

Penerapan Teknik *Blob Analysis* dalam Pemilihan *Region of Interest* pada Citra Leukosit

Wahyu Andi Saputra

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

andi@ittelkom-pwt.ac.id

Accepted on 20-05-2020

Abstrak

Leukimia merupakan penyakit pada manusia yang terjadi karena tubuh memproduksi sel darah putih dalam jumlah yang tidak wajar. Dalam penelitian di bidang IT yang berkaitan dengan sel darah putih, umumnya data yang digunakan sebagai pengujian adalah citra sel darah putih yang diambil dengan bantuan mikroskop. Mula-mula, sel darah putih diletakkan pada preparat, diberi pewarnaan untuk mempertegas warna sel, lalu diambil gambar sel tersebut. Citra yang diambil umumnya masih merupakan citra berukuran besar yang jumlahnya lebih dari satu citra sel darah putih. Padahal umumnya, untuk melakukan ekstraksi fitur, diperlukan satu sel darah putih pada satu citra. Hal ini menjadi pekerjaan tersendiri pada sebuah penelitian.

Upaya untuk memilih area sel darah putih dapat dilakukan dengan pendekatan pengolahan citra. Citra yang berukuran besar dan bisa terdiri dari berbagai sel darah putih akan dipilih areanya agar menjadi area yang lebih spesifik. Hal ini disebut dengan *Region of Interest*. Penelitian ini bertujuan untuk memilih *Region of Interest* pada sel darah putih secara otomatis dengan menggunakan teknik *Blob Analysis* yang memanfaatkan *BoundingBox*. Dengan bantuan citra *groundtruth* yang didapat dari pakar, area ini kemudian menjadi rujukan dalam menandai koordinat sel darah putih pada citra aslinya. Kemudian, kordinat tersebut diterapkan pada citra asli untuk dilakukan pemotongan agar menjadi citra yang lebih kecil dan memiliki satu sel darah putih.

Pengujian dilakukan pada 250 citra berbagai jenis sel darah putih. Dari pengujian, didapatkan hasil *Region of Interest* dari citra dengan tingkat ketelitian mencapai 99.95%. Hasil penelitian diharapkan dapat memudahkan peneliti dalam mengembangkan penelitian lebih jauh pada citra sel darah putih.

Kata Kunci: Leukimia, Sel darah putih, *Region of Interest*, *Blob Analysis*

I. PENDAHULUAN

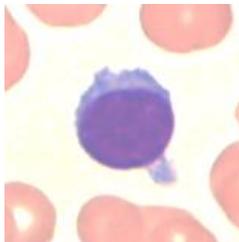
Leukosit atau sel darah putih merupakan bagian dari sistem peredaran darah manusia yang memiliki tugas dalam membunuh kuman penyakit yang masuk ke dalam tubuh. Berdasarkan bentuk fisiknya, terdapat 5 elemen sel darah putih dengan komposisinya yaitu neutrofil 50-70%, limfosit 25-30%, monosit 3-9%, eosinofil 0-5%,

dan basofil 0-1%. Persentase tersebut merupakan angka yang dianggap ideal untuk menentukan tingkat kesehatan sel darah putih. Namun demikian, jumlah sel darah putih dapat mengalami peningkatan atau penurunan saat penyakit menyerang tubuh sebagai respon sistem imun [1], [2].

Dalam melakukan identifikasi sel darah putih, hematolog ataupun para pakar menggunakan berbagai metode dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik dan jumlah tiap komponen sel darah putih. Mikroskop masih merupakan alat bantu utama untuk mengetahui gambaran sel darah yang ada pada seseorang. Perhitungan secara manual ini mengakibatkan lamanya proses perhitungan, subjektifnya tahap identifikasi, dan cenderung terjadi kesalahan. Pendekatan secara digital layak untuk dikembangkan mengingat objektivitas yang dihasilkan memiliki nilai yang valid dan reliabel.

Penelitian yang dilakukan oleh [3] bertujuan untuk mengidentifikasi limfoblastik leukemia pada sel darah putih. Penelitian ini melibatkan algoritma *k-Means clustering* untuk memisahkan citra sediaan darah kemudian proses klasifikasi dilakukan dengan metode SVM. Dari penelitian ini didapatkan nilai akurasi rekognisi sel dan sel darah putih normal sebesar 95,45%. Satu hal yang bisa menjadi catatan, penelitian ini menggunakan citra yang spesifik hanya memiliki satu objek leukosit pada tiap citranya. Contoh data yang diuji dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian yang dilakukan oleh [4] bertujuan untuk mengklasifikasi sel darah putih menggunakan SVM dan histogram *oriented gradient* sebagai metode ekstraksi fitur. Adapun penilaian yang dijadikan sebagai bahan komparasi adalah *Radial Basis Function* dan Linear. Dari penelitian ini, didapatkan akurasi dengan nilai 72,26%. Penelitian ini juga menggunakan citra yang hanya mengandung 1 objek leukosit pada tiap Citra yang diuji.



Gambar 1. Contoh citra yang diuji pada penelitian [3]

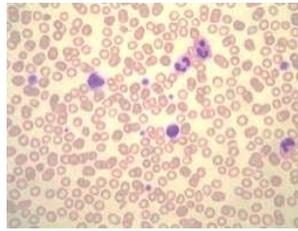
Rangkaian kajian di atas menunjukkan bahwa penelitian di bidang leukosit umumnya menggunakan citra yang secara spesifik mengandung hanya 1 objek leukosit. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan proses *cropping* atau pemotongan area leukosit agar diperoleh RoI dari citra sediaan darah yang masih mengandung banyak komponen darah. Citra yang hanya mengandung RoI sangat berpengaruh terhadap proses komputasi, yakni efisiensi informasi yang diproses oleh mesin komputasi. Adapun, dalam penelitian ini juga melibatkan citra *groundtruth* yang nantinya dapat digunakan sebagai panduan dalam memilih *Region of Interest* (RoI).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Leukosit

Sel darah putih atau leukosit merupakan bagian penting dari sistem imun atau pertahanan tubuh manusia. Tugas utama komponen darah ini adalah melawan mikroorganisme penyebab infeksi, racun, sel awal tumor, dan zat-zat asing yang bisa membahayakan tubuh. Volume leukosit dalam darah jauh lebih sedikit dibandingkan dengan sel darah merah, yakni 45 hingga 7000 sel/mikroliter dalam kondisi normal [5]. Gambar 2 menunjukkan wujud leukosit dalam citra mikroskopis sediaan darah.

Berdasarkan bentuk morfologinya, terdapat 5 jenis leukosit yakni basofil, eosinofil, neutrofil, monofil, dan limfosit. Basofil bertugas dalam memberikan respon pada peradangan. Eusinofil berperan dalam melawan penyakit parasitik dan alergi. Neutrofil memiliki tugas dalam pertahanan awal imunitas non spesifik terhadap infeksi bakteri. Limfosit bertugas dalam membentuk antibodi. Sedangkan, monosit berperan dalam pembersihan tubuh dari sel mati. [6]

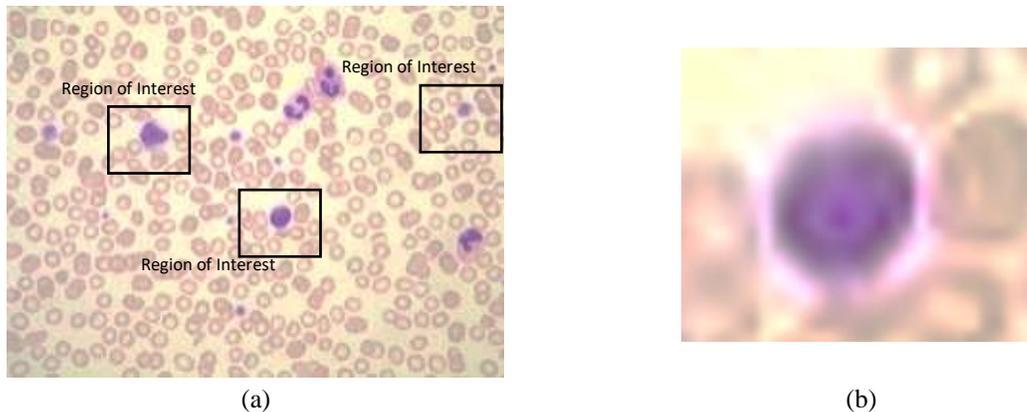


Gambar 2. Leukosit digambarkan dengan warna keunguan pada citra mikroskopis darah [7]

B. Region of Interest (RoI)

Secara umum, definisi dari *Region of Interest* daerah dari suatu citra yang memiliki perhatian khusus pada penelitian dan mengandung informasi dengan jumlah yang paling banyak. Pemilihan RoI yang tepat akan meningkatkan efisiensi komputasi, khususnya dalam hal ini adalah sistem yang bekerja dalam pengolahan citra. Dari beberapa kasus, pemilihan RoI yang tepat dapat meningkatkan performansi dari proses segmentasi dan klasifikasi [7], [8]. Gambar 3 menunjukkan ilustrasi RoI pada citra sediaan darah.

Dalam hal citra mikroskopis sediaan darah, RoI merupakan area dengan cakupan/ukuran yang lebih sedikit namun memiliki informasi yang paling kaya. Leukosit sebagai bagian dari citra sediaan darah nantinya akan dikelilingi oleh berbagai objek lain seperti sel darah merah dan plasma darah. Citra yang mengandung RoI sewajarnya dapat mengeliminasi objek-objek lain yang tidak terpakai, menurunkan resolusi citra, dan membuat area leukosit menjadi sentral dari citra.



Gambar 3. (a) Ilustrasi citra sediaan darah yang telah diberi penanda RoI. (b) Area citra yang telah dipotong menjadi RoI

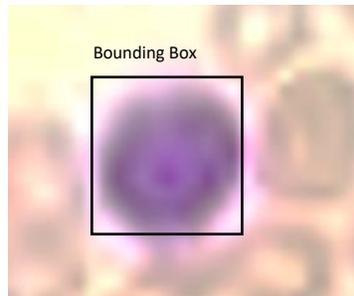
C. Blob Analysis

Blob Analysis merupakan kemampuan dasar bagi mesin yang berkaitan dan Computer Vision untuk menganalisis area suatu citra yang konsisten. Area ini dapat terlihat dengan jelas dan telah terpisahkan dengan citra latarnya. Blob merupakan kumpulan piksel yang saling terhubung satu sama lain yang kemudian membentuk suatu area pada citra. Dari sini, beberapa parameter yang bisa didapatkan adalah banyaknya objek, luas area, keliling area, koordinat, titik pusat massa, dan beberapa parameter lain yang bisa diambil dari bentuk fisik suatu objek. [9], [10]

D. Boundingbox

BoundingBox adalah salah satu parameter yang ada pada Blob Analysis. Parameter ini akan membentuk kordinat x dan y dalam bentuk *rectangle* yang mana objek *rectangle* tersebut akan menutupi area minimal dari objek Blob yang sedang diteliti. Parameter ini sangat bermanfaat dalam mengetahui koordinat yang dapat menutupi atau melingkupi suatu area yang dikehendaki.

Gambar 4 menunjukkan ilustrasi penggunaan BoundingBox. Garis rectangular berwarna hitam merupakan garis yang melingkupi seluruh area dari objek leukosit sehingga seluruh area tepi (area minimal) menempel pada garis tersebut. Nilai BoundingBox direpresentasikan dengan titik koordinat x-y di kiri atas ke x-y kanan bawah sehingga apabila kkoordinat tersebut dibuat sebuah garis bantu akan membentuk suatu objek *rectangular*.



Gambar 4. Ilustrasi penggunaan BoundingBox

III. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Penelitian

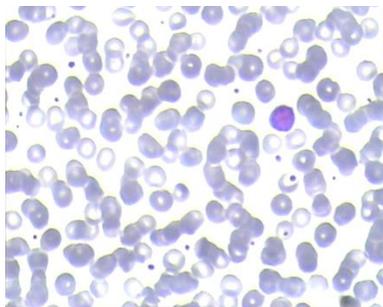
Secara umum, alur penelitian ditampilkan pada Gambar 5.



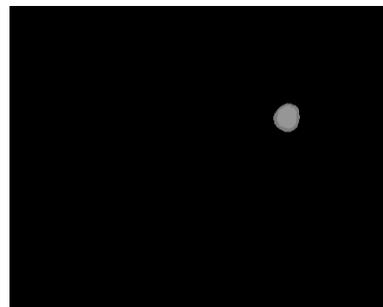
Gambar 5. Diagram Blok Penelitian

1) Akuisisi Citra

Dataset citra sel darah putih didapatkan dari [11] yang berisi 250 citra dan terdiri dari neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil. Format yang didapatkan adalah *.bmp* dengan ukuran 720x576 dan kanal RGB. Area leukosit pada tiap citra tercampur dengan berbagai sel lain seperti sel darah merah dan plasma darah. Gambar 6 menunjukkan contoh citra citra asli leukosit dan citra *groundtruth*.



(a)



(b)

Gambar 6. Contoh citra dari dataset (a) Citra asli (b) Citra Groundtruth

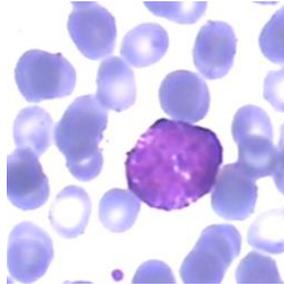
2) *Pengolahan Citra*

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengolahan citra untuk mengetahui lokasi dari sel darah putih dari citra *groundtruth* atau citra yang telah diberi penanda lokasi leukosit oleh pakar. Citra ini merupakan tumpuan untuk mengetahui kordinat yang tepat mengenai lokasi dari sel darah putih. Citra *groundtruth* pada penelitian berupa citra skala keabuan dengan format *.bmp* dan ukuran 720x576, seperti ditunjukkan pada Gambar 6 (a). Proses pengolahan citra akan mengetahui lokasi dari leukosit pada citra.

Titik kordinat akan diperoleh dengan melakukan konversi ke skala biner pada citra *groundtruth*. Objek putih dari citra biner akan dilakukan operasi Blob Analysis sehingga dapat diidentifikasi area *BoundingBox* dari tiap objek. Area dari leukosit akan diketahui dengan mengambil nilai kordinat pada citra *groundtruth* yang telah dilakukan operasi sebelumnya. Dari sini, operasi *cropping* telah siap dilakukan.

3) *Hasil pemotongan/cropping*

Setelah proses pengolahan citra, dilakukan proses pemotongan citra *Region of Interest* yang mengandung leukosit oleh sistem. Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan citra dengan ukuran yang lebih kecil namun benar-benar mengandung citra leukosit. Proses *looping* atau perulangan dapat dilakukan berulang kali sehingga hal ini membuat sistem dapat bekerja dengan lebih efisien. Gambar 7 menunjukkan contoh citra hasil pemotongan.



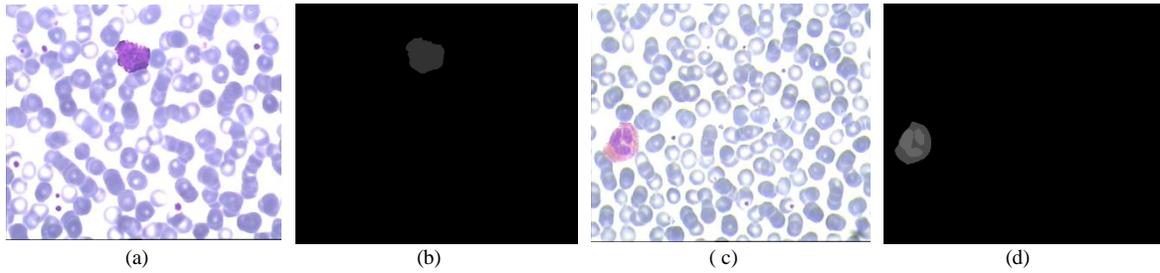
Gambar 7. Contoh citra hasil *cropping*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap jenis leukosit yang ada pada dataset memiliki citra asli dan citra *groundtruth*, dan keduanya digunakan dalam melakukan pemotongan area *RoI*. Adapun pada area *RoI* nantinya akan memiliki ukuran yang lebih kecil dan hanya berisi 1 objek leukosit. Hal ini semata-mata untuk membuat proses kalkulasi menjadi lebih efisien karena area yang tidak digunakan dalam penelitian telah tereliminasi.

A. *Akuisisi Citra*

Dari dataset, diperoleh 250 citra leukosit yang terdiri dari neutrofil, limfosit, eosofil, basofil, dan monosit. Beberapa contoh citra asli dan citra *groundtruth* dari tiap jenis leukosit ditunjukkan pada Gambar 9. Tanpa melakukan operasi tambahan untuk memanipulasi citra aslinya seperti merubah resolusi, peningkatan kecerahan, ataupun kompresi, seluruh citra asli dan *groundtruth* pada dataset yang diperoleh akan dilakukan operasi pengolahan citra pada proses selanjutnya.



Gambar 8. (a) citra asli basophil. (b) *groundtruth* basophil. (c) citra asli eosinophil. (d) *groundtruth* eosinofil

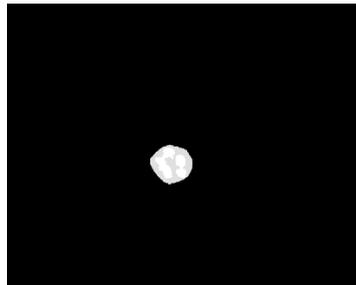
Citra asli yang berwarna keunguan merupakan citra yang akan dilakukan pemotongan dan masih terdiri dari berbagai komponen darah. Sedangkan, citra *groundtruth* berwarna keabuan yang merupakan gambaran dari citra asli yang telah diberi penanda lokasi leukosit oleh pakar.

B. Pengolahan Citra

1) Pengambilan nilai Otsu

Citra *groundtruth* kemudian dilakukan pengolahan pada sistem untuk diambil *nilai Otsu Thresholding*. Nilai ini merupakan nilai batas ambang dalam membedakan antara objek warna hitam dan warna putih. Proses pengambilan nilai tersebut dilakukan pada citra *groundtruth* karena citra tersebut memiliki warna yang cenderung berskala keabuan (Gambar 9) atau memiliki ragam warna yang sedikit sehingga memudahkan dalam proses konversi. Dengan didapatkannya nilai Otsu, sistem akan lebih mudah dalam melakukan konversi area-area yang nantinya akan menjadi hitam dan akan menjadi putih pada citra biner.

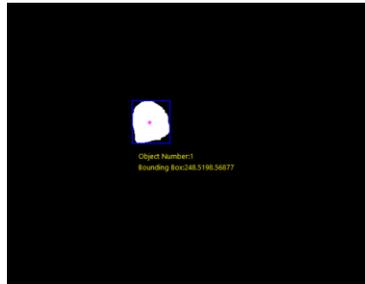
```
nilai Otsu pada citra neut/1.bmp ==> 4.392157e-01  
nilai Otsu pada citra neut/2.bmp ==> 4.392157e-01  
nilai Otsu pada citra neut/3.bmp ==> 4.392157e-01  
nilai Otsu pada citra neut/4.bmp ==> 4.392157e-01  
nilai Otsu pada citra neut/5.bmp ==> 4.392157e-01
```



Gambar 9. Contoh Citra *groundtruth* yang diambil nilai Otsu nya

2) Konversi citra ke skala biner

Konversi citra dari *grayscale* ke biner dilakukan untuk memudahkan proses morfologi citra sehingga bisa diperoleh ciri fisik dari objek. Hasil dari proses konversi biner adalah citra yang tadinya berwarna keabuan menjadi citra yang hanya terdiri dari komponen hitam dan putih (Gambar 10). Area hitam merupakan area yang tidak digunakan atau dapat diabaikan dalam manipulasi citra. Sedangkan, area *putih* merupakan objek yang nanti akan dilakukan manipulasi. Dalam hal ini, area yang berwarna putih adalah objek leukosit pada citra.



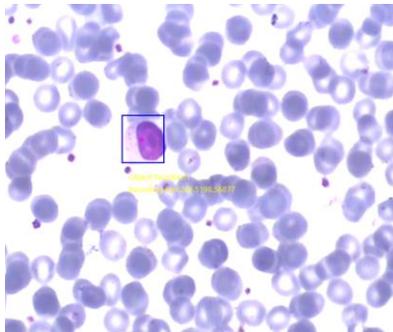
Gambar 10. Contoh citra yang telah dikonversi ke skala biner

3) Memperoleh nilai kordinat area RoI

Objek putih yang terpampang pada citra biner akan dilakukan pencarian nilai *boundingbox* untuk mendapatkan koordinat objek tersebut. Kondisi dari setiap *boundingbox* pada objek objek berwarna putih akan mewakili nilai koordinat x dan y minimal sehingga semua area *rectangle* akan mencakup semua area putih pada citra skala biner. Dari Gambar 11, objek *boundingbox* digambarkan dalam bentuk *rectangle* dengan garis berwarna biru yang mengitari objek putih. Sementara itu, keterangan dengan caption “BoundingBox” merupakan area koordinat dari *boundingbox* pada objek putih tersebut.

4) Penerapan nilai koordinat pada citra asli

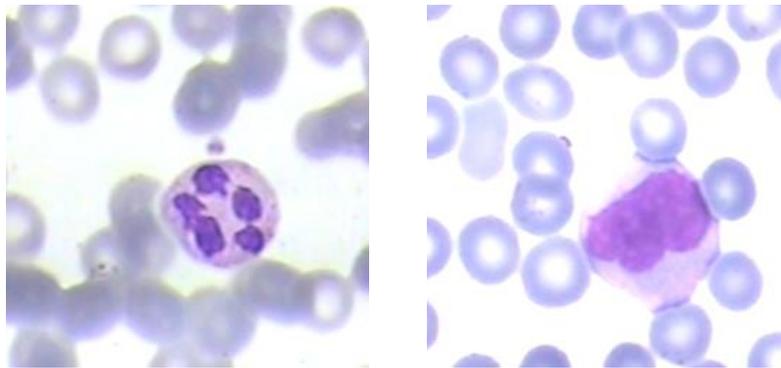
Setelah didapatkan koordinat area RoI pada citra *groundtruth*, nilai koordinat tersebut akan diterapkan pada citra asli layaknya memetakan suatu area *rectangle* dari satu citra ke citra yang lain sehingga hasil pemetaan *boundingbox* memiliki koordinat yang sama. Dari area tersebut maka dapat dipastikan bahwa area yang telah diberi penanda berbentuk kotak merupakan area leukosit pada citra.



Gambar 11. Implementasi BoundingBox pada citra asli

5) Hasil Pemotongan area RoI

Dari sini, sistem dapat melakukan *cropping* atau pemotongan citra sehingga didapatkan area dari citra asli dengan ukuran yang lebih kecil dan telah mengandung satu objek leukosit. Koordinat pemotongan area pada citra asli didasarkan pada nilai BoundingBox yang telah diperoleh pada proses sebelumnya. Dalam penerapan *boundingbox* ke citra asli, diberikan tambahan area sebesar 100 pixel ke koordinat X+- dan 250 pixel ke Y +- (ke atas, kanan, bawah, dan kiri) agar hasil pemotongan tidak terlalu menempel pada area tepi dari objek. Hasil *cropping* (pemotongan) dari *boundingbox* ke citra asli ditunjukkan pada Gambar 12.

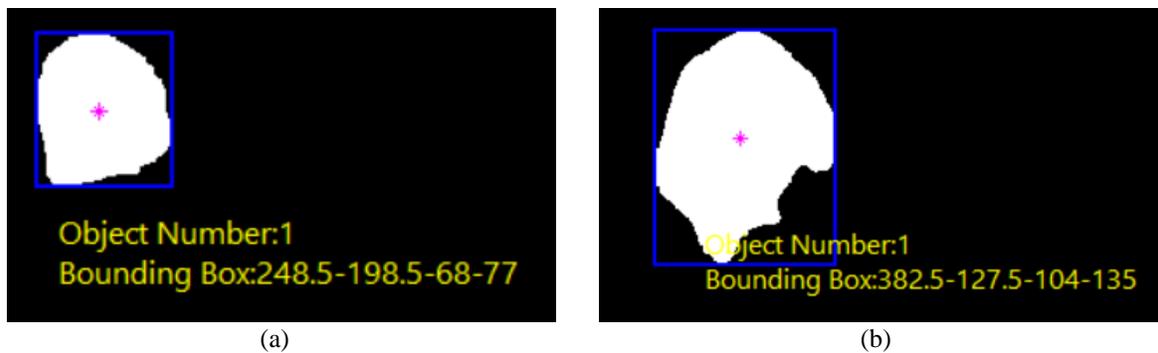


Gambar 12. Hasil proses cropping pada (a) Neutrofil (b) Monosit

C. Analisis dan Pembahasan

Tiap area yang ada pada citra merupakan perwakilan dari piksel dengan berbagai nilai yang menggambarkan komponen darah yang tersebar pada seluruh permukaan citra. Dalam penelitian ini, tujuan pengembangan sistem adalah untuk mengetahui lokasi dari leukosit secara tepat sehingga peneliti tidak perlu melakukan pemotongan area ROI secara manual karena hal ini akan membutuhkan waktu yang lama. Citra *groundtruth* dari pakar memberikan petunjuk yang pasti dalam menentukan koordinat sel darah putih. Hal ini ditunjukkan dengan adanya warna putih keabuan pada citra *groundtruth*. Dengan adanya manipulasi citra, nantinya sistem dapat memperoleh koordinat *boundingbox* yang digambarkan dalam bentuk *rectangle* sehingga koordinat tersebut bisa diterapkan pada citra asli dimana lokasi leukosit berada.

Berdasarkan implementasi metode yang telah dilakukan, konversi citra dari citra berskala keabuan menjadi skala biner dilakukan dengan metode Otsu. Proses konversi berhasil menghasilkan citra biner yang tegas dan bisa membedakan area putih dan hitam. Dalam melakukan konversi citra ke dalam skala biner, diperlukan satu nilai sebagai patokan dalam merubah nilai intensitas ke 1 (putih) atau ke 0 (hitam). Cara yang dilakukan adalah dengan mencari nilai ambang batas dengan metode Otsu sehingga nilai Otsu tersebut dapat digunakan sebagai pembatas dalam melakukan konversi citra berwarna ke biner. Area hitam merupakan area yang nantinya dapat diabaikan karena area tersebut ketika dikalikan dengan angka berapapun akan menghasilkan nilai 0 yang artinya area tersebut tidak diperlukan dalam penelitian. Area putih merupakan area yang menjadi *Region of Interest* atau area yang akan menjadi fokus penelitian. Selain itu, area berwarna putih dapat dilakukan manipulasi karena dia terdiri dari angka 1 yang ketika dikalikan dengan angka berapapun selain 0 akan menghasilkan angka bukan 0 sehingga dapat dilakukan berbagai jenis operasi pengolahan citra yang berkaitan dengan morfologi atau operasi perubahan bentuk fisik dari citra.



Gambar 13. Dua contoh citra biner yang diambil nilai koordinatnya dengan Boundingbox

Diilustrasikan pada Gambar 13, pengambilan koordinat area berwarna putih pada citra biner digunakan *Blob Analysis* dengan parameter *boundingbox*. Parameter ini merupakan area kotak yang mewakili koordinat

minimal untuk dapat menampung seluruh bagian dari objek. *BoundingBox* sendiri merupakan perwakilan dari area X dan Y yang diambil dari sisi kiri atas ke kanan bawah objek. Misalkan, Gambar 13 (a) tertulis "Bounding Box: 248.5-198.5-68-77" yang artinya jika ditranslasikan adalah " Bounding Box pada objek tersebut terletak pada sumbu X di 248.5 dan sumbu Y di 198.5. Lalu, ditarik garis pada sumbu X sepanjang 68 dan sumbu Y sepanjang 77 ".

Operasi pengambilan nilai *boundingbox* dilakukan secara berulang-ulang dari tiap Citra *groundtruth*. Nilai ini dipasangkan pada tiap citra asli sehingga koordinat dari *groundtruth* yang bersesuaian bisa dipetakan pada citra aslinya. Tiap objek leukosit yang ada pada citra asli dapat terdeteksi atau diketahui keberadaannya sesuai dengan nilai *boundingbox tersebut* sesuai dengan lokasi yang telah diberikan penanda oleh pakar.

Tantangan yang mungkin dihadapi dari penelitian yang berkaitan dengan pemilihan ROI seperti pada penelitian ini adalah tidak adanya citra *groundtruth* yang menjadi acuan dalam menentukan benar-tidaknya lokasi suatu *Region of Interest*. Lokasi ROI yang akurat dibutuhkan dalam penelitian karena hal ini berkaitan dengan tepat-tidaknya output sistem secara keseluruhan.

V. KESIMPULAN

Pengolahan citra dengan teknik Blob Analysis dapat digunakan untuk mengetahui ciri morfologis objek pada suatu citra biner. Dari ciri tersebut, dapat diketahui nilai koordinat dari tiap objek pada citra sehingga proses penentuan lokasi leukosit dapat diketahui dengan akurat. Hal ini dibuktikan dengan tingkat ketepatan pemilihan ROI antara citra asli dengan citra *groundtruth* yang mencapai 99,95%. Citra *groundtruth* yang didapat dari pakar memiliki peran yang begitu signifikan karena citra tersebut nilai ketepatan yang absolut dalam hal penentuan lokasi leukosit yang akhirnya digunakan di proses *cropping*. Pada penelitian ke depannya, diharapkan perolehan lokasi leukosit dapat dilakukan oleh sistem tanpa harus melibatkan citra *groundtruth* agar sekup penelitian pada bidang hematologi bisa lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. W. Damar, *Interpretasi Hitung Jenis Leukosit - Shift To The Left Pada Neutrofil*. [Daring]. Tersedia di: <https://www.alomedika.com/interpretasi-hitung-jenis-leukosit-shift-to-the-left-pada-neutrofil>. [Diakses: 15-Apr-2020].
- [2] M. F. McBride dan M. A. Burgman, *Expert Knowledge and Its Application in Landscape*, XIV. New York: Springer, 2012.
- [3] M. D. Suratin, Rahmadwati, dan A. Muslim, 2015. *Identifikasi Sel Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) pada Citra Peripheral Blood Smear Berdasarkan Morfologi Sel Darah Putih*. elektronik Jurnal Arus Elektro Indonesia (eJAEI). 1 (3). hal. 7–12.
- [4] B. Caraka, B. A. A. Sumbodo, dan I. Candradewi, 2017. *Klasifikasi Sel Darah Putih Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) Berbasis Pengolahan Citra Digital*. IJEIS. 7 (1). hal. 25–36.
- [5] N. Ashton, 2013. *Physiology of red and white blood cells*. Anaesthesia and Intensive Care Medicine. 14 (6). hal. 261–266.
- [6] S. Bakhri.AK, 2018. *ANALISIS JUMLAH LEUKOSIT DAN JENIS LEUKOSIT PADA INDIVIDU YANG TIDUR DENGAN LAMPU MENYALA DAN YANG DIPADAMKAN*. Jurnal Media Analis Kesehatan. 1 (1). hal. 83–91.
- [7] G. Kim dan A. Torralba, 2009. *Unsupervised Detection of Regions of Interest Using Iterative Link Analysis*. Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS). hal. 1–9.
- [8] A. Tungkasthan dan W. Premchaiswadi, 2011. *Automatic Region of Interest Detection in Natural Images*. 15th WSEAS International Conference on Computers. hal. 437–444.
- [9] A. V. and Team, *Blob Analysis*. [Daring]. Tersedia di: https://docs.adaptive-vision.com/current/studio/machine_vision_guide/BlobAnalysis.html. [Diakses: 16-Apr-2020].
- [10] V. Technologies and team, *What is a blob?* [Daring]. Tersedia di: <https://www.visco-tech.com/english/technical/direction-presence/blob/>. [Diakses: 16-Mei-2020].
- [11] H. Rezatofighi, S.H., Soltanian-Zadeh, 2011. *Automatic recognition of five types of white blood cells in peripheral blood*. Computerized Medical Imaging and Graphics. 35 (4). hal. 333–343.