



InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan

Available online at : <http://bit.ly/InfoTekJar>
ISSN (Print) 2540-7597 | ISSN (Online) 2540-7600



Jaringan Syaraf Tiruan

Identifikasi Penyakit *Diabetic Retinopathy* menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Rudy Chandra¹, Erna Budhiarti Nababan¹, Sawaluddin²

¹ Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

² Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

KEYWORDS

Neural Network, Diabetic Retinopathy, Ekstraksi Fitur Statistik, Retina, Learning Vector Quantization (LVQ)

CORRESPONDENCE

Phone: +6285262257234

E-mail: ernabm@usu.ac.id

ABSTRACT

Diabetic retinopathy (retinopati diabetik) merupakan sejenis penyakit mata yang terjadi pada pengidap diabetes. Untuk mendeteksi jenis penyakit ini, dokter mata biasanya akan melakukan pemeriksaan dengan cara memeriksa mata dengan pupil lebar dan komprehensif. Adapun hambatan dalam mendeteksi retinopati diabetik adalah alat pemeriksaan yang belum masif dan belum memadai serta masih memakan waktu dalam mengidentifikasi tahap demi tahap pada retina manual. Berdasarkan masalah tersebut dibutuhkanlah suatu sistem untuk membantu dokter dalam mengidentifikasi retina yaitu dengan menerapkan *pattern recognition* menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ). Sistem yang dijalankan dengan memasukkan citra retina kemudian akan melalui proses *preprocessing* citra dan ekstraksi fitur statistik untuk mendapatkan hasil yang sesuai untuk dilakukan identifikasi menggunakan LVQ. Data retina yang digunakan terbagi menjadi 3 yaitu data *training*, data *validation* dan data *testing*. Pada data *validation* diuji dan mendapatkan *hyperparameter* untuk membentuk model jaringan terbaik yaitu pada epoch 50 dan *learning rate* 0,001. Kemudian dilakukan pelatihan hingga menghasilkan bobot akhir dengan algoritma pelatihan LVQ. Bobot akhir tersebut akan digunakan pada proses pengujian dengan data uji dan menghasilkan *accuracy* 82% *sensitivity* 80% dan *precision* 83,33%

PENDAHULUAN

Diabetic retinopathy (retinopati diabetik) merupakan penyakit pada penderita diabetes melitus yang mengidap pada retina mata atau sejenis penyakit gangguan mata, yang terjadi pada pengidap penyakit diabetes. Pada awalnya, *Diabetic retinopathy* menunjukkan gejala yang ringan, ataupun tidak menunjukkan gejala sama sekali.

Situasi ini mengakibatkan gangguan penglihatan yang disebabkan oleh diabetes melitus karena pembuluh darah retina mata yang rusak. Pembuluh darah retina yang buruk tersebut kemudian mengalami pembengkakan dan pendarahan yang pada akhirnya dapat rusak maupun pecah.

Selain itu, kerusakan retina yang disebabkan oleh retinopati diabetik menyebabkan jarak penglihatan yang buruk seiring berjalannya waktu. Apabila kadar gula sangat tinggi dan tidak di kontrol, maka komplikasi diabetes pada mata dapat menyebabkan kebutaan permanen[1].

Untuk mengidentifikasi penyakit ini masih dilakukan secara manual melalui citra retina yang diperiksa oleh dokter mata seperti pemeriksaan pembuluh darah yang tidak normal, pembengkakan darah dan timbunan lemak retina, perkembangan pembuluh darah baru pada jaringan, pendarahan pada zat bening misalnya cairan yang mengisi bagian tengah mata (*vitreous*), kecacatan atau kelainan saraf optic mata. Dengan begitu banyak proses yang harus dilakukan oleh dokter mata maka sangat diharapkan pemanfaatan teknologi yang dapat membantu dan mengidentifikasi mata tanpa melalui proses yang panjang[2].

Salah satu pemanfaatan sistem computer adalah dengan memanfaatkan AI (*Artificial Intelligent*). AI menjadi salah satu alternatif dalam membantu dokter dalam mengidentifikasi penyakit retinopati dimana dalam bidang ilmu AI sering menggunakan *pattern recognition* yang mampu mengidentifikasi penyakit berdasarkan pola-pola[3]. *Neural Network* merupakan suatu algoritma yang terinspirasi dari cara jaringan syaraf biologis manusia yang terhubung satu dengan yang lainnya yang kemudian ditiru untuk selanjutnya menjadi model pembelajaran yang dapat dikenal oleh komputer. Algoritma yang terkenal pada bidang NN sangat banyak salah satunya adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ).

Berdasarkan masalah tersebut para dokter berharap dapat memanfaatkan teknologi yang sedang berkembang untuk membantu dokter mata dalam mengambil keputusan dan mendapatkan hasil identifikasi citra melalui sistem komputer.

TINJAUAN PUSTAKA

Diabetic Retinopathy

Diabetic Retinopathy merupakan jenis penyakit mata yang dikarenakan oleh diabetes yang mempengaruhi fungsi retina mata. Retina adalah lapisan yang terletak pada mata bagian belakang yang menangkap cahaya yang dilihat oleh mata dan mengirimkan informasi ke otak untuk diterjemahkan. DR pada awalnya dapat menyebabkan penglihatan kabur, dan apabila tidak dicegah, akan berkembang sampai menjadi buta. *Diabetic Retinopathy* dapat menyebabkan pembengkakan makula di bagian tengah retina, fungsinya memproses penglihatan yang lebih detail. Penyakit ini disebut edema makula, yang dapat memperburuk penglihatan penderita diabetes

Ekstraksi Fitur Statistik

Metode statistik digunakan untuk mengambil nilai ciri pada citra. Dari nilai warna suatu citra akan dihitung dengan menggunakan parameter statistik yaitu [4] [5]:

1. *Mean* (μ)

Menunjukkan distribusi nilai rata-rata dari suatu citra [6]

$$\mu = \sum_{i=1}^n fn P(fn) \tag{1}$$

2. *Variance* (σ^2)

Menunjukkan seberapa jauh nilai yang tersebar pada suatu citra

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (fn - \pi)^2 P(fn) \tag{2}$$

3. *Standard Deviation* (σ)

Menunjukkan persebaran nilai warna dan mengukur kedekatan dengan reratanya

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (fn - \pi)^2 P(fn)} \tag{3}$$

4. *Skewness* (α^3)

Menunjukkan tingkat ketidaksimetrisan dalam distribusi nilai dari suatu citra

$$\alpha^3 = \frac{1}{\alpha^3} \sum_{i=1}^n (fn - \pi)^3 P(fn) \tag{4}$$

5. *Kurtosis* (α^4)

Menggambarkan tingkat ketajaman yang relatif dari kurva pada suatu citra [7]

$$\alpha^4 = \frac{1}{\alpha^4} \sum_{i=1}^n (fn - \pi)^4 P(fn) \tag{5}$$

Learning Vector Quantization (LVQ)

Algoritma yang bersifat terawasi (*supervised learning*) atau algoritma yang proses pembelajarannya terawasi adalah *Learning Vector Quantization* yang bekerja dari setiap node *input* dan melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif sehingga menghasilkan *output* yang merepresentasikan kelas target. Algoritma dari LVQ adalah sebagai berikut [8][9]:

1. Tentukan:
 - Bobot awal dari setiap kelas target (X)
 - *Learning rate* (α)
 - Maksimum epoch
2. Masukkan jumlah data(n) dan target (T)

3. Atur kondisi awal epoch adalah 0
4. Proses jika (epoch < MaksEpoch)
 - epoch = epoch + 1
 - Lakukan i=1 sampai n
 - o Hitung jarak minimum dengan *Euclidean Distance* (Cj).
 - o Jika T = Cj:
 - $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) + \alpha (X - W_j(\text{lama}))$ (6)
 - o Jika T \neq D:
 - $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) - \alpha (X - W_j(\text{lama}))$ (7)
 - Pengurangan nilai *learning rate*
5. Lakukan langkah 4 sampai *epoch* sudah sama dengan nilai *MaxEpoch* [10].

Confusion Matrix

Confusion Matrix merupakan konsep untuk menghitung data actual dan hasil prediksi dari suatu metode klasifikasi/ identifikasi yang digunakan. Tabel *Confusion Matrix* memiliki 2 dimensi antara lain dimensi data actual dan hasil prediksi.

Tabel 1. Tabel *Confusion Matrix*

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

Adapun perhitungan kinerja prediksi diuraikan seperti berikut:

1. *Accuracy*

Accuracy merupakan persentase jumlah total benar setiap proses identifikasi yang menjelaskan keakuratan model dalam mengidentifikasi [11].

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{n} \tag{8}$$

2. *Sensitivity*

Sensitivity persentase data positif yang dibandingkan dengan keseluruhan data yang positif.

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \tag{9}$$

3. *Precision*

Precision persentase benar positif dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif.

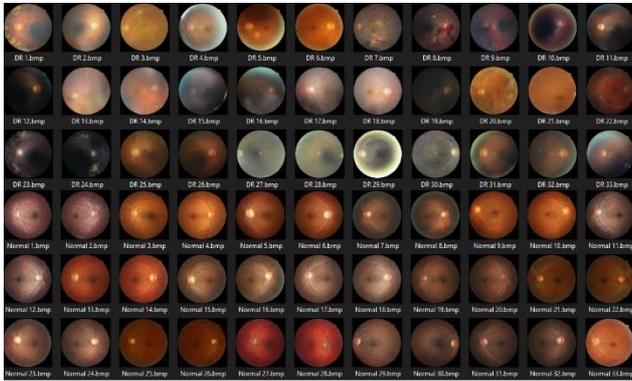
$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{10}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah gambar retina mata yang dapat diakses melalui www.kaggle.com. Data retina terdiri dari 2 kategori yaitu retina normal dan retina *diabetic retinopathy*. Data yang tersedia adalah sebanyak 600 citra yang masing-masing kelas memiliki 300 citra data retina normal dan *diabetic retinopathy*. Data akan dibagi menjadi 3 bagian antara lain *data training*, *data validation*, *data testing*. Dataset *training*

sebanyak 250 citra pada Gambar 1 digunakan untuk melakukan proses *training* untuk penentuan kelas selama proses identifikasi. Data *validation* sebanyak 25 citra terlihat pada Gambar 2 digunakan untuk mencari model jaringan yang paling optimal (*hyperparameter*) untuk berikutnya dilakukan pengujian pada citra yang belum diketahui targetnya. Data *testing* sebanyak 25 citra yang terlihat pada Gambar 3 yang akan diuji pada sistem agar mengetahui hasil identifikasi kelas target.



Gambar 1. Dataset Citra *Training*



Gambar 2. Dataset Citra *Validation*



Gambar 3. Dataset Citra *Testing*

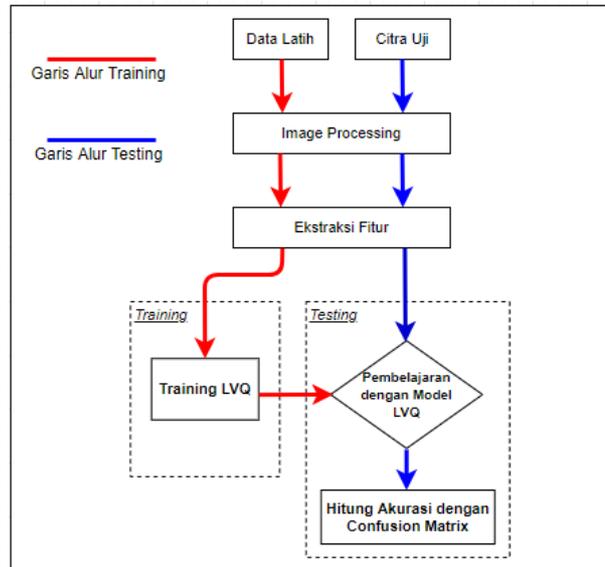
Model Analisis Penelitian

Untuk melakukan proses identifikasi tentunya akan memerlukan beberapa persiapan atau langkah-langkah untuk memperoleh hasil yang lebih optimal. Berikut adalah prosedur untuk proses analisis dari model penelitian:

1. Melakukan *image preprocessing* agar mendapatkan hasil citra yang sesuai untuk proses ekstraksi fitur statistik.
2. Menghitung nilai statistik *mean*, *standard deviation*, *variance*, *skewness*, dan *kurtosis*.
3. Melakukan proses *training*
 - a. Menentukan bobot awal setiap kelas
 - b. Melakukan proses pelatihan dengan nilai pada database yang tersedia dengan data *training*

- c. Menghasilkan bobot akhir yang kemudian akan digunakan pada proses validasi dan pengujian.
4. Mencari model jaringan LVQ yang stabil atau *hyperparameter* dengan menggunakan data *validation*
5. Dengan model jaringan yang telah didapatkan maka selanjutnya proses identifikasi dengan menguji data *testing*.
6. Catat hasil dari pengujian dengan tabel *Confusion Matrix*.

Skema dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4.

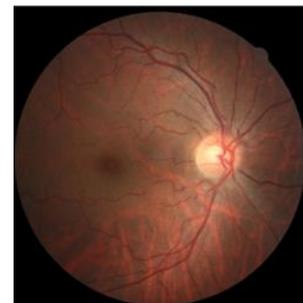


Gambar 4. Skema Model Analisis Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

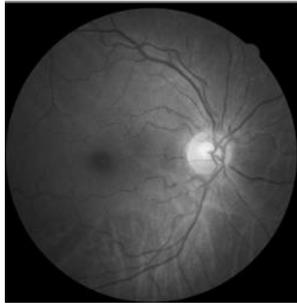
Image Preprocessing

Tahap *preprocessing* berfungsi untuk mempersiapkan citra yang bagus dan sesuai dengan yang dibutuhkan untuk proses ekstraksi fitur statistik. *Image Processing* terdiri dari beberapa proses perbaikan yaitu dari citra asli yang terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra Asli

Pertama kali citra asli akan diubah nilai warna menjadi nilai dengan derajat keabuan (*grayscale*) agar memiliki satu nilai merata sehingga memudahkan proses berikutnya.



Gambar 6. Citra *Grayscale*

Langkah berikutnya adalah melakukan *filtering* yang berguna untuk mereduksi *noise* atau memperbaiki citra. Hasil *median filtering* terdapat pada Gambar 7.



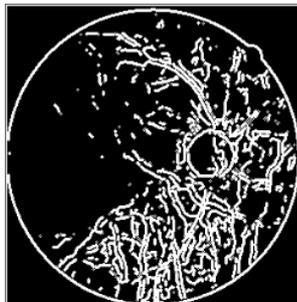
Gambar 7. Citra *Median Filtering*

Berikutnya melakukan deteksi tepi untuk mendapatkan tepi dari syaraf retina dan *thresholding* untuk membuat warna menjadi biner yaitu nilai putih atau hitam saja. Untuk hasil *canny thresholding* terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Citra *Canny dan Thresholding*

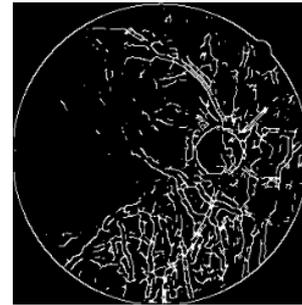
Untuk memperoleh hasil syaraf yang lebih optimal dapat digunakan model *dilation* dan *erosion*. *Dilation* berguna untuk menebalkan objek dari syaraf yang terdapat pada citra. Hasil *Dilation* terdapat pada Gambar 9.



Gambar 9. Citra *Dilation*

Tahap akhir pada tahap *preprocessing* adalah *erosion* yaitu penipisan dari objek syaraf pada citra. Hasil *Erosion* memperbaiki syaraf yang awalnya masih kurang jelas pada hasil

thresholding menjadi lebih jelas dan lebih menyatu antar syaraf retina yang hasilnya terdapat pada Gambar 10.



Gambar 10. Citra *Erosion*

Ekstraksi Fitur

Setelah didapatkan hasil perbaikan citra melalui proses *Image Processing*, maka dilakukan proses ekstraksi fitur dengan statistik yang menghasilkan 5 nilai sebagai berikut:

1. *Mean* (μ) : 84,36861
2. *Variance* (σ^2) : 3453,95818
3. *Standard Deviation* (σ) : 58,77039
4. *Skewness* (α^3) : 0,09818
5. *Kurtosis* (α^4) : 2,60637

Selanjutnya nilai tersebut akan dilakukan disimpan pada database untuk melakukan proses pelatihan atau melakukan pengujian pada model LVQ dan kemudian akan menghasilkan *output* dari identifikasi berupa kelas retina normal atau retina *diabetic retinopathy*

Proses Training

Nilai-nilai yang akan dihitung pada proses Training adalah nilai yang telah disimpan pada database yang terdiri dari 2 kelas yaitu kelas retina normal dan kelas retina *diabetic*. Masing-masing kelas akan dipilih secara acak untuk menjadi bobot awal yang kemudian akan dilatih dengan semua nilai sesuai dengan kelas nya. Bobot awal masing-masing kelas ditulis pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Awal Kelas Normal dan *Diabetic*

	<i>Mean</i> (μ)	<i>Variance</i> (σ^2)	<i>S. Deviation</i> (σ)	<i>Skewness</i> (α^3)	<i>Kurtosis</i> (α^4)
Normal	28,4325	6441,880	80,26133	2,46862	7,0941
Diabetic	16,5943	3956,294	62,89908	3,52645	13,435

Hasil dari *training* adalah bobot akhir yang ditentukan dari parameter *epoch* dan *learning rate* yang ditentukan saat melakukan proses *validation*.

Proses Validation

Proses *validation* adalah kumpulan data yang diketahui kelasnya yang digunakan untuk menyesuaikan *hyperparameter* dan mendapatkan model terbaik[12]. Pada proses *validation* disediakan sebanyak 25 data pada masing-masing kelas citra retina. Parameter untuk mencari *hyperparameter* terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Pengujian Algoritma

<i>Network Parameters</i>	<i>Value</i>
Epoch	10, 50, 100, 250, 500
<i>Learning rate</i> (α)	0.001, 0.05, 0.01, 0.05, 0.1

Tabel 4. Kombinasi Pengujian Algoritma dengan Data Validation

Epoch	α	Hasil Validation		%	Running Time (s)
		Benar	Salah		
10	0.1	26	24	52%	0.0404882
	0.5	25	25	50%	0.0271689
	0.01	34	16	68%	0.0268265
	0,05	35	15	70%	0.0277762
	0,001	29	21	58%	0.0262478
50	0.1	27	23	54%	0.0930222
	0.5	25	25	50%	0.0885545
	0.01	36	14	72%	0.0877752
	0,05	32	18	64%	0.0901212
	0,001	37	13	74%	0.0888004
100	0.1	32	18	64%	0.1645169
	0.5	25	25	50%	0.1657135
	0.01	37	13	74%	0.1670178
	0,05	33	17	66%	0.1646279
	0,001	36	14	72%	0.1632191
250	0.1	35	15	70%	0.3999593
	0.5	32	18	64%	0.4160015
	0.01	37	13	74%	0.4010330
	0,05	37	13	74%	0.4028630
	0,001	36	14	72%	0.4175278
500	0.1	36	14	72%	0.8011136
	0.5	37	13	74%	0.8224085
	0.01	36	14	72%	0.8141068
	0,05	36	14	72%	0.8099041
	0,001	36	13	72%	0.8077577

Pada Tabel 4 dijelaskan dengan kombinasi parameter pengujian dengan data validation. Pada tabel diatas juga didapatkan persentase tertinggi yaitu 74% dengan waktu tersingkat yaitu 0.0888004 pada **epoch 50** dan **learning rate 0,001** sehingga menjadi acuan pemodelan LVQ dan parameter tersebut akan melakukan proses training dan menghasilkan bobot akhir yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot Akhir Kelas Normal dan Diabetic

	Mean (μ)	Variance (σ ²)	S. Deviation (σ)	Skewness (α ³)	Kurtosis (α ⁴)
Normal	17,4397	4139,146	64,17573	3,45511	13,0594
Diabetic	5,81135	1444,286	37,48816	6,69658	47,3981

Hasil dari pelatihan pada Tabel 5 bisa disebut dengan model.

Proses Testing

Data testing merupakan data yang dipakai dengan tujuan untuk menguji performa algoritma yang telah dilatih dengan hyperparameter. Model yang sudah didapatkan adalah **epoch 50** dan **learning rate 0,001** dimana model jaringan tersebut telah diuji dan divalidasi dengan beberapa data validasi dan kombinasi parameter pendukung suatu jaringan. Pada tahap ini akan melakukan pengujian menggunakan data testing sebanyak 50 data citra retina dengan keterangan 25 data citra retina normal dan

25 data citra retina diabetic. Pengujian dengan data testing terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Algoritma dengan Data testing

No	Actual Output	Desire Output	True / False
1	Normal	Normal	True
2	Normal	Diabetic	False
3	Normal	Normal	True
4	Normal	Normal	True
...
47	Diabetic	Normal	False
48	Diabetic	Diabetic	True
49	Diabetic	Diabetic	True
50	Diabetic	Diabetic	True

Berdasarkan pengujian model diatas dalam mengidentifikasi retina dengan 50 data diperoleh 82% dengan rincian 41 citra berhasil mengidentifikasi dengan tepat dan 9 citra masih keliru dalam mengenali target.

Confusion Matrix Table

Untuk hasil perhitungan identifikasi menggunakan Confusion Matrix terdapat pada Tabel 7.

Confusion Matrix Table		True Values	
		True	False
Prediction	True	TP 20	FP 4
	False	FN 5	TN 21

Pada Tabel 7 dijelaskan bahwasanya jumlah retina normal yang dikenali normal sebanyak 20 dan retina diabetic yang dikenal diabetic sebanyak 21 citra.

1. Accuracy

Berdasarkan persamaan (8) didapatkan nilai accuracy:

$$Accuracy = \frac{20+21}{50} = 82\%$$

2. Sensitivity

Berdasarkan persamaan (9) didapatkan nilai sensitivity:

$$Sensitivity = \frac{20}{20+5} = 80\%$$

3. Precision

Berdasarkan persamaan (10) didapatkan nilai precision:

$$Precision = \frac{20}{20+4} = 83,33\%$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengujian menggunakan data validation diatas epoch 250 cenderung sudah stagnan atau konsisten dengan tidak adanya perubahan akurasi yang signifikan. Hyperparameter yang dihasilkan yaitu epoch 50 dan learning rate 0,001 yang kemudian dilakukan pelatihan hingga menghasilkan bobot akhir. Dari bobot tersebut kemudian menjadi acuan dalam mencari nilai euclidean pada proses pengujian dengan menggunakan data testing dan menghasilkan accuracy 82% sensitivity 80% dan precision 83,33%.

REFERENCES

- [1] R. Lee, T. Y. Wong, and C. Sabanayagam, "Epidemiology of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and related vision loss," *Eye and Vis*, vol. 2, no. 1, p. 17, Dec. 2015, doi: 10.1186/s40662-015-0026-2.
- [2] M. F. Pasha, M. D. Sikder, A. Rana, M. Silvi, R. Purba, and R. Budiarto, "Experimenting Diabetic Retinopathy Classification Using Retinal Images," *Journal of Computing and Applied Informatics (JoCAI)* vol. 5, no. 1, p. 11, 2021.
- [3] H. Takahashi, H. Tampo, Y. Arai, Y. Inoue, and H. Kawashima, "Applying artificial intelligence to disease staging: Deep learning for improved staging of diabetic retinopathy," *PLoS ONE*, vol. 12, no. 6, p. e0179790, Jun. 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0179790.
- [4] N. K. Ningrum, D. Kurniawan, and N. Hendiyanto, "PENERAPAN EKSTRAKSI CIRI ORDE SATU UNTUK KLASIFIKASI TEKSTUR MOTIF BATIK PESISIR DENGAN ALGORITMA BACKPROPAGASI," *Simet*, vol. 8, no. 2, p. 639, Nov. 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1556.
- [5] Permadi Y, Murinto M. "Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik". *Jurnal Informatika Ahmad Dahlan*. 2015;9(1):103733.
- [6] S. B. Amsalu, A. Homaifar, F. Afghah, S. Ramyar and A. Kurt, "Driver behavior modeling near intersections using support vector machines based on statistical feature extraction," 2015 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2015, pp. 1270-1275, doi: 10.1109/IVS.2015.7225857.
- [7] C. Sri Kusuma Aditya, M. Hani'ah, R. R. Bintana and N. Suciati, "Batik classification using neural network with gray level co-occurrence matrix and statistical color feature extraction" 2015 International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ICTS), 2015, pp. 163-168, doi: 10.1109/ICTS.2015.7379892.
- [8] J. T. Hardinata, M. Zarlis, E. B. Nababan, D. Hartama, and R. W. Sembiring, "Modification Of Learning Rate With Lvg Model Improvement In Learning Backpropagation," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 930, p. 012025, Dec. 2017, doi: 10.1088/1742-6596/930/1/012025.
- [9] Kohonen T, Hynninen J, Kangas J, Laaksonen J, Torkkola K. LVQ PAK: "The learning vector quantization program package." Technical report; 1996 Jan.
- [10] R. Chandra, S. An-Nissa, and E. M. Zamzami, "Comparative Analysis of Eigenface and Learning Vector Quantization (LVQ) to Face Recognition," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1566, p. 012012, Jun. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1566/1/012012
- [11] X. Deng, Q. Liu, Y. Deng, and S. Mahadevan, "An improved method to construct basic probability assignment based on the confusion matrix for classification problem," *Information Sciences*, vol. 340-341, pp. 250-261, May 2016, doi: 10.1016/j.ins.2016.01.033
- [12] Polyzotis N, Zinkevich M, Roy S, Breck E, Whang S. Data validation for machine learning. *Proceedings of Machine Learning and Systems*. 2019 Apr 15;1:334-47.

NOMENCLATURE

Pengertian dan penjelasan dari indeks setiap symbol.

1. TP: *True Positive* merupakan data bersifat positif (normal) yang dideteksi normal
2. FP: *False Positive* merupakan data bersifat negatif (*diabetic*) namun dideteksi dengan normal
3. FN: *False Negative* merupakan data bersifat positif (normal) namun dideteksi sebagai *diabetic*
4. TN: *True Negative* merupakan data bersifat negatif (*diabetic*) yang dideteksi *diabetic*