

Penggunaan Fitur HOG Dan HSV Untuk Klasifikasi Citra Sel Darah Putih

Rial Prasthio*¹, Yohannes², Siska Devella³

^{1,2,3}Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Rekayasa, Universitas Multi Data Palembang
e-mail: *¹rialprasthio22@gmail.com, ²yohannesmasterous@mdp.ac.id,
³siskadevella@mdp.ac.id

Abstrak

Sel darah putih (leukosit) merupakan sel pembentuk komponen darah yang diproduksi oleh sumsum tulang dan disebarkan ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Sel darah putih merupakan bagian penting dari sistem kekebalan tubuh yang berfungsi untuk menghasilkan antibodi yang dapat membantu tubuh manusia dalam melawan berbagai penyakit. Sel darah putih dibagi menjadi 5 jenis, yaitu neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil. Analisis sel darah putih masih dilakukan secara manual yang memakan waktu yang lama dan memiliki tingkat ketelitian dan keakuratan yang rendah. Solusi yang dapat dilakukan salah satunya menggunakan machine learning yaitu SVM (support vector machine) dengan menggunakan fitur HOG dan HSV. Penelitian ini menggunakan dataset hasil mikroskop sel darah putih dari Kaggle yang bersifat public. Jumlah dataset yang digunakan dalam penelitian berjumlah 12.392 gambar dari 4 jenis sel darah putih (Eosinophil, Lymphocyte, Monocyte, dan Neutrophil). Pada perhitungan confusion matrix hasil tertinggi didapatkan oleh Neutrophil dengan accuracy sebesar 88,55%, precision sebesar 100%, dan recall sebesar 54,19%.

Kata kunci—Sel Darah Putih, HOG, HSV, SVM

Abstract

White blood cells (leukocytes) are cells that make up blood components produced by the bone marrow and distributed throughout the body through the bloodstream. White blood cells are an important part of the immune system that functions to produce antibodies that can help the human body fight various diseases. White blood cells are divided into 5 types, namely neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils, and basophils. White blood cells analysis is still done manually which takes a long time and has a low level of precision and accuracy. One of the solutions that can be done is using machine learning such as support vector machine (SVM) with HOG and HSV features. This study used a public white blood cell microscope dataset from Kaggle. The number of datasets used in this study amounted to 12,392 images of 4 types of white blood cells (Eosinophils, Lymphocytes, Monocytes, and Neutrophils). In the calculation of the confusion matrix, the highest results were obtained by Neutrophil with an accuracy of 88.55%, a precision of 100%, and a recall of 54.19%.

Keywords— White Blood Cells, HOG, HSV, SVM

1. PENDAHULUAN

Leukosit merupakan sel darah putih yang diproduksi oleh jaringan hemopoetik untuk jenis bergranula (polimorfonuklear) dan jaringan limpatik untuk jenis tak bergranula (mononuclear), berfungsi dalam sistem pertahanan tubuh terhadap infeksi [1]. Leukosit paling sedikit dalam tubuh jumlahnya sekitar $4.000-11.000/\text{mm}^3$. Fungsi leukosit untuk melindungi tubuh dari infeksi membuat jumlah leukosit tersebut berubah-ubah dari waktu ke waktu, sesuai dengan jumlah benda asing yang dihadapi dalam batas-batas yang masih dapat ditoleransi tubuh tanpa menimbulkan gangguan fungsi [2]. Meskipun leukosit merupakan sel darah, tapi fungsi leukosit lebih banyak dilakukan di dalam jaringan. Leukosit hanya bersifat sementara mengikuti aliran darah ke seluruh tubuh. Apabila terjadi peradangan pada jaringan tubuh leukosit akan pindah menuju jaringan yang mengalami radang dengan cara menembus dinding kapiler [3].

Sel darah putih adalah salah satu komponen dalam darah yang dapat membantu tubuh melawan berbagai penyakit. Jenis dari sel darah putih digolongkan menjadi 5 tipe, antara lain *neutrophil*, *limfosit*, *monosit*, *eusinofil*, dan *basophil* [4]. Semua tipe dari sel darah putih tersebut memiliki ciri yaitu warna dan bentuk yang berbeda. *Neutrophil* memiliki ciri dengan warna merah kebiruan dengan tiga inti sel berbentuk inti yang beragam, lalu *limfosit* memiliki ciri dengan warna biru pucat berbentuk kaku karena tidak dapat bergerak bebas, lalu *monosit* memiliki ciri dengan warna biru berbentuk panjang, kemudian *eusinofil* memiliki ciri dengan warna merah berbentuk bintik, dan *basophil* memiliki ciri dengan warna biru berbentuk bintik [5].

Untuk mengetahui kandungan sel darah putih masih dilakukan secara manual dengan melalui serangkaian uji laboratorium yang dapat memakan waktu yang lama. Dengan pengujian manual melalui uji laboratorium dengan menggunakan preparat darah yang sudah dilakukan pewarnaan terlebih dahulu sehingga pada mikroskop akan terlihat jelas dan kontras antara sel darah merah dan sel darah putih, tentunya dapat menyebabkan kurangnya akurasi yang dilakukan oleh dokter karena bergantung pada kondisi fisik, pengetahuan, ketelitian, konsentrasi, dan kondisi tersebut dapat mempengaruhi dokter dalam mendiagnosa penyakit karena adanya kemungkinan perbedaan analisis antara dokter yang satu dan lainnya. Selain itu, jumlah dan jenis kelainan darah juga merupakan faktor dalam dalam menentukan akurasi dari proses analisis [6].

Dengan permasalahan manual dalam melakukan analisis tipe dari sel darah putih, maka perlu adanya klasifikasi tipe sel darah putih menggunakan metode deteksi otomatis. Penelitian [7] meneliti klasifikasi sel darah putih secara otomatis yang dilakukan dengan pengenalan dan klasifikasi jenis sel darah putih dengan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk klasifikasi dan menggunakan metode *Histogram Oriented Gradient* (HOG) untuk ekstraksi fitur citra yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 72.26% dari deteksi sel darah putih di dalam citra mikroskop. Penelitian [8] melakukan penelitian untuk klasifikasi sel darah putih dengan perbandingan *Distance Metric* dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbour*. Terdapat 3 *distance metric*, yaitu *euclidean distance*, *minkowski distance*, dan *chebyshev's distance*. Dari penelitian dengan membandingkan 3 *distance metric*, *K-Nearest Neighbour* menghasilkan bahwa *euclidean distance* dan *minkowski distance* memiliki hasil yang sama dan lebih baik. Penelitian [9] melakukan penelitian untuk menganalisis bentuk sel darah putih dengan menggunakan metode *Radial Basis Function* (RBF). Penelitian menghasilkan sistem komputer sebagai alat bantu yang dapat memudahkan pengguna untuk mengetahui bentuk sel darah putih dengan menerapkan metode RBF. Penelitian [10] melakukan klasifikasi sel darah putih berdasarkan ciri warna dan bentuk dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Pada proses penelitian digunakan data untuk diketahui ciri warna dan bentuknya sebanyak 100 citra. Penelitian menghasilkan akurasi sebesar 78% dan pengujian klasifikasi sebesar 64%. Penelitian [11] melakukan klasifikasi sel darah putih muda menggunakan algoritmas *Decision Tree* yang

menghasilkan nilai tertinggi rata-rata tingkat akurasi sebesar 82,6%. Penelitian [12] membahas klasifikasi sel darah putih menggunakan SVM dengan variasi parameter pada Kernel Linear dan RBF dengan hasil yakni pada kernel linear mampu menghasilkan akurasi 92,45% sedangkan pada kernel RBF mampu menghasilkan akurasi 94,34%.

Adapun penelitian yang membahas tentang ekstraksi ciri sel darah putih menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix*. Penelitian [13] tentang klasifikasi sel darah putih dengan membandingkan metode C-NN yang membandingkan antara performansi proses klasifikasi menggunakan CPU dan GPU. Tidak hanya itu, klasifikasi sel darah putih juga sudah dilakukan dengan pemanfaatan *Scale Invariant Feature Transform* [14] dan SURF [15] berbasis *saliency*. HOG juga telah digunakan sebagai ekstraksi fitur namun dalam kasus klasifikasi citra jenis buah dan sayuran [16]. Selain itu, penggunaan HOG dan HSV juga sudah dilakukan dan mampu melakukan klasifikasi citra objek namun untuk citra ikan laut [17]. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penggunaan Fitur HOG dan HSV untuk klasifikasi citra sel darah putih dengan metode SVM.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, penelitian dimulai dengan mengumpulkan informasi dan data terkait dengan klasifikasi sel darah putih.

2.2. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada metode klasifikasi SVM serta ekstraksi fitur HOG dan HSV untuk klasifikasi citra sel darah putih.

2.3. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan jurnal terkait dengan klasifikasi sel darah putih, klasifikasi menggunakan metode SVM, pengolahan citra dengan fitur HSV, dan ekstraksi ciri citra menggunakan fitur HOG.

1. Sel Darah Putih

Leukosit merupakan sel darah putih yang diproduksi oleh jaringan hemopoetik untuk jenis bergranula (polimorfonuklear) dan jaringan limpatik untuk jenis tak bergranula (mononuclear) [1]. Leukosit memiliki fungsi untuk melindungi tubuh dari infeksi, maka dari itu jumlah leukosit berubah-ubah dari waktu ke waktu yang disesuaikan dengan jumlah benda asing yang dihadapi dalam batas-batas yang masih dapat ditoleransi tubuh tanpa menimbulkan gangguan fungsi [2]. Apabila terjadi peradangan pada jaringan tubuh leukosit akan pindah menuju jaringan yang mengalami radang dengan cara menembus dinding kapiler [3]. Ada 5 jenis tipe leukosit yaitu *basofil*, *eosinofil*, *neutrofil*, *limfosit* dan *monosit* [4].

a. Eosinofil

Eosinofil dalam tubuh yaitu sekitar 1-6% dengan ukuran 16 μm . Fungsinya sebagai fagositosis dan menghasilkan antibodi terhadap antigen yang dikeluarkan oleh parasit. Masa hidup eosinofil lebih lama dari neutrofil yaitu sekitar 8-12 jam [3]. Eosinofil hampir sama dengan neutrofil tapi pada eosinophil terdapat granula sitoplasma yang lebih kasar dan berwarna merah orange. Warna kemerahan disebabkan adanya senyawa protein kation (yang bersifat basa) mengikat zat warna golongan anilin asam seperti eosin, yang terdapat pada pewarnaan giemsa. Granulanya sama besar dan teratur seperti gelembung dan jarang ditemukan lebih dari 3 lobus inti [18]. Jumlah eosinofil akan meningkat ketika ditemukan penyakit

alergi, penyakit parasitik, penyakit kulit, kanker, flebitis, tromboflebitis, leukemia mielositik kronik (CML), emfisema dan penyakit ginjal. Sedangkan pada orang yang mengalami stres, pemberian steroid per oral atau injeksi, luka bakar, syok dan hiperfungsiadrenokortikal akan ditemukan jumlah eosinofil yang menurun [17].

b. *Limfosit*

Limfosit adalah jenis leukosit kedua paling banyak setelah neutrofil (20- 40% dari total leukosit). Jumlah limfosit pada anak-anak relatif lebih banyak dibandingkan jumlah orang dewasa, dan jika terjadi infeksi virus maka jumlah limfosit akan meningkat. Berdasarkan fungsinya limfosit dibagi atas limfosit B dan limfosit T. Limfosit B matang pada sumsum tulang sedangkan limfosit T matang dalam timus. Keduanya tidak dapat dibedakan dalam pewarnaan Giemsa karena memiliki morfologi yang sama dengan bentuk bulat dengan ukuran 12 μm . Sitoplasma sedikit karena semua bagian sel hampir ditutupi nukleus padat dan tidak bergranula. Limfosit B berasal dari sel stem di dalam sumsum tulang dan tumbuh menjadi sel plasma, yang menghasilkan antibodi. Limfosit T terbentuk jika sel stem dari sumsum tulang pindah ke kelenjar thymus yang akan mengalami pembelahan dan pematangan. Di dalam kelenjar thymus, limfosit T belajar membedakan mana benda asing dan mana bukan benda asing. Limfosit T dewasa meninggalkan kelenjar thymus dan masuk ke dalam pembuluh getah bening dan berfungsi sebagai bagian dari sistem pengawasan kekebalan [19].

c. *Monosit*

Jumlah monosit sekitar 3-8% dari total jumlah leukosit. Monosit terdapat dalam darah, jaringan ikat dan rongga tubuh. Monosit memiliki dua fungsi yaitu sebagai fagosit mikroorganisme (khususnya jamur dan bakteri) serta berperan dalam reaksi imun. Monosit tergolong fagositik mononuclear (system retikuloendotel) dan mempunyai tempat-tempat reseptor pada permukaan membrannya [3].

d. *Neutrofil*

Neutrofil memiliki granula yang berbentuk butiran halus tipis dengan sifat netral sehingga terjadi percampuran warna asam (eosin) dan warna basa (metilen biru), sedang pada granula menghasilkan warna ungu atau merah muda yang samar [19]. Neutrofil adalah jenis sel leukosit yang paling banyak yaitu sekitar 50-70% dan memiliki ukuran sekitar 14 μm . Terdapat 2 macam netrofil yaitu neutrofil batang (stab) dan neutrofil segmen (polimorfonuklear) [3]. Perbedaan dari kedua netrofil yaitu neutrofil batang merupakan bentuk muda dari neutrofil segmen sering disebut sebagai neutrofil tapal kuda karena mempunyai inti berbentuk seperti tapal kuda. Seiring dengan proses pematangan, bentuk intinya akan bersegmen dan akan menjadi neutrofil segmen. Sel neutrofil mempunyai sitoplasma luas berwarna pink pucat dan granula halus berwarna ungu [20].

2. *Histograms of Oriented Gradients*

Histogram Of Oriented Gradients ini digunakan untuk mengekstraksi fitur pada obyek gambar dengan menggunakan obyek manusia. Berdasarkan langkahnya, proses awal pada metode HOG adalah mengkonversi citra RGB (*Red, Green, Blue*) menjadi *grayscale*, yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai gradien setiap piksel [21]. Setelah mendapatkan nilai gradien, maka proses selanjutnya yaitu menentukan jumlah bin orientasi yang akan digunakan dalam pembuatan histogram [22].

3. *Ruang Warna HSV*

Ruang warna HSV adalah sistem koordinat yang dirancang dari RGB bentuk kubus. HSV secara geometris dirancang dalam bentuk heksagonal (*hexcone*). Istilah *hexcone* yang dipakai oleh Smith dalam makalah aslinya. Sumbu vertikal pusat (sumbu abu-abu) dari *hexcone* sesuai dengan diagonal utama kubus warna berisi warna akromatik (abu-abu). Nilai value (V) bervariasi sepanjang sumbu abu-abu mulai dari hitam (minimal) untuk putih (maksimal).

4. *Support Vector Machine (SVM)*

SVM menggunakan 2 pendekatan dalam melakukan proses klasifikasi data, meminimalisasi *error* pada *data training* dan meminimalisasi resiko *error* dengan cara menggunakan *hyperplane* dengan *margin* terbesar pada *data training* dalam melakukan klasifikasi data pada dimensi ruang yang lebih tinggi [23]. *Support vector machine* awalnya digunakan untuk mengklasifikasi data antar dua kelas dengan konsep yang secara matematis. SVM kemudian dikembangkan untuk klasifikasi multi kelas dengan sejumlah skema. SVM sendiri terdiri dari beberapa jenis diantaranya yaitu *Binary Class SVM* (klasifikasi dua kelas), *Multi Class SVM* (klasifikasi lebih dari dua kelas), dan *Fuzzy SVM*. *Multi Class SVM* merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan data ke dalam lebih dari dua kelas. *Multi Class SVM* diimplementasikan dengan menggabungkan beberapa *Binary Class SVM* [24]. *Multi-Class Classification* digunakan jika terdapat lebih dari 2 kelas yang harus diklasifikasikan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan pengklasifikasi biner untuk memisahkan setiap pasangan kelas dan kemudian menerapkan beberapa heuristic untuk meprediksi kelas untuk setiap sampel [25]. Salah satu metode *Multi-Class Classification* adalah *One-Against-One*. Metode ini akan dibangun sejumlah metode biner SVM yang membandingkan satu kelas dengan kelas lainnya dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\frac{k(k-1)}{2} \tag{1}$$

Dimana k diklasifikasi ke dalam kelas. Jika terdapat 3 kelas maka $\frac{3(3-1)}{2} = 3$ buah SVM biner. Jadi SVM akan dilatih untuk memisahkan kelas 1-2, 2-3, dan 1-3. Metode ini juga memungkinkan terbentuknya area yang tidak dapat diklasifikasikan [24].

5. *Confusion Matrix*

Confusion Matrix memberikan informasi mengenai perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem (model) dengan hasil klasifikasi sebenarnya dengan membentuk table matrix yang menggambarkan kinerja model klasifikasi pada serangkaian data uji yang nilai sebenarnya diketahui [26]. Contoh tabel *Confusion Matrix* pada salah satu jenis sel darah putih *Eosinophil* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Confusion Matrix

		Actual Class	
		<i>Eosinophil</i>	Non- <i>Eosinophil</i>
Predicted Class	<i>Eosinophil</i>	True Positive	False Positive
	Non- <i>Eosinophil</i>	False Negative	True Negative

Keterangan:

TP : Jumlah data positif citra jenis sel darah putih yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.

FP : Jumlah data positif citra jenis sel darah putih yang terklasifikasi salah oleh sistem.

TN : Jumlah data negatif citra jenis sel darah putih yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.

FN : Jumlah data negatif citra jenis sel darah putih yang terklasifikasi salah oleh sistem.

a. *Accuracy*

Accuracy merupakan rasio prediksi benar (positif dan negative) dengan keseluruhan data atau tingkat kedekatan nilai prediksi dengan nilai sebenarnya [27]. *Accuracy* dapat diperoleh dari Persamaan (2).

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2)$$

b. *Precision*

Precision merupakan tingkat rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif. Semua data yang diprediksi dengan benar, seberapa banyak data yang positif sebenarnya [27]. *Precision* dapat diperoleh dengan Persamaan (3).

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

c. *Recall*

Recall merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif [27]. *Recall* dapat diperoleh dengan Persamaan (4).

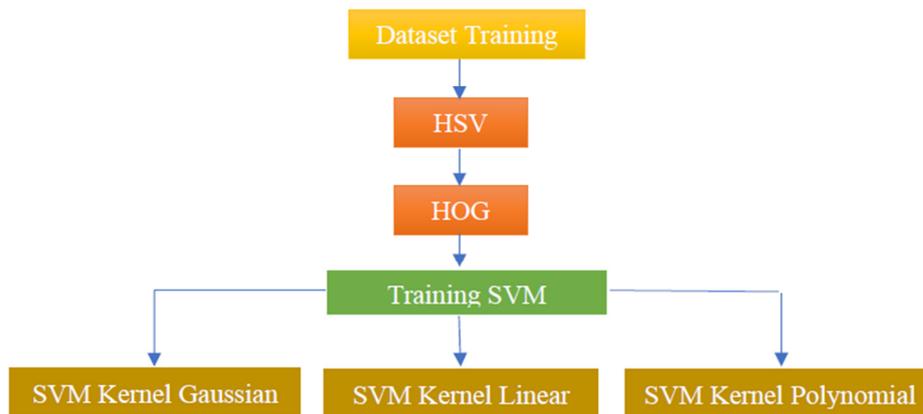
$$Recall = \frac{TP}{FN+TP} \quad (4)$$

3. Pengumpulan Data

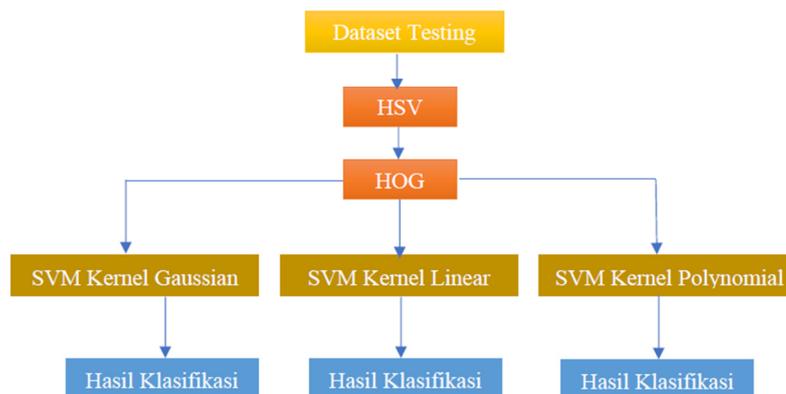
Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data berupa mengumpulkan dataset yang diambil dari <https://www.kaggle.com/paultimothymooney/blood-cells> dengan nama datasetnya adalah *Blood Cell Image* [28]. Data ini berupa file dengan format *.JPEG dan memiliki resolusi 320x240 *pixel*. Jenis datasetnya terbagi menjadi 2 yaitu dataset training dan dataset testing yang masing-masing memiliki 4 tipe yaitu *Eosinophil*, *Lymphocyte*, *Monocyte*, dan *Neutrophil*. Jumlah dari dataset training untuk masing-masing tipe adalah 2478 gambar, sedangkan jumlah dari dataset testing untuk masing-masing tipe adalah 620 gambar.

4. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dimulai dengan citra pada dataset diproses terlebih dahulu di citra sel. Sebelum menentukan jenis harus perlu mengetahui *region* dahulu, *region* sel darah putih memiliki warna yang berbeda dibandingkan dengan area sekitarnya sehingga menggunakan teknik pemisahan menggunakan ruang warna, lalu akan dicoba menggunakan transformasi HSV. Kemudian setelah mendapatkan *region* yang tepat, barulah kita ambil fitur bentuknya menggunakan ekstraksi fitur HOG. Hasil dari ekstraksi fitur digunakan untuk melakukan training menggunakan metode SVM dengan kernel Function Gaussian, Linear, dan Polynomial untuk mendapatkan model SVM untuk masing-masing kernel. Model dari hasil training kemudian digunakan untuk memprediksi hasil dari klasifikasi data *testing*.



Gambar 1. Perancangan *Training*



Gambar 2. Perancangan *Testing*

5. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan proses pengujian dengan menggunakan model hasil dari *training* menggunakan kernel dengan parameter Gaussian, Linear, dan Polynomial untuk melihat dan memastikan hasil sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian ini menggunakan data berjumlah 620 untuk setiap gambar *Eosinophil*, *Lymphocyte*, *Monocyte*, dan *Neutrophil* sebagai dataset *testing*.

6. Penulisan Laporan

Penulisan laporan dilanjutkan setelah proses pengujian telah dilakukan dari hasil penelitian yang dilakukan. Penulisan laporan diawali dengan pendahuluan yang berkaitan dengan rumusan masalah, tujuan, dan manfaat dari penelitian, landasan teori yang mendukung penelitian, metode yang digunakan selama penelitian, hasil penelitian, pembahasan penelitian menggunakan SVM untuk klasifikasi jenis sel darah putih dengan fitur HOG dan HSV. Penulisan laporan diakhiri dengan memberikan kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian berikutnya.

7. Skenario Pengujian

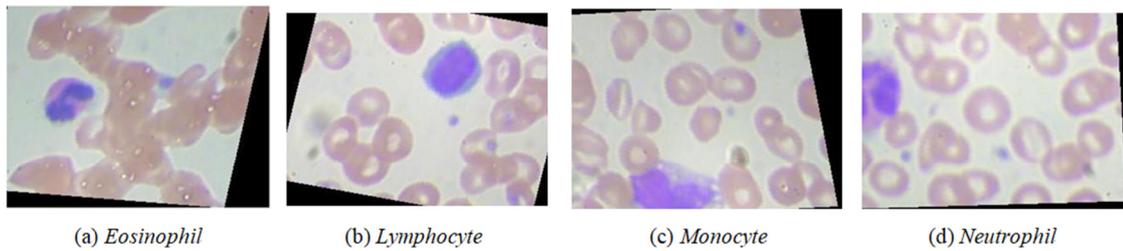
Skenario pengujian pada penelitian ini terdiri dari membandingkan jenis Kernel SVM yang terdiri dari Linear, Gaussian, dan Polynomial. Terdapat 10.532 *dataset* dalam bentuk format *JPEG yang dibagi menjadi data untuk *training* sebanyak 9912, dan data untuk *testing* sebanyak 620.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

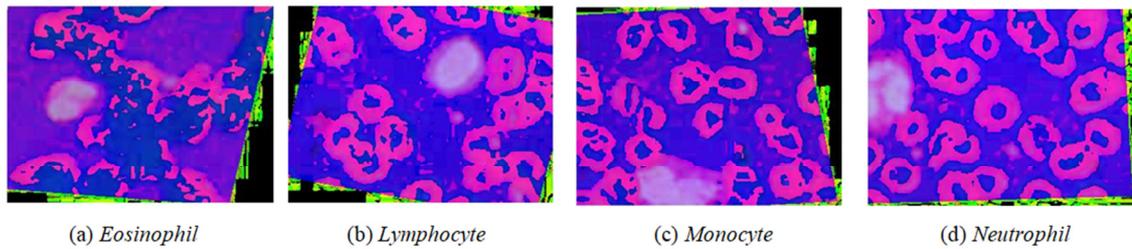
Tahap ini merupakan implementasi dari rancangan pada penelitian untuk mendapatkan hasil yang dibutuhkan dalam penelitian seperti penggunaan fitur HOG dan HSV dengan metode SVM.

A. Implementasi Hasil Fitur HSV

Pada tahap ini membahas tentang hasil klasifikasi sel darah putih (*leukosit*) dengan menggunakan fitur HSV. Data *training* yang digunakan berjumlah 9957 gambar dengan masing-masing jenis sel darah putih berjumlah 2478 gambar dan data *testing* yang digunakan berjumlah 2480 gambar dengan masing-masing jenis sel darah.



Gambar 3. Citra Asli Sel Darah Putih



Gambar 4. Citra Sel Darah Putih Hasil Fitur HSV

B. Implementasi Hasil Fitur HOG

Pada tahap HOG dilakukan pada citra data latih dan citra data uji dimana citra tersebut merupakan citra *grayscale* yang berukuran 320x240 pixel yang didapatkan dari nilai *lx* dan nilai *ly* menggunakan konvolusi matrix. Pengujian dilakukan dengan menggunakan fitur HOG dan mendapatkan hasil yang terdapat pada Gambar 5.

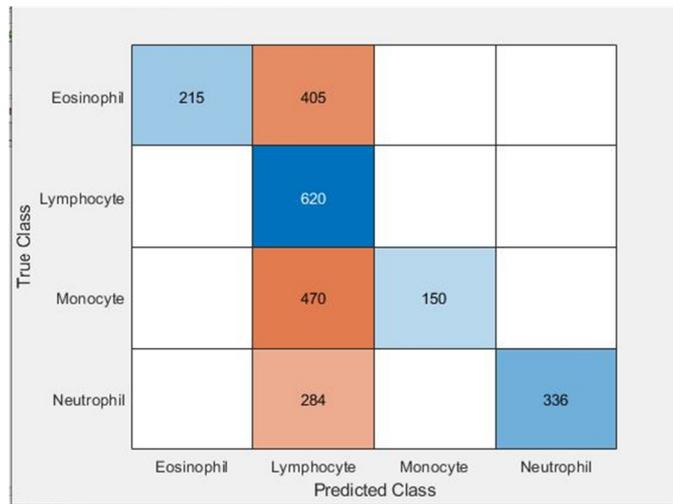
hog_eosinophil_test												
620x40716 single												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.1053	0.0210	0.0318	0.0203	0.1837	0.1367	0.2781	0.2781	0.1675	0.2781	0.2781	0.2473
3	0.3352	0.0106	0.0042	0	0.0144	1.0869e-05	0.0246	0.0107	0.3352	0.3352	0.0511	0.0404
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.1932	0.1311	0.2153	0.0617	0.3521	0.1967	0.3521	0.2188	0.2085	0.0336	0.0327	0.0779
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 5. Hasil Ekstraksi Fitur HOG

C. Hasil Pengujian SVM

Pada pengujian klasifikasi SVM menggunakan data 2480 pada tiap kelas jenis sel darah putih dengan jumlah data *training* sebanyak 9912 gambar dan data *testing* sebanyak 2480 gambar. Metode SVM melakukan pengujian dengan menggunakan parameter kernel function yang terdiri dari kernel *Gaussian*, kernel *Linear*, dan kernel *Polynomial* untuk mendapatkan

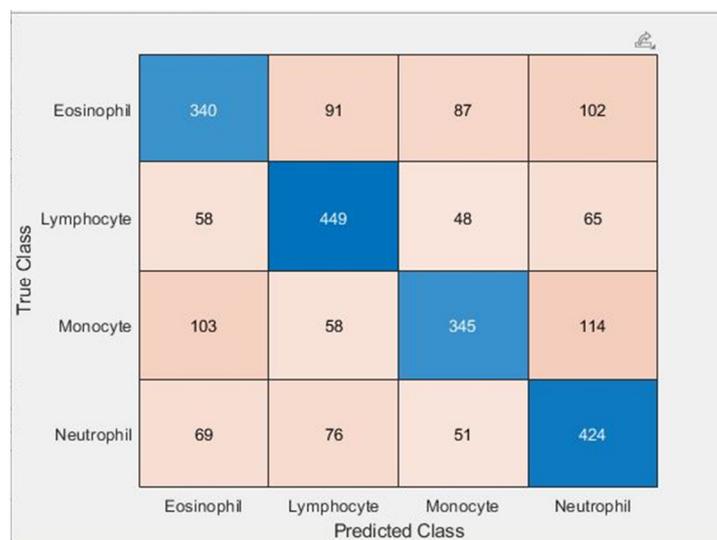
hasilklasifikasi masing-masing dari jenis sel darah putih. Hasil *confusion matrix* pada kernel *Gaussian* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil *Confuasion Matrix* Kernel *Gaussian*

Tabel 2. Perbandingan Hasil Antar Jenis *Leukosit* pada Kernel *Gaussian*

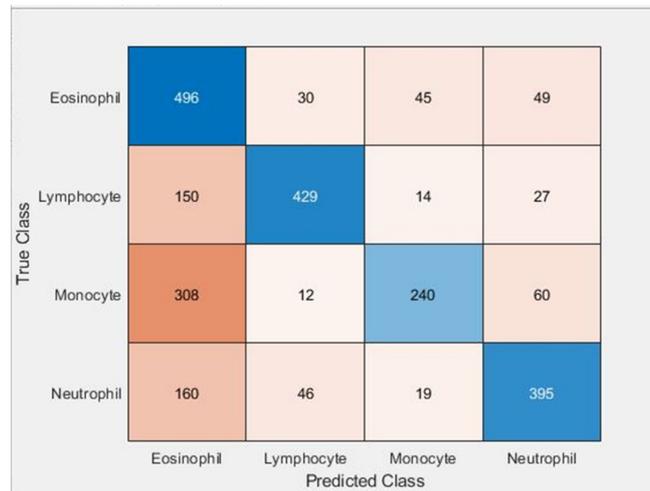
<i>Class</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>TP</i>	<i>FP</i>	<i>TN</i>	<i>FN</i>
<i>Eosinophil</i>	83,67%	34,68%	100%	215	0	1860	405
<i>Lymphocyte</i>	53,27%	100%	34,85%	620	1159	701	0
<i>Monocyte</i>	81,05%	24,19%	100%	150	0	1860	470
<i>Neutrophil</i>	88,55%	54,19%	100%	336	0	1860	284
Rata-rata	76,63%	53,27%	83,71%				



Gambar 7. Hasil *Confuasion Matrix* Kernel *Linear*

Tabel 3. Perbandingan Hasil Antar Jenis *Leukosit* pada Kernel *Linear*

<i>Class</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>TP</i>	<i>FP</i>	<i>TN</i>	<i>FN</i>
<i>Eosinophil</i>	79,44%	54,84%	59,65%	340	230	1630	280
<i>Lymphocyte</i>	84,03%	72,42%	66,62%	449	225	1635	171
<i>Monocyte</i>	81,41%	55,65%	64,97%	345	186	1674	275
<i>Neutrophil</i>	80,77%	68,39%	60,14%	424	281	1579	196
Rata-rata	81,41%	62,82%	62,85%				



Gambar 8. Hasil *Confusion Matrix* Kernel *Polynomial*

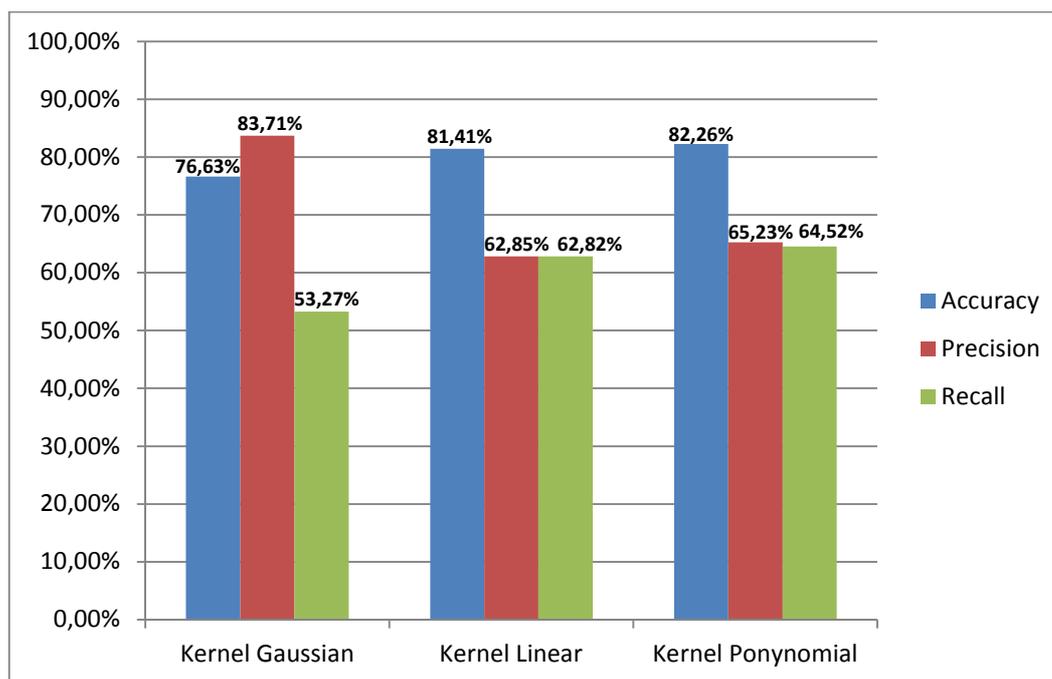
Tabel 4. Perbandingan Hasil antar Jenis *Leukosit* pada Kernel *Polynomial*

<i>Class</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>TP</i>	<i>FP</i>	<i>TN</i>	<i>FN</i>
<i>Eosinophil</i>	78,47%	55,97%	57,07%	496	618	1242	124
<i>Lymphocyte</i>	87,13%	69,19%	77,02%	429	88	1772	191
<i>Monocyte</i>	79,11%	67,42%	56,95%	240	78	1782	380
<i>Neutrophil</i>	84,31%	65,48%	69,88%	395	136	1724	225
Rata-rata	82,26%	64,52%	65,23%				

8. Analisis Pengujian

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian dengan menggunakan data *training* dan data *testing* untuk pengujian menggunakan fitur HOG dan HSV untuk klasifikasi citra sel darah putih dengan menggunakan metode SVM. Dataset yang digunakan berjumlah 12.392 data gambar dengan 4 jenis sel darah putih yaitu *Eosinophil*, *Lymphocyte*, *Monocyte*, dan *Neutrophil*. Data *training* berjumlah 9912 gambar dengan masing-masing jenis sel darah putih berjumlah 2478 gambar dan data *testing* berjumlah 2480 gambar dengan masing-masing jenis sel darah putih berjumlah 620 gambar.

Dari hasil pengujian masih terdapat data yang klasifikasinya belum tepat dikarenakan terdapat kemiripan data citra sel darah putih dan kurang banyak data citra *training* yang diuji. Dari perbandingan kernel *Gaussian*, kernel *Linear*, dan kernel *Polynomial* didapatkan hasil nilai rata-rata dari *accuracy*, *precision*, dan *recall* dari masing-masing kernel yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Hasil Kernel *Gaussian*, Kernel *Linear*, dan Kernel *Polynomial*

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari hasil perbandingan dari kernel *Gaussian*, kernel *Linear*, dan kernel *Polynomial* didapatkan nilai rata-rata *accuracy* tertinggi pada kernel *Polynomial* sebesar 82,26% dan hasil nilai rata-rata *accuracy* terendah pada kernel *Gaussian* sebesar 76,63%. Hasil nilai rata-rata *precision* tertinggi didapatkan oleh hasil perbandingan pada kernel *Polynomial* sebesar 64,52% dan hasil nilai rata-rata *precision* terendah pada kernel *Gaussian* sebesar 53,27%. Hasil nilai rata-rata *recall* tertinggi didapatkan oleh hasil perbandingan pada kernel *Gaussian* sebesar 83,71% dan hasil nilai rata-rata *recall* terendah pada kernel *Linear* sebesar 62,85%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutedjo, 2007, *Buku Saku Mengenal Penyakit Melalui Hasil Pemeriksaan Laboratorium*. Amaran Books, Yogyakarta.
- [2] S. M.H., 2002. *Biokimia Darah Edisi ke-1*. Wijaya Medika, Jakarta.
- [3] K. Rukman, 2014, *Hematologi & Transfusi*. Erlangga, Jakarta.
- [4] W. D. J., 2007, *The Lupus Book*. Penerbit B-First, Yogyakarta.
- [5] R. D., W. D., and B. J., 2007, *Lecture Notes : Kedokteran Klinis*. Erlangga, Yogyakarta.
- [6] A. R. and R. S., 2018, "Morfologi Eosinofil pada Apusan Darah Tepi Menggunakan Pewarnaan Giemsa, Wright, dan Kombinasi Wright-Giemsa," *Surya Med.*,

- [7] B. Caraka, B. A. A. Sumbodo, and I. Candradewi, 2017, “Klasifikasi Sel Darah Putih Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) Berbasis Pengolahan Citra Digital,” *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, Vol. 7, No. 1, pp. 25–36, doi: 10.22146/ijeis.15420.
- [8] F. I. Kurniadi and V. K. Putri, 2019, “Perbandingan Distance Metric pada Nearest Neighbour Untuk Klasifikasi Sel Darah Putih,” *Ultim. J. Tek. Inform.*, Vol. 11, No. 1, pp. 16–19, doi: 10.31937/ti.v11i1.932.
- [9] Y. A. Nababan, 2020, “Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Menganalisa Bentuk Sel Darah Putih Dengan Menggunakan Metode Radial Basis Function (RBF),” *J. Sist. Komput. dan Inform.*, Vol. 2, No. 1, pp. 6–13, doi: 10.30865/json.v2i1.2158.
- [10] M. N. Khasanah, A. Harjoko, and I. Candradewi, 2016. “Klasifikasi Sel Darah Putih Berdasarkan Ciri Warna dan Bentuk Dengan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN),” *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, Vol. 6, No. 2, pp. 151–162,
- [11] P. A., 2018 “Klasifikasi Citra Sel Darah Putih Muda Menggunakan Algoritma Decision Tree CART,”.
- [12] Y. Maulana, N. S.T., and A. A. M.T., 2019. “Klasifikasi Sel Darah Putih Menggunakan Support Vector Machines Dengan Variasi Parameter pada Kernel Linier dan RBF,”
- [13] A. Y. Zahrah, A. Arifianto, and F. Sthevanie, 2020, “Perbandingan Metode Convolutional Neural Network pada Klasifikasi Sel Darah Putih Menggunakan Sistem CPU dan GPU,” *eProceeding Eng.*, Vol. 7, No. 1, pp. 2627–2635, [Online]. Available: file:///C:/Users/New/Downloads/20.04.226_jurnal_eproc.pdf
- [14] Y. Yohannes, S. Devella, and W. Hadisaputra, 2021, “Pemanfaatan Scale Invariant Feature Transform Berbasis Saliency untuk Klasifikasi Sel Darah Putih,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, Vol. 7, No. 2, pp. 498–507, doi: 10.28932/jutisi.v7i2.3707.
- [15] S. Devella, Y. Yohannes, and C. A. Putra, 2021, “Penggunaan Fitur Saliency-SURF Untuk Klasifikasi Citra Sel Darah Putih Dengan Metode SVM,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, Vol. 8, No. 4, pp. 1998–2009, doi: 10.35957/jatisi.v8i4.1547.
- [16] Y. Yohannes, M. R. Pribadi, and L. Chandra, 2020 “Klasifikasi Jenis Buah dan Sayuran Menggunakan SVM Dengan Fitur Saliency-HOG dan Color Moments,” *Elkha*, Vol. 12, No. 2, p. 125, doi: 10.26418/elkha.v12i2.42160.
- [17] N. Rachmat, Y. Yohannes, and A. Mahendra, 2021, “Klasifikasi Jenis Ikan Laut Menggunakan Metode SVM Dengan Fitur HOG dan HSV,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, Vol. 8, No. 4, pp. 2235–2247, doi: 10.35957/jatisi.v8i4.1686.
- [18] A. V. Hoffbrand, J. E. Petit, and P. A. H. Moss, 2005. *Kapita Selekt Hematologi Edisi 4*. EGC, Jakarta.
- [19] Nugraha and Gilang, 2015. *Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar*. CV Trans Info Medika, Jakarta.

- [20] Riswanto, 2013, *Pemeriksaan Laboratorium Hematologi*. Alfabeta & Kenal Medika, Yogyakarta.
- [21] N. Dalal and B. Triggs, 2005, “*Histograms of Oriented Gradients for Human Detection*,” in *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’05)*, Vol. 1, pp. 886–893. doi: 10.1109/CVPR.2005.177.
- [22] Y. Yohannes, Y. P. Sari, and I. Feristyani, 2019, “*Klasifikasi Wajah Hewan Mamalia Tampak Depan Menggunakan k-Nearest Neighbor Dengan Ekstraksi Fitur HOG*,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, Vol. 5, No. 1, pp. 84–97, doi: 10.28932/jutisi.v5i1.1584.
- [23] Meiriyama, 2018. “*Klasifikasi Citra Buah Berbasis Fitur Warna HSV dengan Klasifikator SVM*,” *J. Komput. Terap.*, Vol. 4, No. 1, pp. 50–61,
- [24] Suyanto, 2018. *Machine Learning Tingkat Dasar dan Lanjut*. Informatika, Bandung.
- [25] A. V Joshi, 2020. *Machine Learning and Artificial Intelligence*, Vol. 64, No. 1. doi: 10.1021/ac00025a742.
- [26] S. Narkhede, 2018. “*Understanding AUC - ROC Curve*,” *Towards Data Science*, <https://towardsdatascience.com/understanding-auc-roc-curve-68b2303cc9c5> (accessed Apr. 15, 2021).
- [27] R. Kohavi and F. Provost, 1998. “*Glossary of Terms. Machine Learning—Special Issue on Applications of Machine Learning and the Knowledge Discovery Process*,” *Mach. Learn.*,
- [28] W. F. Lamberti, 2020 “*SVM Model for Blood Cell Classification Using Interpretable Features Outperforms CNN Based Approaches*,”.