



Ekstraksi Ciri Sel Darah Putih Berdasarkan *Gray Level Co-occurrence Matrix*

Anwar Siswanto^{1*}, Abdul Fadlil², Anton Yudhana²

¹Program Studi Magister Teknik Informatika, Universitas Ahmad Dahlan

²Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan

^{1,2}Kampus 3 Jl. Prof. Dr. Soepomo Sh, Warungboto, Kec, Umbulharjo, Kota Yogyakarta

*Email Penulis Koresponden: anwar1907048006@webmail.uad.ac.id

Abstrak:

Dalam tubuh manusia terkandung darah yang terdiri dari komponen selular dan non selular dimana salah satu komponen selular adalah sel darah putih. Darah didistribusikan melalui pembuluh darah dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali lagi menuju jantung. Sistem ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan sel atau jaringan akan nutrisi dan oksigen serta mentranspor sisa metabolisme sel atau jaringan keluar dari tubuh. Dalam berbagai penegakan diagnosis penyakit, sel darah putih merupakan indikator yang dibutuhkan. Pengenalan secara manual membutuhkan waktu yang lama dan cenderung subjektif tergantung dari pengalaman petugas. Sel darah putih diketahui dengan pemeriksaan Sediaan Apus Darah Tepi (SADT) dengan pewarnaan *My Grundwald*. Penelitian ini bertujuan untuk membantu pengenalan sel darah putih secara otomatis sehingga didapatkan hasil yang cepat dan akurat. Sel darah putih terdiri dari Eosinofil, Basofil, Neutrofil, Limfosit dan Monosit. Penelitian ini menggunakan citra dari apusan darah tepi menggunakan mikroskop digital. Sistem pengenalan sel darah putih ini berdasarkan ekstraksi fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yaitu menggunakan fitur *Contrast*, *Angular Second Moment* (ASM) serta *Inverse Difference Moment* (IDM) dan *Correlation*. Klasifikasi dengan menggunakan K-means Clustering dihasilkan plot berbeda-beda dan terlihat beberapa ciri yang mirip sesuai jenis sel darah putih.

*Copyright © 2020 Universitas Mercu Buana.
All right reserved.*

Katakunci:

Apusan darah tepi;
Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM);
Mikroskop digital;
Sel darah putih;

Riwayat Artikel:

Diserahkan 11 Juli 2020
Direvisi 4 Agustus 2020
Diterima 9 Agustus 2020
Dipublikasi 25 Agustus 2020

DOI:

10.22441/incomtech.v10i2.8756

1. PENDAHULUAN

Darah manusia terdiri dari berbagai komponen selular yang disebut korpuskuli dimana salah satu komponen tersebut adalah sel darah putih (*leukosit*). Sel darah putih memiliki lima jenis, yaitu Eosinofil, Basofil, Neutrofil, Limfosit dan Monosit. Sel darah putih memiliki bentuk dan ciri yang berbeda-beda [1]. Sel darah putih dapat diketahui melalui pemeriksaan Sediaan Apus Darah Tepi

(SADT), dengan teknik pewarnaan *May Grunwald, Wright* dan *Giemsa*, sehingga menghasilkan pewarnaan lebih baik dan mudah di amati melalui mikroskop digital [2].

Berdasarkan pada jurnal pemeriksaan hematologi klinik oleh H. S. W. Nugroho [2], selama ini proses pengenalan sel darah putih hanya dilakukan secara manual melalui serangkaian uji laboratorium yang dapat memakan waktu cukup lama dan bersifat subjektif tergantung pengalaman dari petugas. Sedangkan jika menggunakan alat automatic analyzer akurat akan tetapi biayanya cukup mahal. Maka pengenalan sel darah putih secara komputerisasi dapat mempercepat dan mengefisiensikan serta cukup akurat dalam pengenalan sel darah putih.

Penelitian terdahulu di lakukan oleh Z. V. E. Fitri (2017), klasifikasi trombosit pada citra apusan darah tepi berdasarkan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) menghasilkan klasifikasi dan pengenalan darah putih dengan akurasi 90.31%. Mengacu pada penelitian sebelumnya Penulis mengidentifikasi sel darah putih menggunakan pola pengenalan ciri dan ekstraksi tekstur menggunakan metode GLCM [3] dan klasifikasi dengan metode *K-means Clustering*. Nilai parameter GLCM [4] yang di uji meliputi fitur *contrast, correlation, Anguler Second Moment* (ASM) dan *Inverse Difference Moment* (IDM). Tujuan dari penelitian adalah dihasilkannya pengenalan sel darah putih yang lebih akurat.

2. METODE

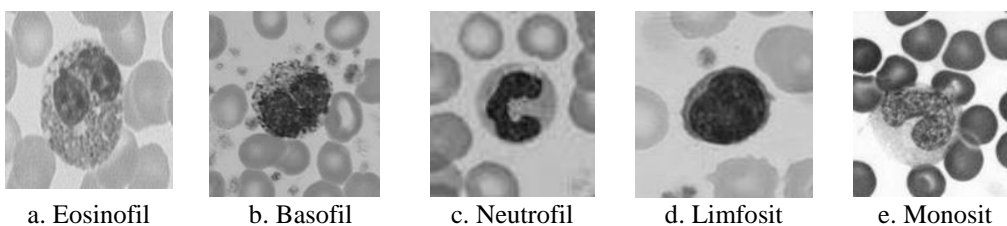
2.1. Sel Darah Putih

Didalam tubuh kita sel darah putih ini memiliki lima jenis, lima jenis sel darah putih ini yaitu netrofil, limfosit, monosit, eosinofil dan basofil [5]. Masing-masing jenis sel darah putih ini memiliki fungsi yang berbeda dalam tubuh kita. Pada manusia normal, jumlah lima jenis sel darah putih seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Normal Sel Darah Putih

No	Jenis Sel	Nilai Normal	Ukuran	Ciri
1	Eosinofil (6)	1 – 3 %	10 μ - 20 μ	Warna kemerahan, sitoplasma dipenuhi granula besar
2	Basofil (7)	0 – 1 %	8 μ - 15 μ	Warna biru tua, inti tertutupi granula
3	Neutrofil (8)	50 - 70 %	10 μ - 15 μ	Warna ungu pada inti, sitoplasma agak merah bergranula
4	Limfosit (9)	20 – 40 %	6 μ - 8 μ / 8 μ - 18 μ	Warna biru ungu tua, sitoplasma tidak bergranula
5	Monosit (10)	2 – 8 %	16 μ - 20 μ	Warna biru ungu, ada vakuola dan seperti girus otak

Deskripsi sel darah putih terlihat seperti pada Gambar 1.

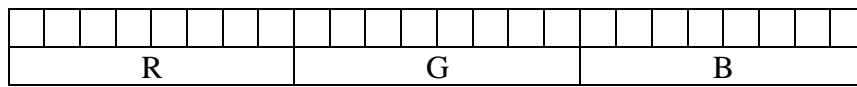


Gambar 1. Jenis Sel Darah Putih

a. Ruang Warna *Red, Green, Blue* (RGB)

Ruang warna *Red, Green, Blue* (RGB) merupakan ruang warna standar yang di dasarkan pada hasil akuisisi frekwensi warna oleh sensor elektronik. Bentuk keluaran dari sensor adalah berupa sinyal analog, yang kemudian intensitas amplitudonya digitalisasi dan dikodekan dalam 8 bit untuk setiap warnanya.

Setiap piksel citra dipresentasikan dengan 24 bit, 8 bit untuk R, 8 bit untuk G, 8 bit untuk B, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Warna RGB

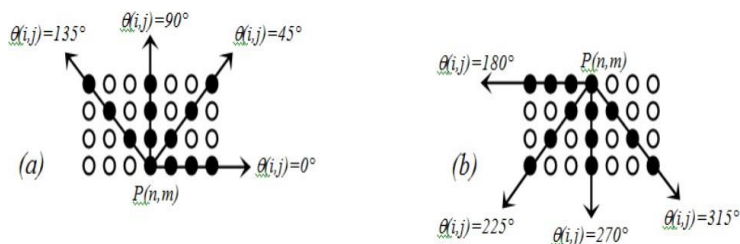
Citra warna *Grayscale* [11] di tampilkan pada warna hitam yang memiliki intensitas rendah (0) dan putih dengan intensitas tertinggi (255) [12]. Rumus konversi bisa dilihat pada Persamaan 1.

$$\text{Gray} = R * 0.2989 + G * 0.5870 + B * 0.1140 \tag{1}$$

b. *Gray Level Coocurrence Matrik* (GLCM)

Perhitungan tekstur orde kedua diperoleh dengan menggunakan teknik yang disebut GLCM [13]. Perhitungan statistika didasarkan pada nilai piksel citra asli semata, seperti varians, serta tidak memperhatikan hubungan ketetanggaan piksel, digunakan pengukuran pada orde pertama [14]. Citra aslipada orde kedua diperhitungkan pada hubungan antar pasangan dua piksel.

Matriks *coocurrence* adalah nilai kejadian pada piksel yang berdekatan dengan value piksel yang lain berdasarkan jarak (*d*) dan sudut (*θ*) tertentu [15]. Sudut arah tetangga dua piksel merupakan dasar dua cara menghitung matriks *co-occurrence* [16], yaitu *co-ocurence* matrik sudut tunggal dan *co-ocurence* matrik sudut ganda. Deskripsi arah sudut 0°, 45°, 90°, 135° dan 180°, 225°, 270°, 315° [17], seperti pada Gambar 3.

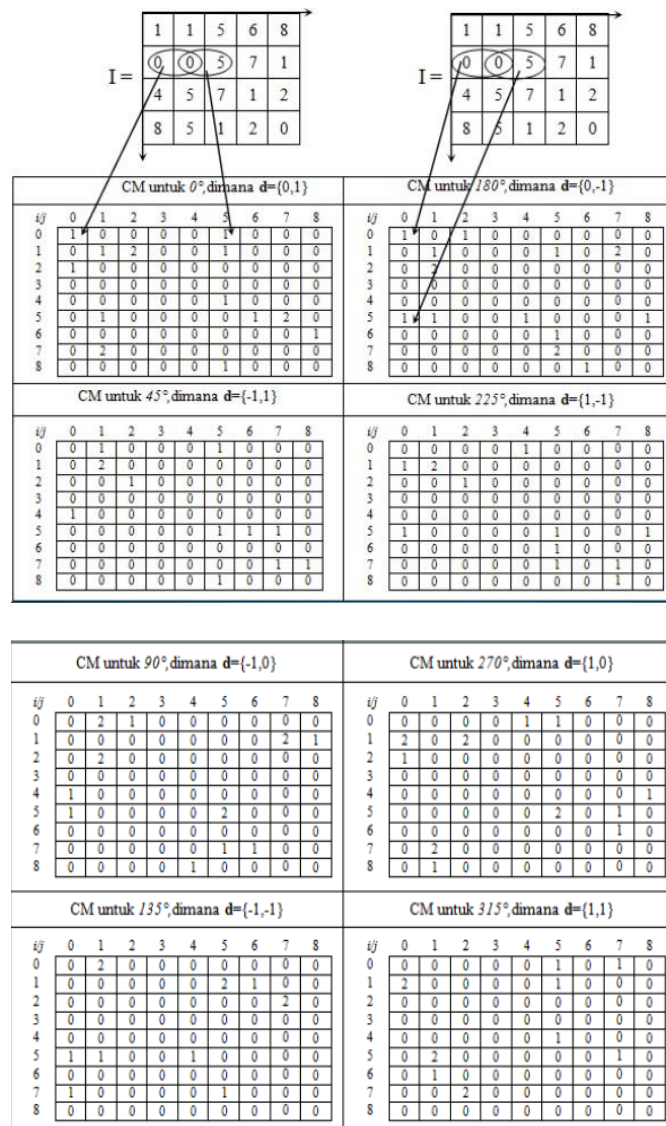


Gambar 3. Sudut coocurrence matrik

Pembentukan matriks *co-ocurence* dibutuhkan tiga :

1. Membentuk matriks *co-ocurence* [18].
2. Di hitung value elemen matriks *co-ocurence*.
3. Pergerakan vektor *d* arah ditentukan.

Ilustrasi terhadap sudut koordinat diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sudut GLCM

Robert Haralick mendefinisikan karakteristik atau fitur tekstur citra *mean* (μ_x, μ_y) , *variance* (σ^2_x, σ^2_y) , *homogeneity*, *dissimilarity*, *contrast*, *entropy* dan *energy*.

- *Contrast* [19] merupakan fitur yang mempresentasikan perbedaan tingkat warna atau skala grayscale yang muncul pada suatu citra, seperti Persamaan 2.

$$Contr = \sum_i \sum_j (i - j)^2 \cdot p(i, j) \tag{2}$$

- *Angular Second Moment* (ASM) adalah ukuran homogenitas local dan merupakan kebalikan dari entropi, seperti Persamaan 3.

$$Asm = \sum_{j=0}^{g-1} \sum_{i=0}^{g-1} (p(i, j))^2 \tag{3}$$

- *Inverse Difference Moment* (IDM) [20]
Bobot nilai merupakan inverse dari kontras, diukur tingkat homogenitas

perulangan struktur tekstur. Nilai matriks *co-ocurrence* terkonsentrasi sepanjang diagonal matriks maka nilai tingkat homogeneity tekstur sangat tinggi, seperti Persamaan 4.

$$Energy = \sum_{j=0}^{g-1} \sum_{i=0}^{g-1} (p(i,j))^2 \quad (4)$$

- Correlation mempresentasikan keterkaitan linier dari derajat citra keabuan, seperti Persamaan 5.

$$Corr = \frac{\sum_i \sum_j (i \cdot j) \cdot p(i,j) - \mu_i \cdot \mu_j}{\sigma_i \sigma_j} \quad (5)$$

2.2. K-Means Clustering

K-means Clustering [21] adalah analisis untuk memisahkan beberapa kelompok dalam sifat yang berbeda satu dengan yang lain, berdasarkan kategori-kategori yang ada berdasarkan titik tengah yang diberikan. *K-means Clustering* mengklasifikasikan anggota dengan kategori terhadap objek titik tengah terdekat.

Persamaan pengukur jarak data dengan pusat cluster menggunakan *Euclidian Distance*, dimana x adalah data dan y adalah pusat cluster

2.3. Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan adalah apusan darah tepi pada pasien unit Instalasi Laboratorium Klinik RS XYZ. Kemudian, objek tersebut dengan Mikroskop digital citra diambil disimpan dalam ekstensi *.jpg. Citra yang digunakan sebanyak 50 buah, dimana 25 untuk data latih (*data training*) dan 25 untuk data uji (*testing*). Objek penelitian sudah divalidasi oleh Dokter Penanggung jawab Laboratorium Klinik tersebut.

2.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan 3 metode yaitu :

- a. Wawancara dengan penanggung jawab Laboratorium Klinik RSU XYZ terhadap sediaan darah tepi yang telah divalidasi.
- b. Observasi secara langsung mengamati terhadap sampel sel darah putih di Laboratorium Klinik
- c. Studi Pustaka baik terhadap jurnal, buku, artikel berkaitan dengan penelitian ekstraksi fitur dan teori Metode GLCM

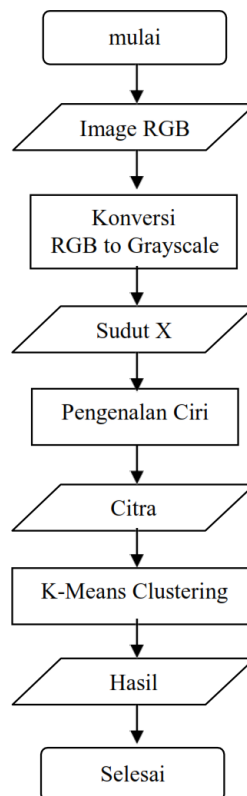
2.5. Alat dan Bahan

Alat dan bahan untuk penelitian seperti pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan alat dan bahan yang diperlukan. Mikroskop dan lensa okuler alat bantu pengambilan citra yang terhubung di laptop serta aplikasi *netbeans* untuk meng-*capture image* dan mengolah objek penelitian. Aplikasi ini digunakan dengan meng-*capture* gambar pada mikroskop digital, ukuran maksimal 251x251 piksel dengan format *.jpg. Gambar tersebut kemudian diproses dengan metode *Gray Level Co-occurrence* terhadap sudut 0°, 45°, 90° dan 135°.

Tabel 2. Alat dan Bahan

No	Nama Alat/Bahan	Deskripsi	Keterangan
1	Apusan darah tepi	Bahan latih/bahan Uji	Preparat yang sudah dicat
2	Mikroskop Listrik Olympus	Alat melihat benda kecil	Hardware
3	Mikroskop Kamera Lensa Okuler Dengan Konektor Usb Digital Eyepiece	Kamera untuk ambil citra	Hardware
4	Oli imersi	Alat untuk membiaskan cahaya	Hardware
5	Laptop	Core i3 Ram 4	Hardware
6	Sistem Operasi Linux	OS	Software
7	Netbeans 8.2	Integrated Development Environment (IDE)	Software
8	Matlab R2013a	Software Simulator + Recorder data suara	Software

Maka didapatkan hasil dari nilai Variance, Uniformity of Energy dan Entropy. Data tersebut disimpan dalam format *.xls dan dimasukkan ke dalam sistem proses pengenalan ciri sel darah putih seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses pengenalan Ciri

Langkah kerja dari penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

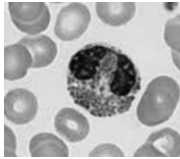
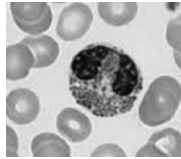
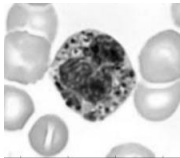
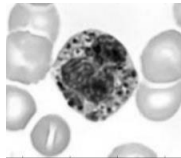
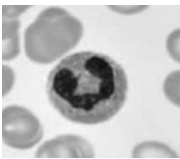
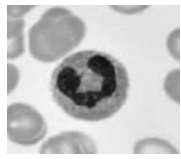
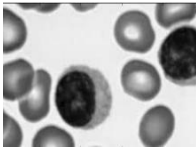
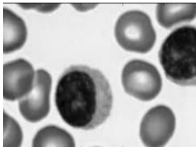
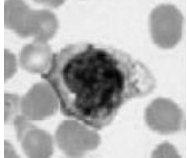
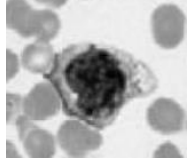
- Sampel sediaan apus darah tepi yang telah dicat, diletakkan pada mikroskop.
- Gambar di-*capture* menggunakan mikroskop okuler digital pada perbesaran 1000X.
- Data diubah ke format sesuai ketentuan.
- Melakukan upload ke sistem aplikasi untuk di-*convert* dari RGB ke *Grayscale*, dan ekstraksi menggunakan metode GLCM serta hasilnya dilakukan klasifikasi

menggunakan *K-Means Clustering*

e. Laporan hasil prosesing dicetak

Simulasi hasil konversi tiap sel darah putih dari RGB ke Grayscale terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konversi Citra RGB ke Grayscale

No	Nama Sel	RGB	Grayscale
1	Eosinofil		
2	Basofil		
3	Neutrofil		
4	Limfosit		
5	Monosit		

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari konversi kemudian dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode GLCM terdiri dari fitur contrast, correlation, ASM dan IDM. Proses ekstraksi fitur empat sudut yang berbeda yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Nilai parameter tersebut dapat diilustrasikan pada Tabel 4 sampai Tabel 8.

Tabel 4. Sel Eosinofil

GLCM	0°	45°	90°	135°
Contrast	0.1547	0.0602	0.0399	0.0505
Correlation	0.9377	0.9849	0.995	0.9897
ASM	0.9633	0.8477	0.9005	0.8729
IDM	0.9377	0.9849	0.995	0.9897

Tabel 5. Sel Basofil

GLCM	0°	45°	90°	135°
Contrast	0.6547	0.5602	0.5399	0.5505
Correlation	0.4377	0.4849	0.495	0.4897
ASM	0.9643	0.8487	0.9015	0.8739
IDM	0.8977	0.9449	0.955	0.9497

Tabel 6. Sel Neutrofil

GLCM	0°	45°	90°	135°
Contrast	0.9077	0.9549	0.965	0.9597
Correlation	0.9321	0.9793	0.9894	0.9841
ASM	0.9613	0.8457	0.8985	0.8709
IDM	0.9367	0.9839	0.994	0.9887

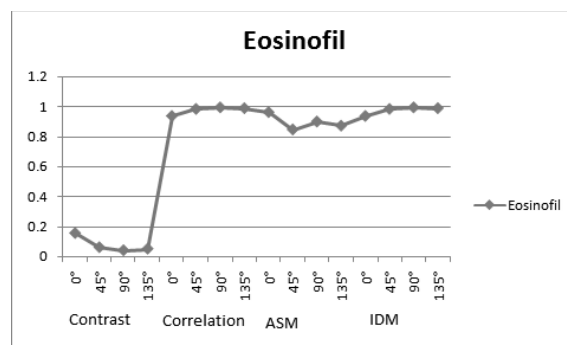
Tabel 7. Sel Limfosit

GLCM	0°	45°	90°	135°
Contrast	0.3847	0.2902	0.2699	0.2805
Correlation	0.6321	0.6793	0.6894	0.6841
ASM	0.7613	0.6457	0.6985	0.6709
IDM	0.6867	0.7339	0.744	0.7387

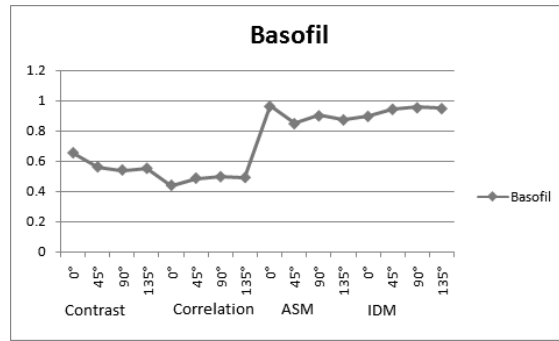
Tabel 8. Sel Monosit

GLCM	0°	45°	90°	135°
Contrast	0.5077	0.4132	0.3929	0.4035
Correlation	0.7421	0.7893	0.7994	0.7941
ASM	0.8191	0.7035	0.7563	0.7287
IDM	0.7872	0.8344	0.8445	0.8392

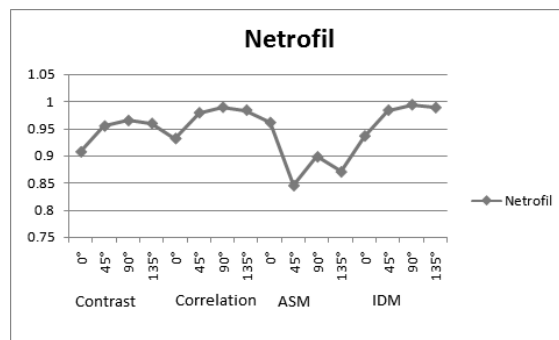
Tabel 1 sampai dengan Tabel5 menunjukkan hasil yang berbeda dari hasil GLCM. Hasil tersebut sebagai parameter pada proses plot untuk nilai parameter di deskripsikan seperti disimulasikan pada Gambar 6 hingga Gambar 10.



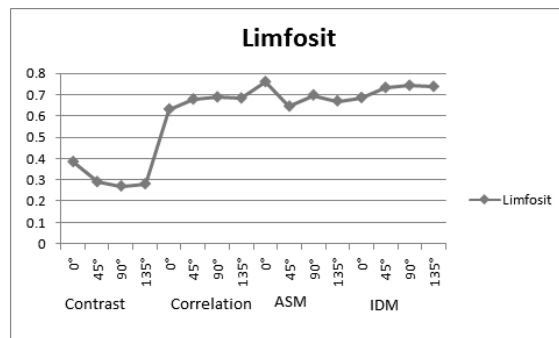
Gambar 6. Hasil Ekstraksi Sel Eosinofil



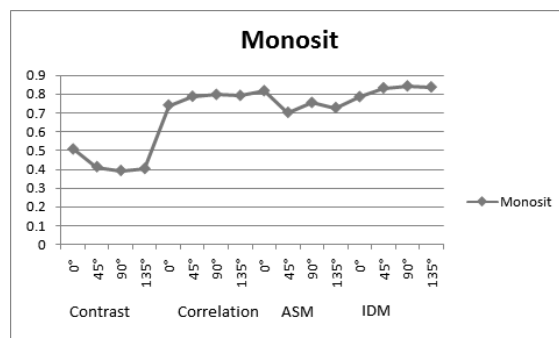
Gambar 7. Hasil ekstraksi Sel Basofil



Gambar 8. Hasil ekstraksi Sel Netrofil

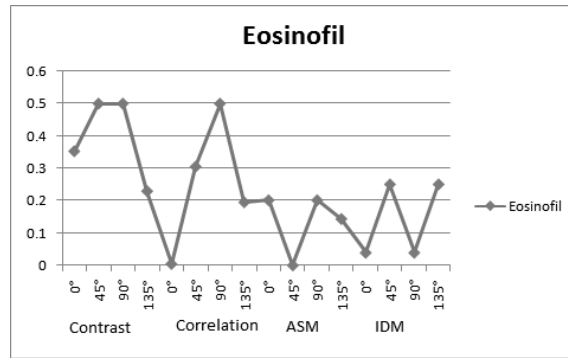


Gambar 9. Hasil Ekstraksi Sel Limfosit

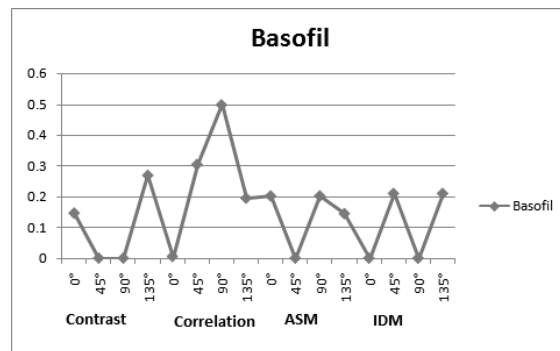


Gambar 10. Hasil Ekstraksi Sel Monosit

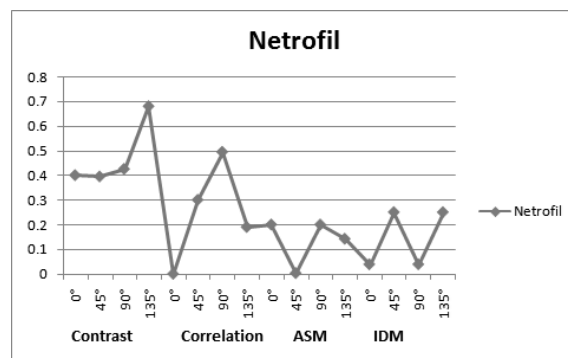
Hasil ekstraksi dari GLCM di lakukan klasifikasi/perbandingan menggunakan metode *K-mean Clustering*, maka disimulasikan dengan hasil seperti tampak pada Gambar 11 hingga Gambar 15.



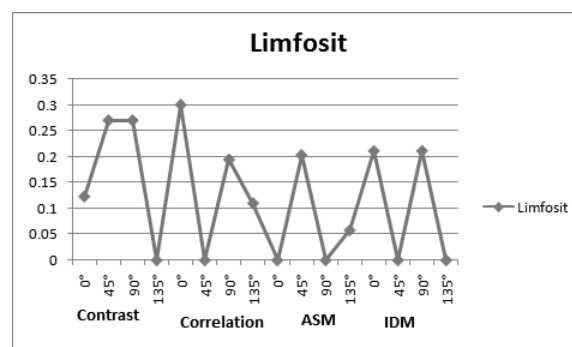
Gambar 11. Hasil Klasifikasi Sel Eosinofil



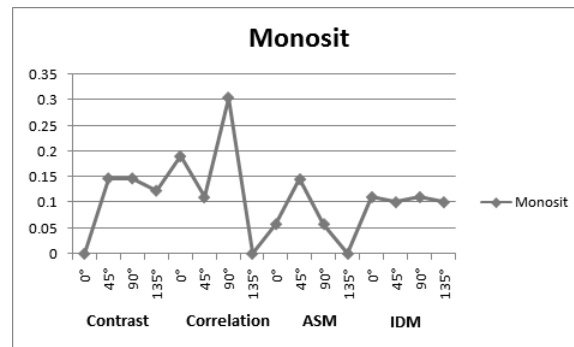
Gambar 12. Hasil Klasifikasi Sel Basofil



Gambar 13. Hasil Klasifikasi Citra Sel Neutrofil



Gambar 14. Hasil Klasifikasi Sel Limfosit



Gambar 15. Hasil Klasifikasi Sel Monosit

Berdasarkan data pada gambar-gambar yang ada, menunjukkan hasil plot pengenalan sel darah putih, yang berbeda-beda dan terlihat beberapa ciri yang mirip sesuai dengan metode GLCM untuk ekstraksi ciri pada fitur *Contrast*, *Correlation*, *ASM* dan *IDM* maupun klasifikasi menggunakan *K-means Clustering*. Hasil perbandingan metode GLCM dan *K-means Clustering* dapat digunakan untuk pengelompokan pengenalan sel darah putih.

4. KESIMPULAN

Pengenalan sel darah putih dengan metode GLCM kemudian dibandingkan metode *K-means Clustering* di dapatkan kesimpulan sebagai berikut. Pertama, ruang warna untuk konversi citra dari RGB ke *Grayscale* dapat di tambahkan dengan ruang warna yang lain untuk mendapat citra lebih sempurna. Kedua sampel apusan darah tepi yang banyak akan didapatkan hasil lebih akurat. Ketiga fitur dari metode GLCM dapat di tambahkan dengan fitur yang lain, agar hasil lebih tepat dalam ekstraksi ciri sel darah putih. Perbandingan dengan metode *K-means Clustering* didapatkan hasil saling melengkapi dalam pengenalan sel darah putih.

REFERENSI

- [1] B. Caraka, B. A. A. Sumbodo and I. Candradewi, "Klasifikasi Sel Darah Putih Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) Berbasis Pengolahan Citra Digital," *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 7, no. 1, pp. 25-36, 2017. DOI: 10.22146/ijeis.15420
- [2] M. N. Khasanah, A. Harjoko, and I. Candradewi, "Klasifikasi Sel Darah Putih Berdasarkan Ciri Warna dan Bentuk dengan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN), *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 6, no. 2, pp. 151-162, 2016. DOI: 10.22146/ijeis.15254
- [3] R. Ardina and S. Rosalinda, "Morfologi Eosinofil Pada Apusan Darah Tepi Menggunakan Pewarnaan Giemsa, Wright, dan Kombinasi Wright-Giemsa ", *Jurnal Surya Medika (JSM)*, vol. 3, no. 2, pp. 5-12, 2018. DOI: 10.33084/jsm/v3i2.91
- [4] R. A. Surya, A. Fadlil and A. Yudhana, "Ekstraksi Ciri Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Filter Gabor Untuk Klasifikasi Citra Batik Pekalongan", *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 2., no. 2, pp. 23-26, 2017. DOI: 10.30591/jpit/v2i2.520
- [5] S. W. Jatmiko, "Eosinofil Sel Penyaji Antigen", *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, vol. 1, no. 1, pp. 18-22, 2015. DOI: 10.23917/bioeksperimen.v1i1.312
- [6] S. Saifullah, Shoffan, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Analisis Ekstraksi Ciri Fertilitas Telur Ayam Kampung dengan Grey Level Cooccurrence Matrix", *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 66-75, 2017. DOI: 10.20449/jnte.v6i2.376

- [7] Z. Effendi, *Peranan Leukosit sebagai Anti Inflamasi Alergik Dalam Tubuh*, USU Digital Library, Medan: Indonesia, 2007
- [8] K. C. Nusa, M. Mantik, and N. Rampengan, "Hubungan Ratio Neurtofil Dan Limfosit Pada Penderita Penyakit Infeksi Virus Dengue", *Jurnal E-Clinic (ECL)*, vo. 3, no. 1, pp. 210-216, 2015. DOI: 10.35790/ecl.3.1.2015.6764
- [9] Y. P. Sahal, A. Afghani, and R. Nilapsari, "Hubungan Jumlah Sel Limfosit dengan Usia dan Status Nutrisi pada Penderita Tuberkulosis", *Global Medical and Health Communication*, vol. 2., no. 2, pp. 73-78, September 2014.
- [10] B. B. H. Christina et al, "Peran Monosit (Makrofag) Pada Proses Angiogenesis dan Fibrosis", *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan 2015*, Jakarta, Indonesia, 2015, pp. 254-259.
- [11] S. I. Syafi'i, R. T. Wahyuningrum, and A. Muntasa, "Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding", *Jurnal Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 1-8, 2015. DOI: 10.9744/informatika.13.1.1-8
- [12] S. Saifullah, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Perbandingan Segmentasi Pada Citra Asli Dan Citra Kompresi Wavelet Untuk Identifikasi Telur", *Ilkom Jurnal Ilmiah*, vol. 8, no. 3, pp. 190-196, 2016. DOI: 10.33096/ilmok.v8i3.75-190-196
- [13] G. Nugraha, *Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar*, Trans Info Media, Jakarta, 2017
- [14] R. Listia and A. Harjoko, "Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan Gray Level Coocurrence Matrix (GLCM)", *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 8, no. 1, pp. 59-69, January 2014. DOI: 10.22146/ijccs.3496
- [15] N. Neneng, A. Kusworo and R. Isnanto, "Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Citra Jenis Daging Berdasarkan Tekstur Menggunakan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM)", *JSINBIS (Jurnal Sistem Informasi Bisnis)*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, 2016. DOI: 10.21456/vol6iss1pp1-10
- [16] S. Saifudin and A. Fadlil, "Sistem Identifikasi Citra Kayu Berdasarkan Tekstur Menggunakan Gray Level Coocurrence Matrix (GlcM) Dengan Klasifikasi Jarak Euclidean", *SINERGI*, vol. 19, no. 3, pp. 181-186, 2015. DOI: 10.22441/sinergi.2015.3.003
- [17] Y. Agussationo, I. Soesanti, and W. Najib, "Klasifikasi Citra X-Ray Diagnosis Tuberkulosis Berbasis Fitur Statistis", *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 736-345, December 2018. DOI: 10.29207/resti.v2i3.523
- [18] M. Sofie and A. Rizal, 2016. Klasifikasi Citra Rekaman Sinyal Elektrokardiogram Menggunakan Metode Analisis Tekstur, K-Nn dan Ultilayer Perceptron", *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 233-240, 2016. DOI: 10.24176/simet.v7i1.509
- [19] R. K. Salsabiilaa, B. Hidayat and S. Darana, "Deteksi Kualitas dan Kesegaran Telur Ayam Ras Berdasarkan Deteksi Objek Transparan dengan Metode Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN)", *Teknika - Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika*, vol. 1, no.2, pp. 103-109, 2016. DOI: 10.25124/teknika.v1i2.1740
- [20] F. M. D. Febriana, R. R. Isnanto, and A. A. Zahra, "Pengenalan Garis Utama Telapak Tangan dengan Ekstraksi Ciri Matriks Kookurensi Aras Keabuan menggunakan Jarak Euclidean", *Transient*, vol. 4. No. 3, pp. 509-513, September 2015
- [21] N. Arisa and C. Faticah, "Perhitungan dan Pemisahan Sel Darah Putih berdasarkan Centroid dengan Menggunakan Metode Multi Pass Voting dan K-Means pada Citra Sel Acute Leukemia", *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. 16, no. 2, pp. 105-114, July 2018. DOI: 10.12962/j24068535.v6i2.a661