

STUDI INDEPENDEN KOMPARASI SEGMENTASI SEL DARAH PUTIH MENGUNAKAN RUANG WARNA HSV DENGAN CIE-L*a*b

Andrey Kartika Widhy Hapantenda*, Ardy Januanto*, Indah Listiowarni**

*Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

**Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Madura

Email: *andreyhapantenda@untag-sby.ac.id, **indah@unira.ac.id

ABSTRAK

Kanker darah atau yang dikenal juga dengan Leukemia merupakan salah satu penyebab kematian di antara jenis kanker lainnya. Leukemia disebabkan oleh malignant neoplasm atau dikenal dengan tumor ganas pada sel darah putih. Berdasarkan kategori usia, jenis kanker ini umumnya banyak diderita oleh anak-anak dan dewasa di atas 50 tahun. Berdasarkan sistem klasifikasi French-American-British (FAB) Leukemia Limfoblastik merupakan salah satu dari dua tipe Leukemia Akut. Diagnosa LLA ditegakkan dengan penyimpangan perbanyakan sel Limfoblast abnormal pada sumsum tulang. Segmentasi sel darah putih merupakan tahap awal yang krusial, segmentasi sel darah putih bertujuan mengekstrak region sitoplasma dan nukelus dari sel darah merah dan latar belakang. Metode segmentasi yang akurat dibutuhkan untuk mendapatkan akurasi yang tinggi pada deteksi LLA. Pada penelitian ini dilakukan dalam 2 model ruang warna yaitu CIE-L*a*b dan HSV dan digunakan metode ortogonalisasi Gramschmidt untuk menentukan region awal sel darah putih kemudian membaginya ke dalam sub-sub citra. Akurasi dihitung menggunakan precision dan recall.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Segmentasi, Sel Darah Putih.

1. Pendahuluan

Kecerdasan buatan dapat diaplikasikan ke banyak bidang. Salah satunya di bidang medis seperti sistem pakar untuk mendeteksi penyakit pada gigi dan mulut [1], sistem pakar berbasis fuzzy untuk mendeteksi penyakit polineuropati akibat diabetes melitus [2], serta aplikasi analisa pada gambar ultrasound yang mengintegrasikan kecerdasan buatan dan pengolahan citra digital [3], [4].

Kanker darah atau yang dikenal dengan Leukemia merupakan salah satu penyebab kematian di antara jenis kanker lainnya. Leukemia disebabkan oleh *malignant neoplasm* atau tumor ganas pada sel darah putih. Berdasarkan ketogori usia jenis kanker ini banyak umumnya diderita oleh anak-anak dan dewasa di atas usia 50 tahun. Berdasarkan sistem klasifikasi

French-American-British (FAB) Leukemia Limfoblast merupakan salah satu dari dua tipe Leukemia akut [5]. Diagnosa LLA ditegakkan dengan penyimpangan proliferasi atau perbanyakan sel Limfoblast abnormal pada sumsum tulang [6].

Sel darah merah dan sel darah putih memiliki warna transparan yang menyulitkan pengamatan. Agar didapatkan visualisasi komponen-komponen sel darah yang baik untuk diamati menggunakan mikroskop, dilakukan *staining* atau proses pemberian warna pada sediaan apusan darah sebelum dilakukan pengamatan di bawah mikroskop. Perbedaan kondisi saat proses staining seperti konsentrasi zat pewarna, suhu dan lama pewarnaan akan menyebabkan variasi warna pada citra mikroskopis sel darah[7].

Segmentasi Leukosit merupakan tahap awal yang krusial, segmentasi Leukosit bertujuan mengekstrak region sitoplasma dan nukelus dari sel darah merah dan latar belakang. Metode segmentasi yang akurat dibutuhkan untuk mendapatkan akurasi yang tinggi pada deteksi LLA. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rezatofghi, et al [8] telah berhasil mensegmentasi komponen Nukelus dari sel darah putih.

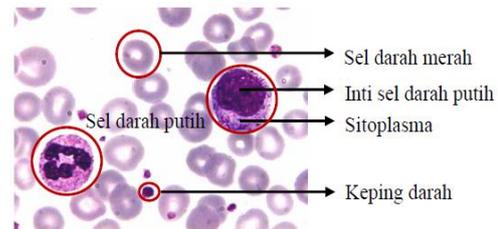
Untuk proses klasifikasi LLA yang lebih akurat dibutuhkan semua komponen dari sel darah putih, Pada penelitian ini digunakan ortogonalisasi Gram-Schmidt untuk menentukan ROI sel darah putih serta memotongnya menjadi sub-sub citra dengan tujuan untuk mempermudah proses segmentasi serta meningkatkan akurasi dari proses segmentasi. Pada penelitian ini akan dibandingkan akurasi dengan menggunakan 2 ruang warna CIE-L*a*b dan HSV.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Darah

Darah merupakan komponen dalam tubuh manusia berupa cairan suspensi koloid, yang berfungsi untuk memasok zat yang diperlukan oleh sel antara lain oksigen dan nutrisi, selain itu darah juga membawa sisa metabolisme dari ginjal dan paru-paru. Di dalam darah juga terdapat komponen yang merupakan campuran dari protein dan cairan garam yang berisi sel-sel darah atau biasa disebut plasma. Sel darah sendiri terbagi dalam tiga jenis yaitu: a. Eritrosit yang biasa disebut juga sel darah merah dengan fungsi untuk mengambil oksigen dari paru-paru dan membawanya ke jaringan yang membutuhkan untuk proses metabolisme. b. Leukosit atau yang dikenal sebagai sel darah putih dengan

fungsi utamanya untuk melawan penyakit infeksius yang masuk ke dalam tubuh. c. Trombosit atau keping darah yang berfungsi untuk pembekuan darah yang sangat dibutuhkan saat terjadi luka, pada Gambar 1 dapat kita lihat contoh citra mikroskopis darah[9].

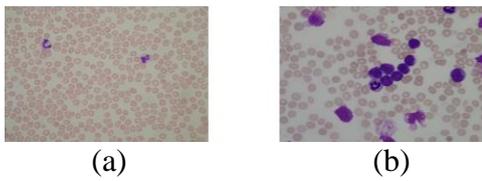


Gambar 1. Citra mikroskopis darah

2.2 Leukemia

Modifikasi biogenetik dari sel-sel progenitor pada organ Limfoid merupakan penyebab kanker darah jenis Leukemia Limfoblast Akut. Identifikasi LLA ditandai dengan pembentukan limfosit yang tidak terbatas yang biasa disebut dengan Limfoblast. Pembentukan Limfoblast yang tidak terbatas atau proliferasi berefek penghentian produksi darah dalam sumsum tulang yang pada akhirnya dapat menjadi penyebab kematian. Untuk membedakan tipe-tipe kanker digunakan dua sistem klasifikasi kanker oleh French American British (FAB) [10] dan World Health Organization (WHO) [11] di seluruh dunia untuk membedakan tipe-tipe kanker. Berdasarkan sistem klasifikasi FAB, LLA dibagi menjadi tiga tipe yaitu L1, L2 dan L3 masing-masing memiliki morfologi sel yang berbeda-beda. Sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi kanker oleh WHO LLA dibedakan menjadi tiga kategori yaitu pre-B, pre-T dan mature-B. Sepertiga dari total keseluruhan kanker yang diderita oleh anak-anak merupakan kasus LLA. Secara global terdapat 1

juta kejadian kanker, 25% di antaranya merupakan Leukemia.



Gambar 2. Contoh darah (a) Darah sehat (b) Contoh darah mengandung sel kanker

Spanyol, Italia, New Zealand merupakan negara-negara dengan angka kejadian LLA tertinggi di dunia. Sedangkan untuk benua Afrika, Asia dan Amerika angka kejadian LLA merupakan yang terendah. Sebanyak 20% angka kejadian LLA ditemukan pada usia dewasa di atas 65 tahun. Contoh darah sehat dan darah dengan sel kanker dapat kita lihat pada Gambar 2 [12].

2.3 Ortogonalisasi Gram-Schmidt

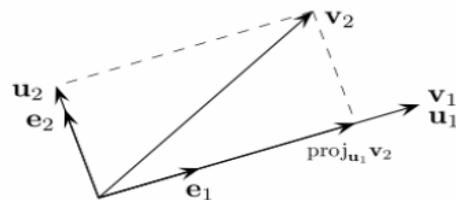
Gram-Schmidt merupakan metode orthogonalisasi himpunan vector pada *inner product space*, umumnya pada ruang Euclidean R^n . Misal himpunan vector $S = \{v_1, \dots, v_n\}$ maka proses Gram-Schmidt menghasilkan vector orthogonal $S' = \{u_1, \dots, u_n\}$ yang membentang di subruang yang sama dengan S yang dihasilkan oleh proses Gram-Schmidt [8]. Proyeksi dari Gram-Schmidt adalah sebagai berikut

$$proj_u v = \frac{\langle u, v \rangle}{\langle u, u \rangle} u = \langle u, v \rangle \frac{u}{\langle u, u \rangle} \quad (1)$$

Di mana $\langle u, v \rangle$ merupakan inner product dari vector u dan v. Vector v orthogonal vector u, proses metode Gram-Schmidt, seperti disajikan pada Gambar 3 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} u_1 &= v_1, & e_1 &= \frac{u_1}{\|u_1\|} \\ u_2 &= v_2 - proj_{u_1} v_2, & e_2 &= \frac{u_2}{\|u_2\|} \\ u_3 &= v_3 - proj_{u_1} v_3 - proj_{u_2} v_3, & e_3 &= \frac{u_3}{\|u_3\|} \\ & & & \vdots \\ u_k &= v_k - \sum_{j=1}^{k-1} proj_{u_j} v_k, & e_k &= \frac{u_k}{\|u_k\|} \end{aligned} \quad (2)$$

u_1, \dots, u_k merupakan vector orthogonal, e_1, \dots, e_k merupakan himpunan orthonormal.



Gambar 3. Dua langkah awal proses Gram-Schmidt

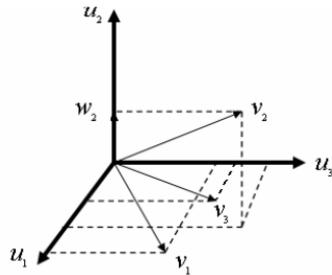
Berdasarkan metode ini, untuk himpunan bebas linear $S = \{v_1, \dots, v_n\}$, kita mendapatkan vector yang memiliki orthogonal maksimal dengan 1 vector v_k yang diinginkan dan yang memiliki orthogonal minimum dengan vector lain pada ruang N dimensi. Vector w_k dapat dihitung menggunakan formula (3) berikut :

$$w_k = v_k - \sum_{j=1}^{k-1} proj_{v_j} v_k \quad (3)$$

Maka, hasil inner product himpunan S, dengan w_k adalah sebagai berikut :

$$\begin{cases} \langle v_j, w_k \rangle = 0 & j \in 1, \dots, n \text{ dan } j \neq k \\ \langle v_k, w_k \rangle = K & K \neq 0 \end{cases} \quad (4)$$

Hubungan antara w_2 dengan v_1, v_2 dan v_3 ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara w_2 , v_1, v_2 dan v_3 dalam ruang 3D

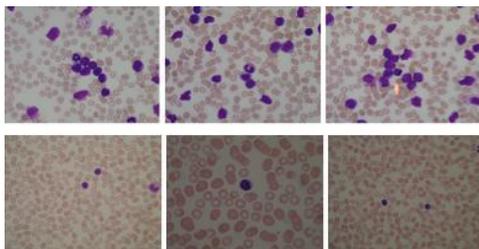
2.4 Dataset ALL-IDB1

Dataset citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah basis data citra leukemia limfoblastik akut (LLA) ALL-IDB1, yang disediakan oleh Labati, dkk.

ALL-IDB1 adalah *dataset* citra sampel sediaan apus darah tepi (*peripheral blood smear*) yang dikumpulkan oleh pakar di Pusat Penelitian Tettamanti di Tettamanti Research Center untuk leukemia anak-anak dan penyakit hematic, Monza, Italia dari individu yang tidak menderita ALL dan pasien penderita ALL.

Basis data ALL-IDB1 dapat digunakan untuk pengujian kemampuan algoritma segmentasi dan sistem klasifikasi karena terdiri dari citra dengan resolusi, perbesaran, dan pencahayaan yang berbeda-beda.

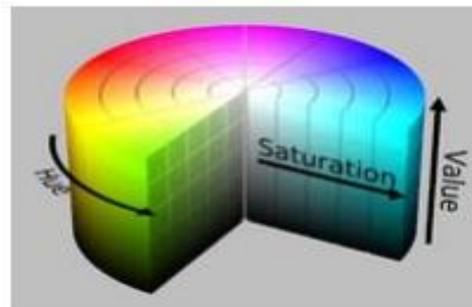
Gambar 5 merupakan 6 sampel yang diambil dari dataset ALL-IDB1 yang digunakan sebagai citra masukan pada penelitian ini.



Gambar 5. Citra ALL-IDB1

2.5 Ruang Warna HSV

Ruang warna HSV, seperti pada Gambar 6 adalah sistem koordinat yang dirancang dari RGB bentuk kubus. HSV secara geometris dirancang dalam bentuk heksagonal (*hexcone*) [13]. 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) [14].



Gambar 6. Ruang warna HSV

Rentang nilai pada komponen *Hue*, *Saturation* dan *Value* juga memiliki perbedaan dengan komponen *Red*, *Green* dan *Blue*. Pada *Hue* rentang nilainya berada diantara 00 – 3600 dimana rentang nilai warna-warna murni dijabarkan pada Tabel 1.

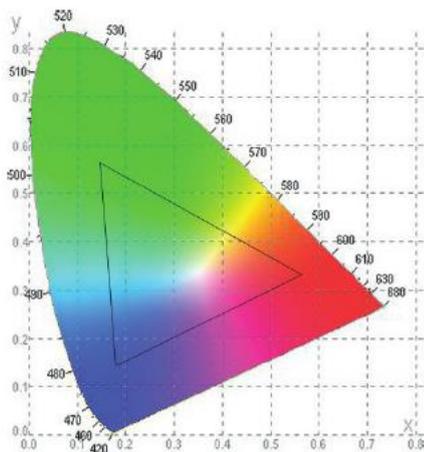
Tabel 1. Rentang nilai HSV

Angle	Colour
0-60	Red
60-120	Yellow
120-180	Green
180-240	Cyan
240-300	Blue
300-360	Magenta

2.6 Ruang Warna CIE-L*a*b

Diagram kromatisitas CIE (*Commission Internatiolle de L'Eclairage*) adalah grafik dua dimensi yang mendefinisikan warna,

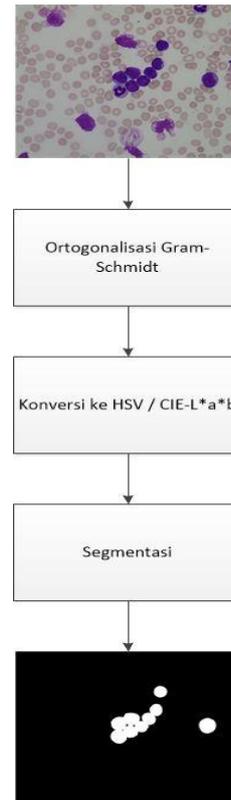
ditunjukkan oleh Gambar 7 [15]. Dua sumbu utama warna, yaitu x dan y selalu bernilai positif, dan perpaduannya menyatakan semua warna yang dapat dilihat. Segitiga dalam diagram CIE tersebut, dengan sudut-sudutnya pada area *red*, *green*, *blue*, digunakan pada monitor CRT dan panel LCD untuk mendefinisikan semua warna yang dapat ditampilkan monitor. Komponen L dalam ruang warna CIE $L^*a^*b^*$ mendefinisikan *lightness*, a^* menyatakan nilai *red/green*, dan b^* menyatakan nilai *yellow/blue* [16].



Gambar 7. Diagram kromatisitas CIE

3. Metode

Pada penelitian ini terdapat 3 tahap, yaitu penentuan ROI sel darah putih menggunakan ortogonalisasi Gram-Schmidt, tahap konversi ke ruang warna HSV / CIE- $L^*a^*b^*$ dan tahap segmentasi yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Alur kerja sistem

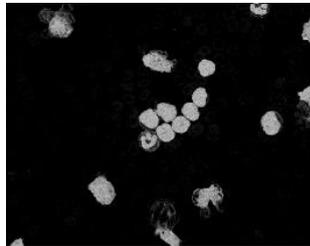
3.1 Penentuan ROI Awal Menggunakan Metode Ortogonalisasi Gram-Schmidt

Region Nukleus dapat dijadikan untuk penentuan ROI awal sel darah putih dikarenakan region Nukleus memiliki intensitas warna yang sangat berbeda dari region lainnya (sitoplasma, sel darah merah dan background). Intensitas citra LLA $F(x,y)$ diasumsikan sebagai vektor 3D yaitu terdiri dari vektor komponen R, $F^R(x,y)$, vektor komponen G, $F^G(x,y)$ dan vektor komponen B, $F^B(x,y)$. Vektor v_1 didefinisikan dari rata-rata vektor 3D region nukleus, Vektor v_2 dan v_3 didefinisikan dari vektor 3D region sitoplasma dan background (termasuk sel darah merah). Vektor v_1 , v_2 , v_3 ditentukan dari sample citra LLA dituliskan pada persamaan 5 berikut :

$$v_1 = [avg(F_n^R(x,y)) \quad avg(F_n^G(x,y)) \quad avg(F_n^B(x,y))]$$

$$\begin{aligned}
 v_2 &= [avg(F_c^R(x,y)) \quad avg(F_c^G(x,y)) \quad avg(F_c^B(x,y))], \\
 v_3 &= [avg(F_b^R(x,y)) \quad avg(F_b^G(x,y)) \quad avg(F_b^B(x,y))] \\
 v_1 &< v_2 < v_3
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

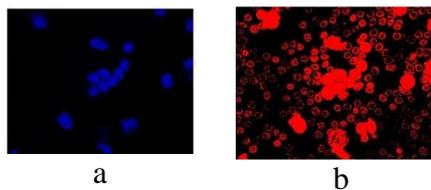
Hasil penentuan ROI awal sel darah putih menggunakan ortogonalisasi *Gram-Schmidt* ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. ROI awal sel darah putih

3.2 Konversi Citra

Setelah didapatkan ROI awal sel darah putih, citra dikonversikan ke dalam ruang warna lain, seperti ditunjukkan pada Gambar 10. Pada penelitian ini akan dibandingkan penggunaan 2 ruang warna yang berbeda, yaitu ruang warna HSV dengan CIE-L*a*b.



Gambar 10. ROI awal sel darah putih dalam ruang warna (a) HSV (b) CIE-L*a*b

4. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini performa sistem diukur menggunakan nilai *precision* dan *recall*. Untuk mengukur *precision* dan *recall* digunakan citra *groundtruth* yang didapatkan dengan mensegmentasi secara manual menggunakan aplikasi Photoshop. Contoh citra *groundtruth* dari dataset ALL-IDB1 ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Contoh citra groundtruth

Pada Gambar 12 dan Gambar 13 ditampilkan hasil segmentasi di dalam ruang warna HSV dan CIE-L*a*b.



Gambar 12. Hasil segmentasi sel darah putih dalam ruang warna HSV



Gambar 13. Hasil segmentasi sel darah putih dalam ruang warna CIE-L*a*b

Tabel 2. Hasil perhitungan akurasi segmentasi sel darah putih

Citra	HSV		CIE-L*a*b	
	P	R	P	R
1	0.944	0.997	0.895	0.974
2	0.993	0.901	0.922	0.830
3	0.903	0.842	0.970	0.898
4	0.999	0.997	0.914	0.877
5	0.930	0.989	0.970	0.974
6	0.934	0.996	0.882	0.994
7	0.900	0.936	0.902	0.889
8	0.997	0.981	0.949	0.999
9	0.997	0.968	0.952	0.958
10	0.985	0.985	0.915	0.999
Rata-rata	0.958	0.959	0.927	0.939

Pada Tabel 2 ditampilkan hasil perhitungan *precision* dan *recall* untuk mengukur performa sistem segmentasi sel darah putih dalam ruang warna HSV dan CIE-L*a*b.

5. Penutup

Dari hasil uji coba didapat rata-rata *precision* untuk ruang warna

HSV dan CIE-L*a*b masing-masing 0.958 dan 0.927, sedangkan rata-rata nilai recall untuk ruang warna HSV dan CIE-L*a*b masing-masing 0.959 dan 0.939. Sehingga dapat disimpulkan segmentasi sel darah putih dalam ruang warna HSV menghasilkan nilai precision dan recall yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan ruang warna CIE-L*a*b.

Proses segmentasi sel darah putih merupakan tahapan krusial sebelum proses klasifikasi ALL, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan metode segmentasi dan ruang warna yang lain.

6. Daftar Pustaka

- [1] G. Kusnanto, A. Habib, and C. Ardiyanti, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Gigi dan Mulut serta Kebutuhan Perawatannya," *KONVERGENSI*, vol. 11, no. 2, pp. 87–99, 2015.
- [2] E. Suanto, M. Sidqon, and F. A. Hermawati, "Sistem Diagnosa Berbasis Fuzzy pada Penyakit Polineuropati Akibat Diabetes Melitus," *KONVERGENSI*, vol. 13, no. 1, pp. 18–31, 2017.
- [3] F. A. Hermawati, H. Tjandrasa, and N. Suciati, "Combination of Aggregated Channel Features (ACF) detector and Faster R-CNN to improve object detection performance in fetal ultrasound images," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 11, no. 6, 2018.
- [4] F. A. Hermawati, H. Tjandrasa, Sugiono, G. I. P. Sari, and A. Azis, "Automatic femur length measurement for fetal ultrasound image using localizing region-based active contour method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1230, no. 1, 2019.
- [5] L. Putzu, G. Caocci, and C. Di, "Artificial Intelligence in Medicine Leucocyte classification for leukaemia detection using image processing techniques," *Artif. Intell. Med.*, vol. 62, no. 3, pp. 179–191, 2014.
- [6] B. Bain, *Blood cells: A practical guide*. 2008.
- [7] D. Huang, K. Hung, and Y. Chan, "The Journal of Systems and Software A computer assisted method for leukocyte nucleus segmentation and recognition in blood smear images," *J. Syst. Softw.*, vol. 85, no. 9, pp. 2104–2118, 2012.
- [8] S. H. Rezatofighi, "A New Approach to White Blood Cell Nucleus Segmentation Based on Gram-Schmidt Orthogonalization," pp. 107–111, 2009.
- [9] A. Hapantenda, F. X. Ferdinandus, and R. A. Harianto, "Deteksi Jumlah Leukosit Bersentuhan Pada Citra Mikroskopis Leukemia Limfoblastik Akut Menggunakan Multiple K-Means Clustering," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2018*, 2018, pp. 57–62.
- [10] J. M. Bennett *et al.*, "Proposals for the Classification of the Acute Leukaemias French??American??British (FAB) Co??operative Group," *Br. J. Haematol.*, vol. 33, no. 4, pp. 451–458, 1976.
- [11] J. W. Vardiman *et al.*, "The 2008 revision of the World Health Organization (WHO) classification of myeloid neoplasms and acute leukemia:

- Rationale and important changes,” *Blood*, vol. 114, no. 5, pp. 937–951, 2009.
- [12] A. Hapantenda and F. X. Ferdinandus, “SISTEM OTOMATIS UNTUK CROPPING REGION OF INTEREST SEL DARAH PUTIH PADA CITRA LEUKEMIA LIMFOBLAST AKUT,” in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi - SEMANTIKOM 2017*, 2017, pp. 133–140.
- [13] V. Chernov, J. Alander, and V. Bochko, “Integer-based accurate conversion between RGB and HSV color spaces,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 46, pp. 328–337, 2015.
- [14] K. K. Sareen, G. K. Knopf, and R. Canas, “Hierarchical data clustering approach for segmenting colored three-dimensional point clouds of building interiors,” *Opt. Eng.*, vol. 50, no. 7, p. 77003, 2011.
- [15] J. C. Russ, *The Image Processing Handbook*, 6th ed. New York: CRC Press, 2011.
- [16] F. Scotti, “Robust segmentation and measurements techniques of white cells in blood microscope images,” in *Conference Record - IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference*, 2006, no. April, pp. 43–48.