

Penerapan *Learning Vector Quantization 3* (LVQ3) untuk Mengidentifikasi Citra Darah *Acute Lymphoblastic Leukemia* (ALL) dan *Acute Myeloid Leukemia* (AML)

Fiqhri Mulianda Putra¹, Fadhilah Syafria²,

¹Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Institut Pertanian Bogor Dramaga, Bogor, 16680

²Teknik Informatika, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas no. 155 KM. 18 Simpang Baru, Pekanbaru 28293
fiqhri_mulianda@apps.ipb.ac.id¹, fadhilah.syafria@uin-suska.ac.id

Abstrak – *Leukemia* merupakan kanker yang terjadi pada sel darah manusia. F satu cara mengenali penyakit *leukemia* dengan menggunakan teknik pengolahan citra dan metode jaringan syaraf tiruan. Penelitian ini membangun sebuah sistem untuk mengidentifikasi citra darah *leukemia* jenis *Acute Lymphoblastic Leukemia* (ALL) dan *Acute Myeloid Leukemia* (AML) dengan konsep pengolahan citra yakni ekstraksi ciri warna *Hue, Saturation, Value* (HSV) dan ekstraksi ciri tekstur *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) serta klasifikasi *Learning Vector Quantization 3* (LVQ3). Data citra pada penelitian terdiri dari 150 data citra *leukemia*. Pengujian identifikasi dilakukan terhadap pembagian data latih dan data uji yang berbeda. Sistem mampu mengenali citra ALL dan AML dengan akurasi tertinggi sebesar 100% pada pembagian data latih 90% dan data uji 10% dengan *learning rate* 0,01; 0,05; 0,09 dan *window* 0,2; 0,4 dan akurasi rendah sebesar 70% pada pembagian data latih 50% dan data uji 50% dengan *learning rate* 0,01; 0,05; 0,09 dan *window* 0,4. Dengan demikian dapat disimpulkan penelitian menggunakan metode HSV dan GLCM serta LVQ3 mampu mengimplementasikan sebuah sistem identifikasi citra darah *leukemia*.

Kata Kunci – *Acute Lymphoblastic Leukemia*, *Acute Myeloid Leukemia*, HSV, GLCM, LVQ3

PENDAHULUAN

Leukemia merupakan kanker yang merusak darah dan sumsum tulang dimana sel-sel sarah dibuat [1]. *Leukemia* ada empat jenis utama yaitu, *Acute Myeloid Leukemia* (AML); *Acute Lymphoblastic Leukemia* (ALL); *Chronic Myeloid Leukemia* (CML); *Chronic Lymphocytic Leukemia* (CLL) [1]. *Leukemia* pada tahap kronis dapat berlanjut pada tahap akut (Retno, 2008). *Leukemia*

menduduki peringkat tertinggi kanker pada anak. Namun, penanganannya di Indonesia masih terbilang lambat. Itulah sebabnya lebih dari 60 persen anak penderita kanker yang ditangani secara medis sudah memasuki stadium lanjut (Yayasan Onkologi Indonesia, 2007) [2].

Pada penelitian yang dilakukan (Retno, 2008) untuk mengenali penyakit kanker sel darah putih (*leukemia*) dewasa ini masih dilakukan proses konvensional yang memakan waktu cukup lama dalam proses pengenalnya [3]. Dalam pemeriksaan sampel darah *Leukemia* tersebut dilakukan dua macam analisis yaitu kualitatif dengan pengamatan morfologi sel-sel darah dan kuantitatif dengan penghitungan jumlah sel-sel darah. Pada umumnya paramedis melakukan analisis tersebut secara manual, hal ini cukup rumit serta tidak efektif dan efisien sebab prosesnya lambat, membutuhkan waktu yang lama, dan sebagian besar akurasi bergantung pada faktor subjektif yang dipengaruhi oleh pengalaman, keahlian, serta faktor kelelahan seseorang [4]. Hal ini mengakibatkan berbeda orang dapat berbeda interpretasi pada sampel darah yang sama, bahkan orang yang sama dapat memberikan interpretasi yang berbeda pada kesempatan yang lain [5]. Seorang ahli pun dapat memiliki keraguan dalam melakukan klasifikasi beberapa limfosit, hal ini disebabkan perbedaan aspek morfologis yang sangat halus antara sel blas dan limfosit normal [6].

Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) umumnya terjadi pada anak-anak sedangkan *Acute Myeloid Leukemia* (AML) umumnya terjadi pada orang dewasa. Akut berarti bahwa sel kanker tumbuh dengan pesat dan dapat berakibat fatal dalam hitungan bulan bahkan minggu jika tidak ditangani karena menyebar dengan cepat ke dalam aliran darah dan organ vital lainnya sedangkan untuk mendiagnosa dibutuhkan waktu yang sangat lama maka penelitian ini difokuskan pada jenis ALL dan AML untuk membantu mengidentifikasi dengan cepat [4].

Selain itu, berbeda orang dapat berbeda interpretasi pada sampel darah yang sama, bahkan

orang yang sama dapat memberikan interpretasi yang berbeda pada kesempatan yang lain [5]. Seorang ahli pun dapat memiliki keraguan dalam melakukan klasifikasi beberapa limfosit, hal ini disebabkan perbedaan aspek morfologis yang sangat halus antara sel blas dan limfosit normal [6].

F satu cara dalam mengidentifikasi atau membantu proses diagnosis awal untuk *Acute Lymphoblastic Leukemia* (ALL) dan *Acute Myeloid Leukemia* (AML) melalui hasil laboratorium adalah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra dan logika karena lebih cepat dan akurat. Teknik pengolahan citra digunakan untuk ekstraksi ciri pada citra darah yang telah diambil dengan menggunakan mikroskop yang kemudian disesuaikan dengan ciri morfologis pada masing-masing klasifikasi ALL dan AML. Citra medis dianggap sebagai F satu tool yang paling penting dan teknik yang banyak digunakan untuk diagnosis klinis dan pengambilan keputusan [8].

Penelitian terkait mengenai identifikasi *Leukemia* diantaranya Pengklasifikasian Penyakit (Burkitt's Lymphoma, Hairy Cell *Leukemia*, Malaria, Sickle Cell Anemia) Menggunakan Analisa Tekstur Statistik Dan JST-LVQ Pada Citra Sel Darah (Hendrik, Yanny dkk, 2008) [7] dengan hasil akurasi 97,2%. Identifikasi Penyakit *Acute Lymphoblastic Leukemia* (ALL) Menggunakan *Fuzzy Rule Based System* Berdasarkan Morfologi Sel Darah Putih (Suryani dkk, 2013) [8] dengan hasil akurasi 73,68%. Identifikasi Penyakit *Acute Myeloid Leukemia* (AML) Menggunakan *Rule Based System* Berdasarkan Morfologi Sel Darah Putih (Suryani dkk, 2014) [9] dengan hasil akurasi 81,67%. Pengenalan Penyakit Darah Menggunakan Teknik Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan dengan fitur warna *Hue Saturation Value* (HSV) (Retno, 2008) [2] dengan hasil akurasi 83,33%.

Penelitian terkait tekstur citra antara lain metode Matrik Kookuransi Aras Keabuan (*Gray Level Co-Occurrence Matrix/GLCM*) (Putu, 2013) [10] dengan hasil akurasi 78,70%. Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan *Gray Level Coocurrence Matrix* (GLCM) (Listia, 2014) [11] dengan hasil akurasi 80,0% untuk empat sudut dan khusus untuk 0 derajat dengan hasil 100%. Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi *K-Nearest Neighbour* Untuk Membangun Aplikasi Pembeda Daging Sapi dan sapi (Budianita dkk, 2013) [12] dengan hasil akurasi tanpa background 93,33% dan dengan background 86,67%.

Penelitian terkait klasifikasi antara lain Pengenalan wajah dengan LVQ (S. Heranurweni, 2010) [13] dengan tingkat akurasi 88,67%. Implementasi Segmentasi Citra Dan Algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) Dalam Pengenalan Bentuk Botol (Andri, 2012) [14]

dengan tingkat akurasi 88,88%. Kemudian penelitian terkait yang menggunakan metode LVQ3 yaitu Penerapan *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk Klasifikasi Status Gizi Anak menggunakan metode perbandingan antara LVQ1 dan LVQ3 (Budianita, 2013) [15] dengan hasil akurasi LVQ1 sebesar 88 % dan LVQ3 sebesar 95,2%. Melihat tingkat akurasi metode LVQ3 lebih tinggi, Oleh karena itu, penulis menggunakan varian dari algoritma LVQ yaitu LVQ3 untuk mengetahui performansi metode tersebut dalam kasus.

Berdasarkan dari permaFan tersebut, pada penelitian ini akan dibangun sebuah aplikasi yang dapat mengidentifikasi sel darah *Leukemia* berdasarkan warna. Adapun metode yang digunakan adalah metode HSV, GLCM dan LVQ3. Metode HSV digunakan untuk pengenalan ciri-ciri warna, GLCM digunakan dalam pengenalan ciri-ciri tekstur, sedangkan LVQ3 digunakan untuk proses klasifikasi. Pemilihan HSV sebagai metode pengenalan ciri warna karena dari beberapa metode pengenalan ciri warna yang ada, metode HSV adalah metode pengenalan ciri warna yang terbaik (Jose M. Chaves-González et al, 2010) [16] serta dari penelitian yang telah ada juga memperoleh hasil yang baik. Sedangkan pemilihan metode GLCM dalam pengenalan tekstur sangat baik karena hasil penelitian sebelumnya hasil akurasi rata-rata 80% keatas (Listia, 2014) [11] dan metode LVQ3 untuk klasifikasi pengenalan pola yang akan diuji memiliki tingkat akurasi.

METODE PENELITIAN

Metodologi Penelitian merupakan sekumpulan uraian analisis teoritis mengenai suatu permaFan yang diselesaikan sesuai urutan atau tahapan yang telah ditentukan agar penyelesaian maF dalam selesai dengan hasil dan tujuan yang diharapkan. Berikut adalah tahapan metodologi penelitian yang dilakukan :

A. Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data-data yang bersifat teoritis maka penulis melakukan pengumpulan data dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku, jurnal, makalah ataupun referensi lain yang berhubungan *Leukemia*, pengolahan citra, metode HSV dan GLCM serta metode klasifikasi *Learning Vector Quantization 3* (LVQ3).

B. Analisa Data

Pengumpulan data merupakan tahapan awal sebuah penelitian dalam mengumpulkan data-data yang dibutuhkan. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari database dengan alamat

<http://hematologyatlas.com/principalpage.htm> dan <http://homes.di.unimi.it/scotti>.

C. Preprocessing

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap data yang dikumpulkan. Tahapan yang akan dianalisa pada *preprocessing* adalah *resize* citra yaitu mengubah ukuran lebar dan tinggi citra. Pengkompresan ukuran gambar citra dari citra asli ke ukuran 300 x 300 piksel bertujuan agar aplikasi yang akan dibuat lebih mudah memproses sebuah data.

D. Ekstraksi Ciri

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai bagaimana proses mendapatkan nilai ekstraksi ciri warna HSV dan nilai ekstraksi ciri tekstur GLCM dari citra darah *leukemia*. Hasil dari ekstraksi ciri warna dan tekstur yang didapat berupa mean H, mean S, mean V, ASM, CON, COR, VAR, IDM dan ENT. Nilai-nilai ekstraksi ini kemudian akan disimpan pada *database* dan akan digunakan untuk proses klasifikasi citra darah *leukemia*.

E. Klasifikasi

Pada tahap ini akan menjelaskan proses klasifikasi citra darah *leukemia* berdasarkan nilai ekstraksi ciri warna HSV dan nilai ekstraksi ciri tekstur GLCM dari sekumpulan data citra latih dan data citra yang akan diuji. Proses klasifikasi citra darah *leukemia* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi LVQ3. Nilai dari hasil ekstraksi ciri yang telah didapatkan akan menjadi inputan pada saat klasifikasi menggunakan LVQ3 yang berfungsi mengklasifikasikan data citra uji ke dalam kelas ALL dan AML.

F. Perancangan

Setelah tahap analisa aplikasi selesai dilakukan, maka dilakukan tahapan perancangan aplikasi. Tahapan perancangan aplikasi yaitu perancangan *database*, perancangan struktur menu, dan perancangan *interface*.

G. Implementasi dan Pengujian

Tahap implementasi adalah tahap dijalankannya data yang telah dianalisa dan dirancang pada aplikasi serta pengujian adalah tahapan untuk mengetahui apakah aplikasi berhasil, berjalan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan awal penelitian.

Pengujian (*testing*) dilakukan untuk mengetahui tingkat kesuksesan aplikasi yang dibangun. Pengujian dibagi menjadi 2 yakni pengujian aplikasi menggunakan *Blackbox* dan pengujian metode menggunakan perbandingan 90:80, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 berdasarkan perhitungan akurasi *Confussion Matrix*.

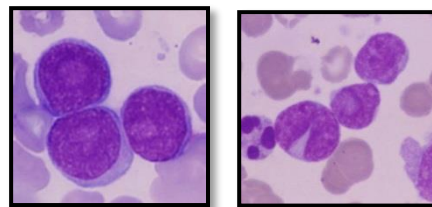
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah beberapa tahapan analisis yang telah dilakukan:

A. Pengumpulan Data

Teknik dalam pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan mengumpulkan terlebih dahulu sampel darah *leukemia* yang telah diperoleh. Adapun proses bagian dalam analisa pengumpulan data adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan data citra terdiri dari dua jenis citra yaitu citra *Acute Lymphoblastic Leukemia* dan *Acute Myeloid Leukemia*.
2. Pengambilan data citra dilakukan dengan melakukan pemotretan objek sampel darah *leukemia* menggunakan Kamera Nikon yang terhubung dengan *microscopik digital* berekstensi jpeg dimana data ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari *database* <http://hematologyatlas.com/principalpage.htm> untuk 50 data AML dan dari Dr. Fabio Scotti, Univera Degli Studi di Milano, Department of Infomation Technologies via Bramante 65, 26013 Crema (CR), Italy dengan alamat situs <http://homes.di.unimi.it/scotti/all/> untuk 50 data ALL.
3. Ukuran gambar citra adalah 300 x 300 piksel. Ukuran citra diperkecil untuk mempercepat perhitungan dalam pemrosesan data dalam tahap implementasi.
4. Jumlah data citra sebanyak 100 buah yang terdiri dari 50 citra ALL dan 50 citra AML. Berikut merupakan citra darah ALL dan AML sebagai berikut:

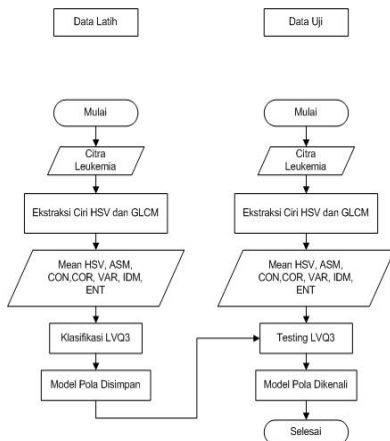


Gambar 1 Citra ALL dan Citra AML

B. Pembagian Data

Dalam proses identifikasi citra *leukemia* menggunakan metode *Learning Vector Quantization 3* (LVQ3), keseluruhan data citra *leukemia* yang terkumpul dibagi kedalam data latih sebanyak 90%; 80%; 70%; 60%; 50% dari keseluruhan data dan data uji dibagi menjadi dua kategori yaitu 10%; 20%; 30%; 40%; 50% data uji dari keseluruhan data.

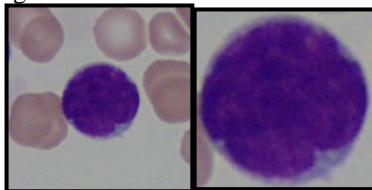
C. Analisa Proses Identifikasi



Gambar 2 Flowchart Proses Identifikasi

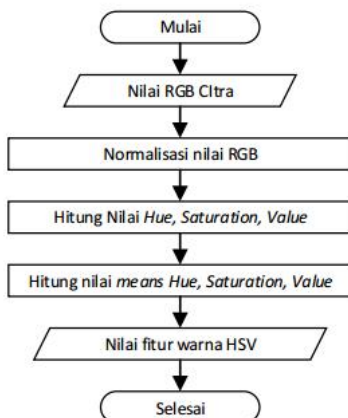
D. Preprocessing

Preprocessing data merupakan tahap perbaikan citra sebelum diproses. Tahapan yang dilakukan yaitu *cropping* untuk menghilangkan background menggunakan tool *Adobe Photoshop* pada citra dan *me-resize* citra darah leukemia menjadi ukuran piksel 300 x 300 piksel untuk mempercepat proses perhitungan. Berikut adalah contoh gambar citra asli dan hasil preprocessing citra sebagai berikut:



Gambar 3 Citra Leukemia Sebelum dan Setelah Preprocessing

E. Ekstraksi Warna HSV



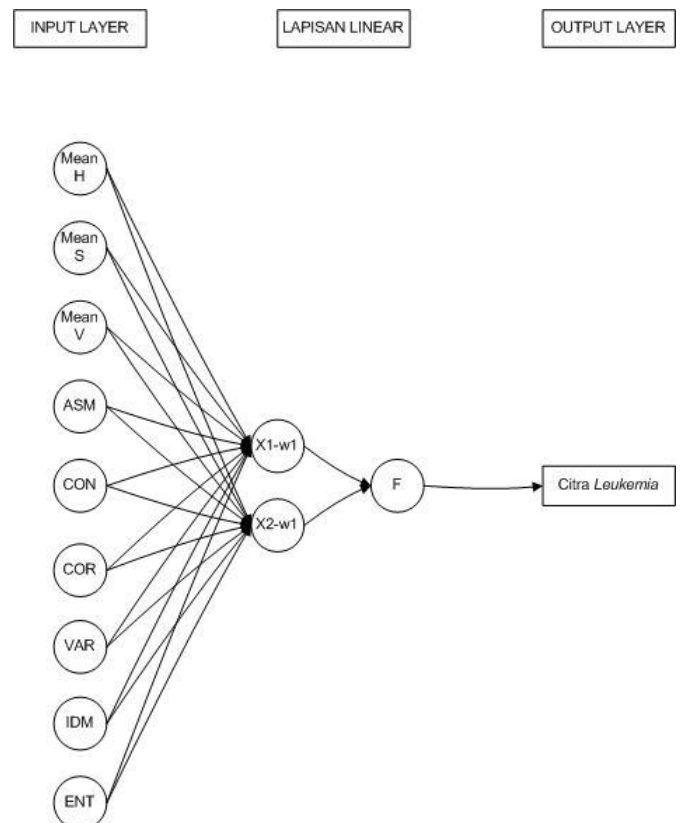
Gambar 4 Flowchart Flowchart Ekstraksi Ciri Warna HSV

F. Ekstraksi Tekstur



Gambar 5 Flowchart Ciri Tekstur GLCM

G. Arsitektur Learning Vector Quantization

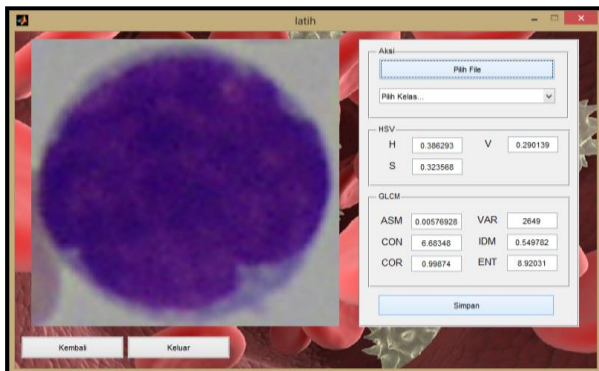


Gambar 6 Arsitektur Learning Vector Quantization

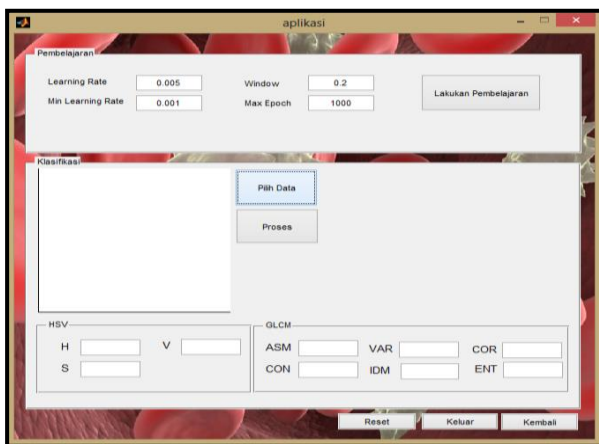
Pada implementasi aplikasi akan dijelaskan menu-menu yang terdapat pada aplikasi dan proses yang dapat dilakukan pada aplikasi identifikasi citra leukemia dengan menerapkan metode *Learning Vector Quantization 3 (LVQ3)*.



Gambar 7 Halaman Utama



Gambar 8 Menu Data Latih



Gambar 9 Menu Pembelajaran



Gambar 10 Menu Pengujuan

Selanjutnya pengujian dilakukan dengan dua acara yaitu :

1. Pengujian Aplikasi (*Black Box*)

Pengujian *blackbox* aplikasi pengidentifikasian *leukemia* berdasarkan warna dan tekstur *leukemia* menggunakan metode *Learning Vector Quantization 3 (LVQ3)* diperoleh hasil Setiap menu dan tombol berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing serta proses sistem sesuai dengan analisa dan perancangan yang diharapkan.

2. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi akan dilakukan dengan menggunakan nilai *learning rate* (α) yang berbeda yakni 0,01; 0,05 dan 0,09, nilai *window* (ϵ) sebesar 0,2 dan 0,4, nilai minimum alpha atau min α sebesar 0,001 serta nilai maksimal epoch sebesar 1000 epoch. Untuk perhitungan tingkat akurasi keberhasilan menggunakan *confusion matrix* dimana T untuk *True* dan F untuk *False*.

Tabel 1 Pengujian (90:10)

N o.	Kode Citra	Kelas	Window ($\epsilon=0,2$)			Window ($\epsilon=0,4$)		
			$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,09$	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,09$
			Hasil Prediksi			Hasil Prediksi		
1	91.JP EG	AL L	T	T	T	T	T	T
2	92.JP EG	AM L	T	T	T	T	T	T
3	93.JP EG	AL L	T	T	T	T	T	T
4	94.JP EG	AM L	T	T	T	T	T	T
5	95.JP EG	AL L	T	T	T	T	T	T
6	96.JP EG	AM L	T	T	T	T	T	T
7	97.JP EG	AL L	T	T	T	T	T	T
8	98.JP EG	AM L	T	T	T	T	T	T
9	99.JP EG	AL L	T	T	T	T	T	T
10	100.JP EG	AM L	T	T	T	T	T	T

Berdasarkan hasil pengujian data citra uji pada Tabel 1 di atas, maka untuk memperoleh nilai *confusion matrix* (CM) sebagai prediksi variasi pengujian citra *leukemia* (90% latih dan 10% uji) dengan menggunakan klasifikasi 2 kelas untuk setiap nilai α (0,01; 0,05; 0,09) dan nilai ϵ (0,2 dan 0,4) yang digunakan.

Tabel 2 CM Citra Leukemia (90:10) (0,01) dan ($\epsilon = 0,2$)

		Aktual	
		ALL	AML
Prediksi	T	5	5
	F	0	0

Berdasarkan *confusion matrix* (CM) pada Tabel 2 di atas, maka nilai akurasi untuk hasil

pengujian berdasarkan variasi pengujian citra *leukemia* (90% latih dan 10% uji) ($\alpha = 0,01$) ($\epsilon = 0,2$) dan berhenti pada *epoch* 22 pada 2 kelas klasifikasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Han & Khambler, 2006) [19].

$$Akurasi = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)}$$

$$Akurasi = \frac{(5+5)}{(5+5+0+0)} * 100\%$$

$$Akurasi = \frac{10}{10} * 100\%$$

$$Akurasi = 100\%$$

Untuk hasil yang lengkap kesimpulan dari setiap pengujian keseluruhan secara *detail* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Kesimpulan Pengujian Akurasi

No.	Variasi Pengujian	$\epsilon=0,2$			$\epsilon=0,4$		
		$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,09$	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,09$
		<i>Epoch</i> 22	<i>Epoch</i> 38	<i>Epoch</i> 44	<i>Epoch</i> 22	<i>Epoch</i> 38	<i>Epoch</i> 44
Nilai Akurasi							
1	90:10	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2	80:20	75%	75%	75%	75%	75%	75%
3	70:30	80%	80%	80%	73%	73%	73%
4	60:40	78%	78%	78%	0%	0%	0%
5	50:50	78%	66%	66%	0%	0%	0%

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada Tabel 3 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi pengujian 90:10, 80:20 untuk setiap nilai α (0,01; 0,05; 0,09) dan nilai ϵ (0,2 dan 0,4) yang digunakan menghasilkan masing-masing nilai akurasi yang sama pada setiap variasi namun nilai akurasi terlihat berbeda pada saat dilakukannya variasi pengujian 70:30, 60:40, 50:50.
2. Semakin kecil *learning rate* dan *window* akan menghasilkan akurasi yang kecil dan sebaliknya.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Sistem identifikasi citra darah *leukemia* berdasarkan warna HSV dan tekstur GLCM menggunakan metode klasifikasi LVQ3 berhasil dibangun.

2. Akurasi tertinggi sebesar 100% terdapat pada pengujian 90% untuk data latih dan 10% untuk data uji dengan *Learning rate*(α) terbaik adalah 0.01 dan *minimal Learning rate* nya adalah 0.001 sedangkan akurasi terendah sebesar 70% terdapat pada pengujian 50% untuk data latih dan 50% untuk data uji dengan *learning rate* (α) terbaik adalah 0.01 dan *minimal learning rate* nya adalah 0.001.
3. Penggunaan parameter *window* yang berbeda mempengaruhi terhadap tingkat akurasi pada setiap variasi pengujian yang dilakukan.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan data primer untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

REFERENSI

- [1] B American Cancer Society. 2004. *Cancer Facts and Figures 2014*. Atlanta : American Cancer Society.
- [2] Ramadhan, Mukhlis. 2011. *Aplikasi Pakar dalam Mengidentifikasi Penyakit Kanker pada Anak Sejak Dini dan Cara Penanggulangannya*. Sumatera Utara : STMIK Triguna Dharma.
- [3] Retno, Arthania P. 2008. *Pengenalan Penyakit Darah Menggunakan Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan*. Skripsi. Jakarta : Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- [4] Korikana, S., 2008, *Robust Segmentation and Feature Extraction for Identification of Malignant White Blood Cells*. Proceedings of the 2008 International Conference on Image Processing, Las Vegas, 14-17 July 2008, Vol.2
- [5] Madhloom, H. T., Kareem, S. A., Ariffin, H., Zaidan, a. a., Alanazi, H. O., dan Zaidan, B. B., 2010, *An Automated White Blood Cell Nucleus Localization and Segmentation Using Image Arithmetic and Automatic Threshold*, *Journal of Applied Sciences*, Vol. 2010, Issue 11, 959-966
- [6] Scotti, F., 2005, *Automatic Morphological Analysis for Acute Leukemia Identification in Peripheral Blood Microscope Images*. IEEE International Conference on Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications, Crema Italy, 20-22 July, 96-101

- [7] Hendrik, Yanny Sumarauw. 2008. *Pengklasifikasian Penyakit (Burkitt's Lymphoma, Hairy Cell Leukemia, Malaria, Sickle Cell Anemia) Menggunakan Analisa Tekstur Statistik Dan Jst - Lvq Pada Citra Sel Darah*. Universitas Telkom.
- [8] Suryani, dkk. 2013. *Identifikasi Penyakit Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) Menggunakan Fuzzy Rule Based System Berdasarkan Morfologi Sel Darah Putih*. Semarang : SEMANTIK 2013.
- [9] Suryani, dkk. 2014. *Identifikasi Penyakit Acute Myeloid Leukemia (AML) Menggunakan 'Rule Based System' Berdasarkan Morfologi Sel Darah Putih Studi Kasus : AML2 dan AML4*. Semarang : SEMANTIK 2014.
- [10] Putu, I Gede Budisanjaya. 2013. *Identifikasi Nitrogen dan Kalium pada Daun Tanaman Sawi Hijau Menggunakan Matriks Co-Occurence, Moments Jaringan Saraf Tiruan*. Universitas Udayana. Denpasar.
- [11] Listia, Refta dan Agus Harjoko. 2014. *Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan Gray Level Cooccurence Matrix (GLCM)*. IJCCS, Vol.8, No.1, January 2014, pp. 59-68, ISSN:1978-1520. Yogyakarta : Ilmu Komputer FMIPA UGM.
- [12] Budianita, Elvia. Jasril dan Lestari Handayani. 2015. *Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K-Nearest Neighbour Untuk Membangun Aplikasi Pembeda Leukemia Sapi dan Babi*. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol. 12, No. 2, pp.242-247.
- [13] S. Heranurweni. 2010. *Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ)*. Universitas Semarang.
- [14] Andri. 2012. *Implementasi Segmentasi Citra dan Algoritma Learning Vector Quantization (LVQ) dalam Pengenalan Bentuk Botol*. STMIK Mikroskil Medan. ISSN. 1412-0100. VOL 13, No. 2.
- [15] Budianita, Elvia dan Widodo Prijodiprodjo. 2013. *Penerapan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Status Gizi Anak*, Tesis, Jurusan Ilmu Komputer Universitas Gajah Mada.
- [16] Jose M dkk. 2010. *Detecting skin in face recognition systems: A colour spaces study*. Digital Signal Processing 20: p.806-823.
- [17] Rakhmawati, Rizka Puji. 2013. *Aplikasi Deteksi Bunga Menggunakan Nilai HSV dari Citra Mahkota Bunga*. Semarang : Universitas STIKBANK.
- [18] Haralick, M. R. Shanmugam, K dan Distein, I. 1973. *Textural Feature For Image Classification*. IEEE.Vol.3, No.6.
- [19] Jiawei Han and Micheline Kamber, *Data Mining: Concepts and Techniques Third Edition*, Elsevier, 2012.