

SEGMENTASI SEL DARAH PUTIH PADA CITRA DARAH MIKROSKOPIS

Oleh: Indah Susilawati

Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Jl. Wates Km. 10 Yogyakarta Telp. (0274) 6498211, 6498212 Fax. (0274) 6498213
email: indah_nik@yahoo.co.id

Abstract

The analysis of human blood is very important especially in the process of disease diagnosis. Hospital or laboratory doing blood analysis with excellent accuracy but shortcomings lies in the slow process and accuracy become unstandarized because it depends on the level of expertise and experience of the operator and also the level of fatigue. In this research, segmentation of white blood cells on microscopic blood image derived from healthy patients and patients with ALL (Acute Lymphoblastic Leukemia). Segmentation can be used as the initial process for blood analysis, namely, blood analysis involving white or red blood cells counting.

Segmentation of white blood cells on microscopic blood image in this study was performed using the fundamental algorithms in image processing techniques, including contrast stretching and thresholding. The final process of segmentation is done by means of element-wise multiplication of microscopic blood image and the corresponding gray level image resulted from the thresholding process. The method tested on 40 microscopic blood images. Overall, white blood cells segmentation method in this study reached as high as 97.73% performance.

Keywords: white blood cells, contrast stretching, thresholding, element-wise, segmentation.

Abstrak

Analisis darah manusia sangat penting terutama terkait dengan diagnosa suatu penyakit. Rumah sakit atau laboratorium melakukan analisis darah dengan akurasi yang sangat baik namun kekurangannya terletak pada prosesnya yang lambat dan akurasinya menjadi tidak terstandarisasi karena sangat tergantung pada tingkat keahlian/pengalaman operator dan juga tingkat kelelahan. Pada penelitian ini dilakukan segmentasi sel darah putih pada citra darah mikroskopis yang berasal dari pasien sehat dan pasien ALL (Acute Lymphoblastic Leuchemia). Segmentasi dapat digunakan sebagai proses awal untuk analisis darah, misalnya analisis yang terkait penghitungan jumlah sel darah baik sel darah merah maupun sel darah putih.

Segmentasi sel darah putih pada citra darah mikroskopis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan algoritma-algoritma mendasar dalam teknik pengolahan citra, meliputi perbaikan kontras dan pengambangan. Proses akhir segmentasi dilakukan dengan perkalian secara element-wise antara citra darah mikroskopis aras keabuan dengan citra hasil pengambangan. Metode diuji menggunakan 40 citra darah mikroskopis dan secara keseluruhan metode segmentasi sel darah putih dalam penelitian ini mencapai kinerja setinggi 97,73%.

Kata kunci: sel darah putih, perbaikan kontras, pengambangan, element-wise, segmentasi.

1. Pendahuluan

Sebagai cairan tubuh yang sangat penting bagi kehidupan manusia, darah dapat digunakan untuk mengetahui kondisi

kesehatan seseorang melalui berbagai tes dan analisis darah. Misalnya, analisis terkait penghitungan jumlah sel-sel darah baik sel darah merah, sel darah putih, maupun

trombosit. Jumlah sel-sel darah tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai salah satu petunjuk untuk diagnosis penyakit yang diderita oleh pasien. Beberapa penyakit yang membutuhkan analisis jumlah sel darah antara lain kanker darah atau leukemia, anemia, dan demam berdarah.

Perkembangan teknologi mikroskop elektron memungkinkan akuisisi citra darah mikroskopis secara digital untuk selanjutnya dilakukan analisis semisal penghitungan sel darah (sel darah merah, sel darah putih, atau trombosit); dan juga menjadi dimungkinkan untuk dilakukan analisis oleh operator dari jarak jauh (dengan mengirimkan citra darah tanpa harus melihat langsung sampel darah pasien).

Analisis untuk penghitungan jumlah sel darah yang dilakukan di laboratorium (rumah sakit maupun klinik) misalnya menggunakan metode kamar hitung. Cara tersebut mempunyai akurasi yang sangat baik namun kekurangannya terletak pada prosesnya yang lambat dan akurasinya menjadi tidak terstandarisasi karena sangat tergantung pada tingkat keahlian/pengalaman operator dan juga tingkat kelelahan.

H. Mirzaalian dkk (2007) melakukan penelitian dengan judul “*Pre-processing Algorithms on Digital Mammograms*”. Dalam penelitiannya dilakukan ekstraksi kontur payudara dari citra mamografi menggunakan proses ekualisasi histogram, konvolusi dengan *mask*, pengambangan, labeling, dan seleksi area yang terluas. Selanjutnya dilakukan modifikasi kontur menggunakan proses morfologi sehingga diperoleh kontur yang lebih halus. Algoritma yang dikembangkan diterapkan pada 90 citra mamografi yang diperoleh dari MIAS.

Adnan Khashman (2008) dengan penelitiannya berjudul “*Blood Cell Identification Using A Simple Neural Network*”. Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Fitur ciri diekstrak

menggunakan *global pattern averaging* dan sebuah jaringan saraf untuk mengklasifikasikan jenis-jenis sel.

Hiremath dkk (2010) dalam penelitiannya berjudul “*Automated Identification and Classification of White Blood Cells (Leucocytes) in Digital Microscopic Images*”, melakukan identifikasi dan klasifikasi jenis-jenis sel darah putih menjadi tiga jenis yaitu limposit, monosit, dan netrofil. Identifikasi dan klasifikasi dilakukan menggunakan metode segmentasi berdasar warna dan ekstraksi ciri-ciri geometris.

Penelitian yang lain dilakukan oleh Vincenzo Piuri dan Fabio Scotti (2004) dengan judul “*Morphological Classification of Blood Leucocytes by Microscope Images*”. Dalam penelitian ini dilakukan deteksi dan klasifikasi jenis-jenis sel darah putih secara otomatis. Jenis-jenis sel darah putih diklasifikasikan menjadi lima jenis yaitu basofil, eosinofil, limposit, monosit, dan netrofil. Sistem yang dibangun mula-mula memisahkan sel darah putih dari sel-sel darah yang lain, kemudian dilakukan ekstraksi indeks-indeks morfologinya untuk selanjutnya diklasifikasikan menggunakan *neural classifier*.

Lorenzo Putzu dan Cecilia Di Ruberto melakukan penelitian berjudul “*White Blood Cells Identification and Counting from Microscopic Blood Image*” pada tahun 2013. Pada penelitiannya terlebih dahulu dilakukan identifikasi sel-sel darah putih dengan memisahkannya dari jenis sel-sel darah yang lain. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan sel-sel darh putih yang saling berhimpitan untuk kemudian dilakukan penghitungan jumlah sel darah putih. Dalam analisisnya peneliti mengkonversi citra darah mikroskopis ke model warna CMYK.

Fabio Scotti (2005) melakukan penelitian berjudul “*Automatic Morphological Analysis for Acute Leukemia Identification in Peripheral Blood Microscope Images*”. Sistem yang dibangun mula-mula memisahkan leukosit dari sel-sel darah yang lain, kemudian memilah sel-sel limposit (yang menjadi perhatian untuk identifikasi leukemia akut), mengevaluasi indeks-indeks morfologi dari sel-sel

tersebut, dan akhirnya menentukan apakah teridentifikasi leukemia akut atau tidak.

Indah Susilawati (2013) melakukan penelitian berjudul Penentuan Ukuran Buah Jeruk Menggunakan Pengolahan Citra Digital. Pada penelitian ini dilakukan penentuan ukuran buah jeruk berupa penentuan diameter buah jeruk dalam satuan piksel. Pre-prosesing citra buah jeruk lokal dilakukan menggunakan algoritma-algoritma sederhana dalam pengolahan citra digital, yaitu *contrast stretching*, pengambangan, dan filter HPF; hasilnya berupa citra tersegmentasi. Berdasarkan citra tersegmentasinya, diameter jeruk dihitung menggunakan pendekatan menurut baris dan kolom. Hasil akhir penelitian ini berupa tabel kesetaraan antara ukuran diameter jeruk dalam milimeter berdasarkan SNI 3165:2009 dengan ukuran diameter jeruk dalam piksel berdasarkan perhitungan menggunakan pengolahan citra digital.

Pada penelitian ini dilakukan segmentasi sel darah putih pada citra darah mikroskopis. Sel-sel darah putih akan disegmentasi (dipisahkan) dari obyek-obyek lain yang ada dalam citra (sel-sel darah merah dan trombosit). Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar penelitian selanjutnya yaitu untuk penghitungan sel darah merah secara otomatis menggunakan metode-metode pengolahan citra digital. Dengan cara ini maka proses penghitungan sel darah, terutama sel darah putih, diharapkan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan akurasinya menjadi terstandarisasi karena tidak tergantung pada tingkat keahlian/pengalaman operator dan juga tingkat kelelahannya.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan untuk penelitian ini berupa citra darah putih mikroskopis yang diperoleh/diunduh dari basis data dengan alamat <http://www.dti.unimi.it/fscotti/all/>. Dari basis data tersebut dipilih 40 citra darah mikroskopis yang terdiri atas 20 citra darah

terdiagnosa ALL (*Acute Lymphoblastic Leuckemia*) dan 20 citra darah sehat.

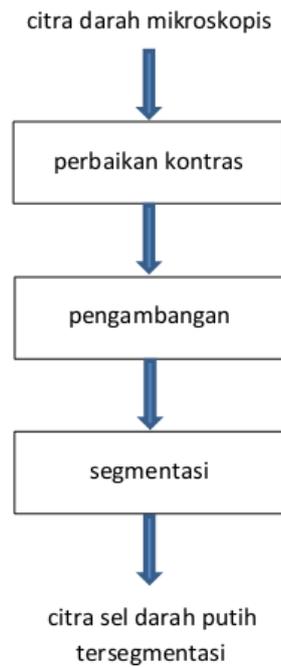
2.2 Metodologi

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diperlihatkan dengan diagram alir pada Gambar 1.

Perbaikan kontras citra dilakukan dengan cara perentangan kontras dengan tujuan supaya citra mempunyai kontras yang lebih baik. Tahap ini diawali dengan proses *gray-scaling*. Perbaikan kontras dilakukan untuk mengatasi akibat yang timbul dari kemungkinan proses akuisisi citra yang tidak dilakukan dengan pencahayaan seragam. Pada penelitian ini digunakan persamaan (1) untuk melakukan perentangan kontras dengan x adalah piksel citra input, y adalah piksel output, a adalah nilai minimum piksel pada citra input, b adalah nilai maksimum piksel pada citra input, c adalah nilai minimum citra output (ditentukan), dan d adalah nilai maksimum citra output (ditentukan). Proses perentangan kontras dilakukan dengan terlebih dahulu mengubah citra darah menjadi citra aras keabuan.

$$y = \left(\frac{x - a}{b - a} \right) (d - c) + c \quad (1)$$

Untuk kepentingan proses pengambangan, maka hal yang paling penting adalah menentukan nilai ambang yang paling tepat untuk citra yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan satu nilai ambang yang sama untuk semua citra yang digunakan (*non adaptif*). Perkiraan nilai ambang ditentukan dengan cara mengevaluasi nilai ambang relatif yang paling cocok untuk memisahkan sel darah putih atau leukosit dari bagian-bagian darah yang lain. Setelah proses pengambangan dilakukan operasi morfologi berupa erosi dan dilasi untuk menghilangkan obyek-obyek kecil selain sel darah putih yang kemungkinan ikut menjadi output proses pengambangan.



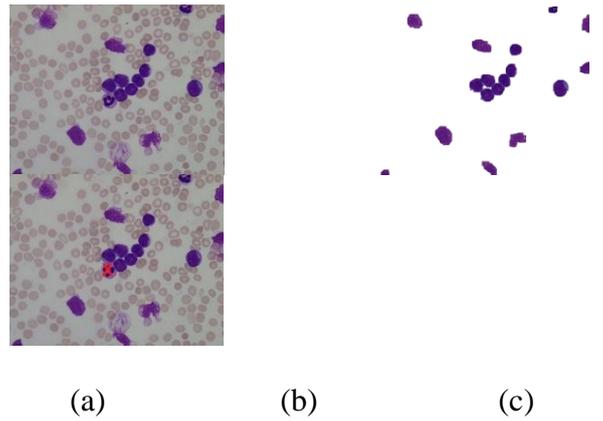
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Segmentasi bertujuan untuk memisahkan citra obyek yang menjadi perhatian yaitu leukosit dari latar belakang dan bagian-bagian sel darah yang lain serta membuat latar belakang menjadi hitam (nilai piksel = 0). Dalam penelitian ini, segmentasi dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu mengalikan citra darah mikroskopis aras keabuan dengan citra hasil pengembangan secara *element wise*.

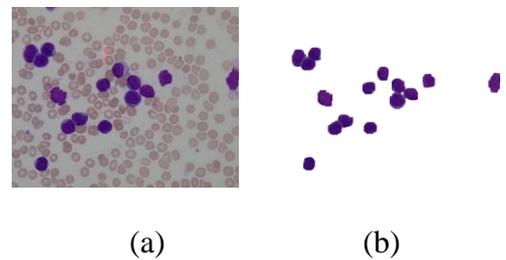
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

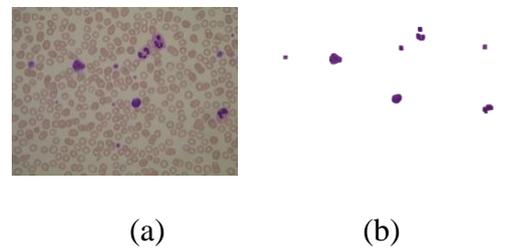
Pada Gambar 2, 3, 4 dan 5 diperlihatkan hasil segmentasi sel darah putih pada beberapa citra darah mikroskopis yang digunakan dalam penelitian.



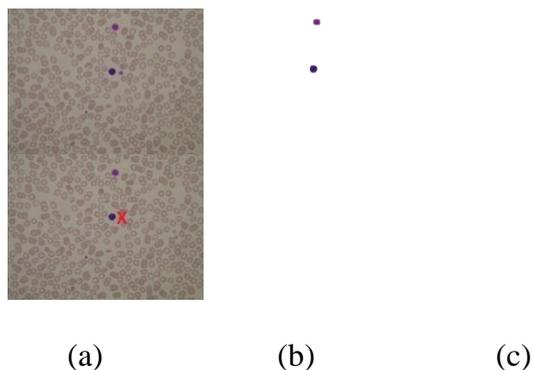
Gambar 2 (a) Citra Im001_1.jpg asli (b) Citra hasil segmentasi sel darah putih (c) satu sel darah putih gagal tersegmentasi (tanda silang merah)



Gambar 3 (a) Citra Im003_1.jpg asli (b) Citra hasil segmentasi sel darah putih



Gambar 4 (a) Citra Im037_0.jpg asli (b) Citra hasil segmentasi sel darah putih



Gambar 5 (a) Citra Im038_0.jpg asli (b) Citra hasil segmentasi sel darah putih (c) satu sel darah putih gagal tersegmentasi (tanda silang merah)

3.2 Pembahasan

Berdasarkan pengamatan pada citra darah mikroskopis yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh nilai ambang yang paling cocok bagi semua citra sampel yaitu $T = 110$. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan nilai piksel sel-sel darah putih pada setiap citra. Pada beberapa citra darah yang digunakan, terdapat variasi nilai piksel yang cukup lebar terkait dengan sel putih didalamnya. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh karena sifat-sifat sel darah putih yang berbeda sesuai jenisnya (ada lima jenis sel darah putih yaitu netrofil, basofil, eosinofil, monosit dan limposit). Selain hal tersebut, hal ini juga disebabkan citra darah mikroskopis yang digunakan berasal dari pasien sehat (normal) dan pasien dengan penyakit leukemia akut (ALL).

Pada Gambar 2 hingga 5 diperlihatkan hasil segmentasi sel darah putih pada dua jenis citra darah putih mikroskopis yang digunakan (citra darah dari pasien sehat/normal dan pasien dengan penyakit ALL). Citra darah putih dari pasien dengan penyakit Im001_1.jpg dan hasil segmentasinya diperlihatkan pada Gambar 2. Terlihat bahwa terdapat satu sel darah putih yang gagal tersegmentasi dari total 18 sel darah putih yang ada, atau kinerja segmentasi sebesar 94,4%.

Hasil segmentasi sel darah putih dari citra Im003_1.jpg yang ditampilkan pada Gambar 3 menunjukkan kinerja segmentasi sebesar 100% dimana keseluruhan 18 sel darah putih pada citra berhasil disegmentasi.

Gambar 4 dan 5 memperlihatkan hasil segmentasi sel darah putih pada citra mikroskopis yang diperoleh dari pasien sehat/normal. Sel darah putih pada citra Im037_0.jpg berhasil tersegmentasi dengan kinerja 100%. Sedangkan pada Im038_0.jpg, terdapat satu sel darah putih yang gagal tersegmentasi dari total 3 sel darah putih yang terdapat pada citra tersebut, atau kinerja segmentasi setinggi 66,66%.

Hasil segmentasi sel darah putih pada beberapa citra menunjukkan bahwa beberapa sel darah putih yang letaknya berdekatan atau bahkan bertumpang tindih juga tersegmentasi saling berdekatan atau bertumpang tindih. Operasi morfologi yang digunakan belum dapat memisahkan sel-sel darah putih yang demikian. Sebaliknya kemungkinan operasi morfologi yang digunakan juga mengakibatkan tereliminasi sel-sel darah putih yang cukup kecil.

Pada Tabel 1 disajikan hasil segmentasi dari total 40 citra mikroskopis yang digunakan; 20 citra darah mikroskopis dari pasien ALL dan 20 citra darah mikroskopis dari pasien sehat.

Segmentasi sel darah putih pada 20 citra yang pertama (dari pasien ALL) menghasilkan kinerja segmentasi per citra minimal 94,4% dan maksimum 100%. Dalam 20 citra darah yang pertama ini terdapat total 358 sel darah putih berbagai jenis, dan metode segmentasi yang digunakan dalam penelitian ini berhasil mensegmentasi sebanyak 355 sel darah putih. Hal ini berarti ada 3 sel darah putih yang gagal tersegmentasi dari total 358 sel darah putih, atau kinerja rata-rata setinggi 99%.

Segmentasi sel darah putih pada 20 citra yang kedua (dari pasien sehat)

menghasilkan kinerja segmentasi per citra minimal 40% dan maksimum 100%. Dalam 20 citra darah yang kedua ini terdapat total 40 sel darah putih, dan metode segmentasi yang digunakan dalam penelitian ini berhasil mensegmentasi sebanyak 34 sel darah putih. Hal ini berarti ada 6 sel darah putih yang gagal tersegmentasi dari total 40 sel darah putih, atau kinerja rata-rata setinggi 85%.

Tabel 1. Hasil segmentasi sel darah putih

| No | Citra | Jumlah Sel Darah Putih dalam Citra | Jumlah Sel Darah Putih Tersegmentasi | Kinerja Segmentasi per Citra (%) |
|--|-------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Citra darah mikroskopis dari pasien ALL (20 citra) | | | | |
| 1 | Im001 | 18 | 1 | 94,4 |
| 2 | Im002 | 22 | 0 | 100 |
| 3 | Im003 | 14 | 0 | 100 |
| 4 | Im004 | 12 | 0 | 100 |
| 5 | Im005 | 36 | 0 | 100 |
| 6 | Im006 | 24 | 1 | 96 |
| 7 | Im007 | 12 | 0 | 100 |
| 8 | Im008 | 25 | 0 | 100 |
| 9 | Im009 | 14 | 0 | 100 |
| 10 | Im010 | 22 | 0 | 100 |
| 11 | Im011 | 21 | 0 | 100 |
| 12 | Im012 | 16 | 0 | 100 |
| 13 | Im013 | 14 | 0 | 100 |
| 14 | Im014 | 13 | 0 | 100 |
| 15 | Im015 | 23 | 0 | 100 |
| 16 | Im016 | 23 | 0 | 100 |
| 17 | Im017 | 3 | 0 | 100 |
| 18 | Im018 | 21 | 0 | 100 |
| 19 | Im019 | 23 | 1 | 95,7 |

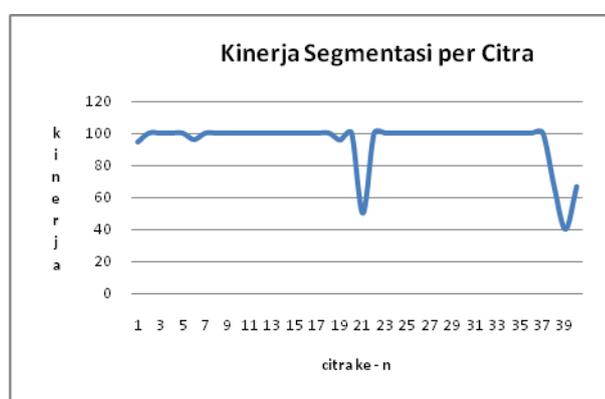
| | | | | |
|--|-------|-----|---|-------|
| | 9 | | | |
| 20 | Im020 | 2 | 0 | 100 |
| Jumlah | | 358 | 3 | |
| Kinerja rata-rata (%) | | | | 99 |
| Citra darah mikroskopis dari pasien sehat (20 citra) | | | | |
| 21 | Im021 | 2 | 1 | 50 |
| 22 | Im022 | 1 | 0 | 100 |
| 23 | Im023 | 2 | 0 | 100 |
| 24 | Im024 | 1 | 0 | 100 |
| 25 | Im025 | 2 | 0 | 100 |
| 26 | Im026 | 2 | 0 | 100 |
| 27 | Im027 | 1 | 0 | 100 |
| 28 | Im028 | 1 | 0 | 100 |
| 29 | Im029 | 1 | 0 | 100 |
| 30 | Im030 | 1 | 0 | 100 |
| 31 | Im031 | 1 | 0 | 100 |
| 32 | Im032 | 1 | 0 | 100 |
| 33 | Im033 | 1 | 0 | 100 |
| 34 | Im034 | 2 | 0 | 100 |
| 35 | Im035 | 1 | 0 | 100 |
| 36 | Im036 | 1 | 0 | 100 |
| 37 | Im037 | 8 | 0 | 100 |
| 38 | Im038 | 3 | 1 | 66,66 |
| 39 | Im039 | 5 | 3 | 40 |
| 40 | Im040 | 3 | 1 | 66,66 |
| Jumlah | | 40 | 6 | |
| Kinerja rata-rata (%) | | | | 85 |

Segmentasi sel darah putih pada citra darah mikroskopis dari pasien ALL menghasilkan kinerja rata-rata yang lebih tinggi (99%) daripada kinerja rata-rata untuk segmentasi sel darah putih dari citra mikroskopis dari pasien sehat (85%). Sel-sel darah putih pada citra mikroskopis dari pasien ALL cenderung lebih berwarna gelap (ungu tua) daripada sel darah putih yang

berasal dari pasien sehat (cenderung berwarna ungu muda). Metode dalam penelitian ini menggunakan satu nilai ambang untuk semua citra (*non-adaptive*) sehingga kemungkinan nilai ambang tersebut dapat berhasil baik pada 20 citra pertama namun menjadi kurang baik untuk 20 citra kedua, dimana objek sel darah putih di dalamnya cukup samar (*subtle*). Hal ini mengisyaratkan diperlukannya penggunaan nilai ambang yang sifatnya adaptif sesuai dengan satu citra tertentu.

Sel-sel darah putih yang gagal tersegmentasi juga cenderung merupakan sel-sel darah putih yang ukurannya kecil. Kemungkinan dalam proses pengambangan, sel-sel yang ukurannya kecil ini berhasil diambangkan namun kemudian terhapus oleh proses morfologi. Dalam penelitian ini operasi morfologi menggunakan *structuring element* dengan ukuran 10, 20, dan 40.

Kinerja segmentasi per citra darah mikroskopis ditampilkan pada Gambar 6. Secara keseluruhan, metode segmentasi sel darah putih pada penelitian ini berhasil mensegmentasi 389 sel darah putih dari total 398 sel darah putih yang terdapat pada 40 citra yang digunakan. Dengan demikian dicapai kinerja segmentasi kumulatif setinggi 97,73%.



Gambar 6 Grafik kinerja segmentasi per citra

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Segmentasi sel darah putih pada citra darah mikroskopis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan algoritma-algoritma mendasar dalam teknik pengolahan citra, meliputi perbaikan kontras dan pengambangan. Proses akhir segmentasi dilakukan dengan perkalian secara *element-wise* antara citra darah mikroskopis aras keabuan dengan citra hasil pengambangan. Secara keseluruhan metode segmentasi sel darah putih dalam penelitian ini mencapai kinerja setinggi 97,73%.

4.2 Saran

Bagi peneliti yang tertarik untuk melanjutkan penelitian ini dapat penulis sarankan.

1. Menggunakan metode segmentasi yang sifatnya adaptif, untuk mengupayakan kinerja segmentasi yang lebih tinggi.
2. Menggunakan operasi morfologi yang lebih baik yang mampu memisahkan antara satu sel darah putih dan sel darah putih yang lain. Dalam penelitian ini beberapa sel darah putih yang letaknya berdekatan masih tersegmentasi sebagai satu kesatuan.
3. Melanjutkan penelitian ini sebagai dasar untuk melakukan penghitungan jumlah sel darah putih pada citra darah mikroskopis.

Daftar Pustaka

Duda, R.O., Harl, P.E., Stork, D.G., *Pattern Classification*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.

Hiremath dkk, 2010, *Automated Identification and Classification of White Blood Cells (Leucocytes) in Digital Microscopic Images*, IJCA Special Issue on "Recent Trends in

- Image Processing and Pattern Recognition, page 59 – 63.
- Jain, Anil K., 1989, *Fundamental of Digital Image Processing*, Prentice Hall International, Inc. Singapore.
- Khashman, A, 2008, *Blood Cell Identification Using A Simple Neural Network*, International Journal of Neural Systems, Vol. 18 No. 5 (2008) page 453-458.
- Mirzaalian, H., dkk, 2007, *Pre-processing Algorithms on Digital Mammograms*, MVA2007 IAPR Conference on Machine Vision Applications, May 16-18, 2007, Tokyo, Japan.
- Piuri, V & Scotti, F, 2004, *Morphological Classification of Blood Leucocytes by Microscope Images*, CIMSA 2004 – IEEE International Conference on Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications, 14 – 16 July 2004, page 103 – 108.
- Putzu, L & Ruberto, C, 2013, *White Blood Cells Identification and Counting from Microscopic Blood Image*, World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Medical, Pharmaceutical Science and Engineering, Vol. 7 No. 1 2013, page 15 – 22.
- Scotti, F, 2005, *Automatic Morphological Analysis for Acute Leukemia Identification in Peripheral Blood Microscope Images*, CIMSA 2005 – IEEE International Conference on Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications, 20 – 22 July 2005, page 96 – 101.
- Sergios Theodori, 2010, *An Introduction to Pattern Recognition: A Matlab Approach*, Elsevier Inc.