hasil sebesar 85,91%, sedangkan pada neuron 5 hasil terbaik ada di percobaan ke 1 dengan hasil sebesar 70,4% data yang dikenali.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN MENGGUNAKAN TRAINING FUNCTION TRAINBR

No.	Neuron	MSE	Epoch	Time	Data Latih dikenali	Akurasi data latih dikenali (%)	Data Uji dikenali	Akurasi data uji dikenali (%)
1.	5	4.49e-05	151	1 jam 00 menit 21 detik	1129	96	353	70,04
2.		4.65e-05	278	1 jam 26 menit 16 detik	1130	96,09	348	69,05
3.		1.08e-04	282	1 jam 46 menit 36 detik	1120	95,24	349	69,25
4.	10	1.79e-09	34	0 jam 45 menit 09 detik	1162	98,81	429	85,12
5.		1.24e-09	53	1 jam 04 menit 44 detik	1159	98,55	433	85,91
6.		4.06e-09	38	0 jam 46 menit 25 detik	1157	98,38	429	85,12
7.	15	1.94e-09	68	4 jam 35 menit 34 detik	1157	98,38	461	91,47
8.		3.10e-09	59	3 jam 31 menit 49 detik	1157	98,38	448	88,89
9.		1.94e-09	68	3 jam 56 menit 11 detik	1157	98,38	461	91,47

B. Hasil Pengujian JST terhadap 24 huruf menggunakan Training Function trainbr

Pada tahap ini dilakukan ekstraksi HOG dan klasifikasi JST pada citra ASL. Proses ini dilakukan dengan menggunakan citra uji sebanyak 504 citra untuk dilakukan tahap pengujian. Tahap yang digunakan untuk penentuan hasil pengujian JST yaitu menggunakan 17 training function kemudian dilakukan perhitungan confusion matrix untuk menentukan tingkat akurasi, presisi dan recall. Hasil tingkat akurasi pada pengenalan JST terhadap data uji yang menggunakan confusion matrix dapat dilihat pada Tabel IV, Tabl V dan Tabel VI.

Berdasarkan pada Tabel IV hasil tingkat akurasi keseluruhan menggunakan 5 neuron sebesar 0,97, precision sebesar 0,7 dan recall sebesar 0,7. Akurasi terbesar didapat huruf B sebesar 0,99 sedangkan akurasi terkecil didapat huruf M sebesar 0,96.

TABEL IIV
HASIL PENGUJIAN JST 5 NEURON MENGGUNAKAN TRAINING FUNCTION TRAINBR UNTUK 24 HURUF

No.	Kelas	Accuracy	Precision	Recall
1.	A	0,98	0,84	0,76
2.	B	0,99	0,83	0,95

No.	Kelas	Accuracy	Precision	Recall
3.	C	0,98	0,81	0,81
4.	D	0,96	0,59	0,48
5.	E	0,98	0,65	0,95
6.	F	0,97	0,67	0,67
7.	G	0,97	0,71	0,57
8.	H	0,97	0,65	0,71
9.	I	0,98	0,79	0,71
10.	K	0,97	0,67	0,57
11.	L	0,98	0,72	0,86
12.	M	0,96	0,6	0,29
13.	N	0,97	0,71	0,57
14.	O	0,98	0,71	0,81
15.	P	0,98	0,8	0,76
16.	Q	0,97	0,63	0,9
17.	R	0,97	0,67	0,57
18.	S	0,97	0,62	0,62
19.	T	0,97	0,6	0,71

No.	Kelas	Accuracy	Precision	Recall
20.	U	0,98	0,67	0,95
21.	V	0,98	0,81	0,62
22.	W	0,98	0,74	0,67
23.	X	0,97	0,71	0,57
24.	Y	0,97	0,68	0,71
Rata-rata		0,97	0,70	0,70

Berdasarkan pada Tabel V hasil tingkat akurasi keseluruhan menggunakan 10 neuron sebesar 0,99, precision sebesar 0,87 dan recall sebesar 0,86. Akurasi terbesar didapat huruf B, C, L, Q dan Y sebesar 1 dan akurasi terkecil didapat huruf D, M, N, R, S, T dan W sebesar 0,98.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN JST 10 NEURON MENGGUNAKAN TRAINING FUNCTION
TRAINBR UNTUK 24 HURUF

No.	Kelas	Accuracy	Precision	Recall
1.	A	0,99	0,84	1
2.	B	1	0,95	0,95
3.	C	1	0,95	0,95
4.	D	0,98	0,7	0,76
5.	E	0,99	0,77	0,95
6.	F	0,99	0,88	1
7.	G	0,99	0,89	0,81
8.	H	0,99	0,85	0,81
9.	I	0,99	0,9	0,86
10.	K	0,99	0,95	0,86
11.	L	1	1	0,9
12.	M	0,98	0,71	0,71
13.	N	0,98	0,78	0,67
14.	O	0,99	0,94	0,81
15.	P	0,99	0,9	0,9
16.	Q	1	1	1
17.	R	0,98	0,74	0,81
18.	S	0,98	0,81	0,81
19.	T	0,98	0,74	0,95
20.	U	0,99	0,82	0,86
21.	V	0,99	0,86	0,86
22.	W	0,98	0,84	0,76
23.	X	0,99	1	0,67
24.	Y	1	0,95	0,95
Rata-rata		0,99	0,87	0,86

Berdasarkan pada Tabel VI hasil tingkat akurasi keseluruhan menggunakan 15 neuron sebesar 0,99, precision sebesar 0,92 dan recall sebesar 0,91. Akurasi terbesar didapat huruf B, C, F, L, P, Q dan Y sebesar 1 dan akurasi terkecil didapat huruf K sebesar 0,98.

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN JST 15 NEURON MENGGUNAKAN TRAINING FUNCTION
TRAINBR UNTUK 24 HURUF

No.	Kelas	Accuracy	Precision	Recall
1.	A	0,99	0,88	1
2.	B	1	1	1
3.	C	1	0,95	0,95
4.	D	0,99	0,82	0,86
5.	E	0,99	0,95	0,86
6.	F	1	1	1
7.	G	0,99	0,91	0,95
8.	H	0,99	0,87	0,95
9.	I	0,99	0,95	0,86
10.	K	0,98	0,81	0,81
11.	L	1	0,95	1
12.	M	0,99	0,89	0,76
13.	N	0,99	0,89	0,76
14.	O	0,99	0,95	0,9
15.	P	1	1	1
16.	Q	1	1	0,95
17.	R	0,99	0,89	0,81
18.	S	0,99	0,78	1
19.	T	0,99	0,95	0,9
20.	U	0,99	0,88	1
21.	V	0,99	1	0,86
22.	W	0,99	0,83	0,95
23.	X	0,99	0,9	0,86
24.	Y	1	1	0,95
Rata-rata		0,99	0,92	0,91

C. Hasil Pengujian JST berdasarkan Training Function

Hasil pengujian pada JST dengan 17 training function dan menggunakan 5 neuron dapat dilihat pada Tabel VII. Berdasarkan Tabel VII, nilai accuracy tertinggi adalah trainbr dengan nilai accuracy sebesar 97,50%, precision sebesar 70,23%, dan recall sebesar 70,04%. Sedangkan accuracy terendah adalah trainb dengan nilai accuracy sebesar 92,54%, precision terendah pada trains sebesar 4,14%, dan recall terendah pada trainb sebesar 10,53%.

TABEL VII
HASIL PENGUJIAN BERDASARKAN TRAINING FUNCTION MENGGUNAKAN 5 NEURON

No.	Training Function	Accuracy	Precision	Recall
1.	Trainbr	97,5	70,23	70,04
2.	Trainlm	95,68	49,44	48,21
3.	Trainbfg	95,68	47,76	48,13
4.	Traincgb	95,73	49,85	48,81
5.	Trancgf	96,16	54,74	53,97
6.	Traincgp	95,4	46,36	44,84
7.	Traingd	93,16	17,95	17,88
8.	Traingda	94,84	30,7	38,1
9.	Traingdm	92,81	7,84	13,69
10.	Traingdx	96,3	53,25	55,56
11.	Trainoss	96,97	66,53	63,69
12.	Trainrp	94,99	37,75	39,88
13.	Trainscg	96,61	58,2	59,33
14.	Trainb	92,54	7,35	10,52
15.	Trainc	97,45	70,1	69,44
16.	Trainr	97,12	66,66	65,48
17.	Trains	92,66	4,14	11,9
Rata - Rata		95,39	43,46	44,67

Hasil pengujian pada JST dengan 17 training function dan menggunakan 10 neuron dapat dilihat pada Tabel VIII. Berdasarkan Tabel VIII, nilai accuracy tertinggi adalah trainbr dengan nilai accuracy sebesar 98,83%, precision sebesar 86,57%, dan recall sebesar 85,91%. Sedangkan accuracy terendah adalah trains dengan nilai accuracy sebesar 93,4%, precision terendah pada traingd sebesar 17,88%, dan recall terendah pada traingdm sebesar 20,44%.

TABEL VIII
HASIL PENGUJIAN BERDASARKAN TRAINING FUNCTION MENGGUNAKAN 10 NEURON

No.	Training Function	Accuracy	Precision	Recall
1.	Trainbr	98,83	86,57	85,91
2.	Trainlm	97,85	74,88	74,21
3.	Trainbfg	97,07	64,2	64,88
4.	Traincgb	98,36	81,44	80,36
5.	Trancgf	98,69	85,21	84,33
6.	Traincgp	97,5	70,4	70,04
7.	Traingd	93,39	17,88	20,63
8.	Traingda	95,39	46,52	44,64

No.	Training Function	Accuracy	Precision	Recall
9.	Traingdm	93,37	21,83	20,44
10.	Traingdx	98,38	81,18	80,56
11.	Trainoss	98,23	79,57	78,77
12.	Trainrp	97,01	62,56	64,09
13.	Trainscg	98,93	98,07	76,88
14.	Trainb	93,68	18,54	24,21
15.	Trainc	98,78	86,19	85,32
16.	Trainr	98,41	81,62	80,95
17.	Trains	93,4	22,09	20,83
Rata - Rata		96,9	63,46	62,18

Hasil pengujian pada JST dengan 17 training function dan menggunakan 15 neuron dapat dilihat pada Tabel IX. Berdasarkan Tabel IX, nilai accuracy tertinggi adalah trainbr dengan nilai accuracy sebesar 99,29%, precision sebesar 91,84%, dan recall sebesar 91,47%. Sedangkan accuracy terendah adalah traingd dengan nilai accuracy sebesar 93,2%, precision terendah pada traingd sebesar 14,2%, dan recall terendah pada traingd sebesar 18,45%.

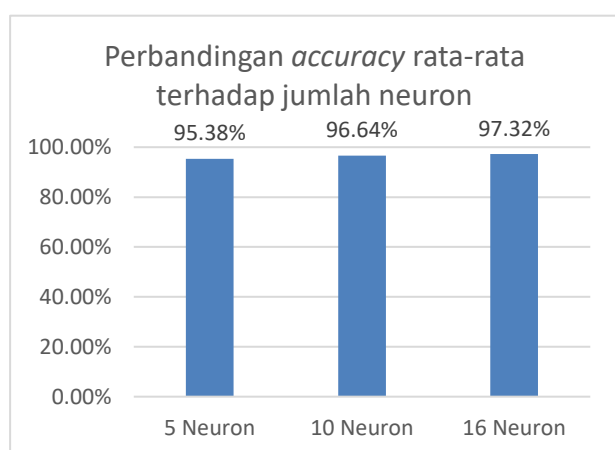
TABEL IX
HASIL PENGUJIAN BERDASARKAN TRAINING FUNCTION MENGGUNAKAN 15 NEURON

No.	Training Function	Accuracy	Precision	Recall
1.	Trainbr	99,29	91,84	91,47
2.	Trainlm	98,16	79,64	77,98
3.	Trainbfg	97,83	74,96	74,01
4.	Traincgb	98,73	85,77	84,77
5.	Trancgf	98,81	86,39	85,71
6.	Traincgp	98,68	85,04	84,13
7.	Traingd	93,2	14,2	18,45
8.	Traingda	97,3	71,51	67,66
9.	Traingdm	93,7	25,45	24,4
10.	Traingdx	98,86	86,76	86,31
11.	Trainoss	98,93	87,57	87,1
12.	Trainrp	97,59	72,75	71,03
13.	Trainscg	98,93	87,48	87,1
14.	Trainb	93,44	19,05	21,23
15.	Trainc	99,21	90,93	90,48
16.	Trainr	98,91	87,76	86,9
17.	Trains	93,35	17,93	20,24
Rata - Rata		97,35	68,53	68,17

Berdasarkan Tabel X, *accuracy* keseluruhan *neuron 5* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *accuracy* sebesar 95,38%, *neuron 10* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *accuracy* sebesar 96,64% dan *neuron 15* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *accuracy* sebesar 97,32%. Jumlah *neuron 15* memberikan *accuracy* yang paling baik

TABEL X
PERBANDINGAN ACCURACY BERDASAKAN TRAINING FUNCTION TERHADAP JUMLAH NEURON

No.	Training function	5 Neuron	10 Neuron	15 Neuron
1.	Trainbr	97,47	98,77	99,28
2.	Trainlm	95,66	97,83	98,13
3.	Trainbfg	95,65	97,09	97,8
4.	Traincgb	95,85	97,36	98,71
5.	Trancgf	96,17	96,54	98,79
6.	Traincgp	95,29	97,54	98,68
7.	Traingd	93,01	93,22	93,15
8.	Traingda	95,02	95,25	97,31
9.	Traingdm	92,88	93,22	93,62
10.	Traingdx	96,35	98,36	98,87
11.	Trainrp	94,87	97,01	97,58
12.	Trainscg	96,63	98,06	98,93
13.	Trainb	92,52	93,59	93,36
14.	Trainc	97,45	98,76	99,21
15.	Trainr	97,17	98,42	98,88
16.	Trains	92,5	93,57	93,25
17.	Trainoss	96,93	98,21	98,93
RATA - RATA		95,38	96,64	97,32



Gambar 9. Perbandingan *accuracy* 5 neuron, 10 neuron dan 15 neuron

Pada Gambar 9 dari ketiga *neuron* tersebut dapat dilihat bahwa *neuron 15* menghasilkan nilai yang lebih baik. Dari Gambar 9 terlihat bertambah *neuron* maka *accuracy* bertambah.

Berdasarkan Tabel XI, *precision* keseluruhan *neuron 5* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *precision* sebesar 43,46%, *neuron 10* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *precision* sebesar 63,46% dan *neuron 15* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *precision* sebesar 68,53%.

TABEL XI
PERBANDINGAN PRECISION BERDASARKAN TRAINING FUNCTION TERHADAP JUMLAH NEURON

No.	Training function	5 Neuron	10 Neuron	15 Neuron
1.	Trainbr	70,23	86,57	91,84
2.	Trainlm	49,44	74,88	79,64
3.	Trainbfg	47,76	64,20	74,96
4.	Traincgb	49,85	81,44	85,77
5.	Trancgf	54,74	85,21	86,39
6.	Traincgp	46,36	70,40	85,04
7.	Traingd	17,95	17,88	14,20
8.	Traingda	30,70	46,52	71,51
9.	Traingdm	7,84	21,83	25,45
10.	Traingdx	53,25	81,18	86,76
11.	Trainrp	66,53	79,57	87,57
12.	Trainscg	37,75	62,56	72,75
13.	Trainb	58,20	98,07	87,48
14.	Trainc	7,35	18,54	19,05
15.	Trainr	70,10	86,19	90,93
16.	Trains	66,66	81,62	87,76
17.	Trainoss	4,14	22,09	17,93
RATA - RATA		43,46	63,46	68,53

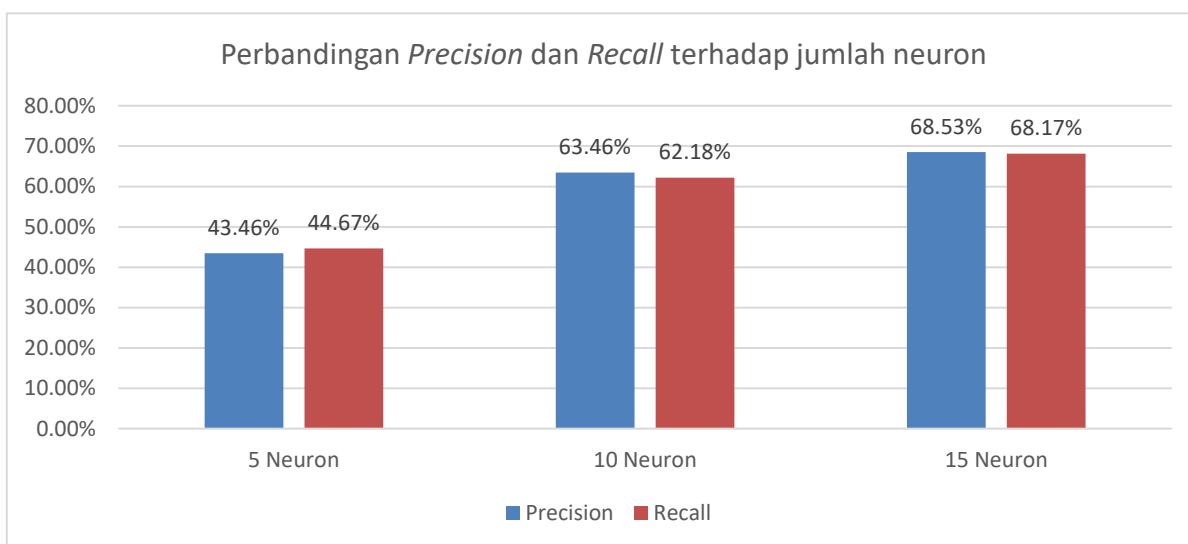
Berdasarkan Tabel XII, *recall* keseluruhan *neuron 5* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *recall* sebesar 45,67%, *neuron 10* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *recall* sebesar 62,18% dan *neuron 15* menghasilkan nilai rata – rata keseluruhan *recall* sebesar 68,17%.

TABEL XII
PERBANDINGAN RECALL BERDASARKAN TRAINING FUNCTION TERHADAP JUMLAH NEURON

No.	Training function	5 Neuron	10 Neuron	15 Neuron
1.	Trainbr	70,04	85,91	91,47
2.	Trainlm	48,21	74,21	77,98
3.	Trainbfg	48,13	64,88	74,01
4.	Traincgb	48,81	80,36	84,77

No.	Training function	5 Neuron	10 Neuron	15 Neuron
5.	Trancgf	53,97	84,33	85,71
6.	Traincgp	44,84	70,04	84,13
7.	Traingd	17,88	20,63	18,45
8.	Traingda	38,10	44,64	67,66
9.	Traingdm	13,69	20,44	24,40
10.	Traingdx	55,56	80,56	86,31
11.	Trainrp	63,69	78,77	87,10

No.	Training function	5 Neuron	10 Neuron	15 Neuron
12.	Trainscg	39,88	64,09	71,03
13.	Trainb	59,33	76,88	87,10
14.	Trainc	10,52	24,21	21,23
15.	Trainr	69,44	85,32	90,48
16.	Trains	65,48	80,95	86,90
17.	Trainoss	11,90	20,83	20,24
RATA - RATA		44,67	62,18	68,17



Gambar 10. Perbandingan *precision* dan *recall* 5 neuron, 10 neuron dan 15 neuron

Pada Gambar 10 merupakan perbandingan *precision* dan *recall* untuk 5, 10 dan 15 neuron. Dari Gambar 10 terlihat bahwa semakin bertambah *neuron* maka bertambah juga *precision* dan *recall*.

Dari 17 *training function* terlihat *trainbr* merupakan *training function* yang memberikan hasil terbaik terlihat dari *accuracy*, *precision* dan *recall* terhadap variasi jumlah *neuron*.

VI. KESIMPULAN

Nilai *accuracy overall* dengan menggunakan *training function* *trainbr* memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibanding dengan penggunaan 16 *training function* lainnya pada skenario neuron 5,10 dan 15. Dengan nilai *accuracy neuron* 5 sebesar 97,47%, nilai *accuracy neuron* 10 sebesar 98,77% dan nilai *accuracy neuron* 15 sebesar 99,28%. Nilai *precision* untuk 5, 10 dan 15 *neuron* secara terurut yaitu 70,23%, 86,57% dan 91,84%. Nilai *recall* untuk 5, 10 dan 15 *neuron* secara terurut yaitu 70,04%, 85,91%, dan 91,47%. Berdasarkan *training function* dan hasil ekstraksi menggunakan HOG sebagai nilai input pada JST dapat disimpulkan bahwa 17 *training function* yang menggunakan *neuron* berjumlah 15 merupakan hasil terbaik dari 3 neuron yang telah diuji yaitu menghasilkan nilai rata

– rata keseluruhan *accuracy* 5 neuron sebesar 95,38%, 10 neuron sebesar 96,64%, dan 15 neuron sebesar 97,32%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Mahfudi, M. Sarosa, R. Andrie Asmara, and M. Azrino Gustalika, "Indonesian Sign Language Number Recognition using SIFT Algorithm," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 336, no. 1, p. 012010, doi: 10.1088/1757-899X/336/1/012010.
- [2] M. E. Al Rivan, H. Irsyad, K. Kevin, and A. T. Narta, "Pengenalan Alfabet American Sign Language Menggunakan K-Nearest Neighbors Dengan Ekstraksi Fitur Histogram Of Oriented Gradients," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 3, pp. 328–339, Jan. 2020, doi: 10.28932/jutisi.v5i3.1936.
- [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. 1, pp. 82–92, Apr. 2018, doi: 10.28932/jutisi.v4i1.747.
- [4] N. M., "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, doi: 10.5121/ijaia.2013.4108.
- [5] M. A. Rahayu, R. Magdalena, and R. Rahmania, "Identifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Histogram Of Oriented Gradients Dan Jaringan Syaraf Tiruan Identification Of Skin Diseases Using Histogram Of Oriented Gradients And Artificial Neural Network Backpropagation," in *e-Proceeding of Engineering*, 2019, vol. 6, no. 2, pp. 3951–3958.

- [6] J. V. Vardhan, K. Kaur, and U. Kumar, "Plant Recognition using Hog and Artificial Neural Network," *Int. J. Recent Innov. Trends Comput. Commun.*, vol. 5, no. 5, pp. 746–750, 2017.
- [7] S. Devella, "Pengenalan Iris menggunakan Ekstraksi Fitur Histogram of Oriented Gradient," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 124–134, Apr. 2018, doi: 10.28932/jutisi.v4i1.756.
- [8] M. E. Al Rivan and T. Juangkara, "Identifikasi Potensi Glaukoma dan Diabetes Retinopati Melalui Citra Fundus Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 43–48, Sep. 2019, doi: 10.35957/jatisi.v6i1.158.
- [9] M. E. Al Rivan, N. Rachmat, and M. R. Ayustin, "Klasifikasi Jenis Kacang-Kacangan Berdasarkan Tekstur Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *J. Komput. Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 89–98, 2020, doi: doi.org/10.35143/jkt.v6i1.3546.
- [10] M. Olivya, E. Tungadi, and N. B. Rante, "Klasifikasi Kualitas Biji Kopi Ekspor Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation," *J. Inf. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 299–308, 2018, doi: https://doi.org/10.24252/instek.v3i2.6227.
- [11] R. Rahmadewi, E. Purwanti, and V. Efelina, "Identifikasi Jenis Tumbuhan Menggunakan Citra Daun Berbasis Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks)," *J. Media Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 38–43, 2018.
- [12] 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," in *2015 IEEE Student Conference on Research and Development (SCORED)*, 2015, pp. 78–81, doi: 10.1109/SCORED.2015.7449437.
- [13] H. Hosoe, S. Sako, and B. Kwolek, "Recognition of JSL finger spelling using convolutional neural networks," in *2017 Fifteenth IAPR International Conference on Machine Vision Applications (MVA)*, 2017, pp. 85–88, doi: 10.23919/MVA.2017.7986796.
- [14] 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, doi: http://dx.doi.org/10.36982/jig.v8i1.218.
- [15] S. Sreehari, "Sign Language and Static-Gesture Recognition using scikit-learn," 2017. [Online]. Available: https://www.freecodecamp.org/news/weekend-projects-sign-language-and-static-gesture-recognition-using-scikit-learn-60813d600e79/.