

SIMULASI PENGHITUNGAN JUMLAH SEL DARAH MERAH

Diaz Hartadi*, Sumardi**, R. Rizal Isnanto**

Abstrak - Pada saat ini, dunia ilmu pengetahuan memerlukan inovasi-inovasi seperti pengukuran jumlah sel darah merah. Analisis yang dilakukan oleh dokter berdasarkan preparat darah tidak selalu sama antara dokter yang satu dengan dokter yang lain. Ketelitian dan konsentrasi dokter sangat menentukan hasil analisis. Di lain pihak analisis preparat darah tepi tidak menghasilkan bukti citra sehingga tidak dapat dianalisis oleh banyak dokter. Oleh karena itu perlu dibuat suatu alat yang dapat menghitung jumlah sel pada suatu citra secara cepat dan terautomatisasi, sehingga diperoleh analisis dan bukti yang akurat.

Analisis citra merupakan salah satu metode dalam pengolahan citra digital. Proses prapengolahan citra digital dimulai dari akuisisi data citra, penghapusan derau, pengambangan, penyapuan, hingga citra siap untuk dianalisis. Analisis citra yang dilakukan dalam hal ini adalah pencacahan jumlah sel darah merah.

Program yang dibuat memiliki kemampuan untuk mengenali citra, menambahkan derau, menghapus derau, mereka-ulang (rekonstruksi), mengambangkan dan menyapu objek yang tidak diinginkan.

Kata-kunci: pengolahan citra, derau, tapis, reka-ulang, pengambangan, analisis citra

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jumlah sel darah merah dapat diukur dengan cara konvensional. Tetapi bila sel darah yang diukur cukup banyak akan memakan banyak waktu. Hal ini menyebabkan pengukuran secara konvensional tidak efisien. Selain itu, penghitungan secara konvensional terkadang kurang akurat ketika dilakukan dengan pengamatan langsung. Hal ini disebabkan pengamatan pada sel darah sangat dipengaruhi oleh tingkat ketelitian dokter yang menganalisis. Dengan semakin majunya ilmu pengetahuan maka pengukuran akan lebih akurat dengan melakukan pengukuran dan penghitungan melalui bantuan citra digital.

Program simulasi komputer dapat melakukan simulasi pengolahan citra dengan cepat dan akurat. Pada citra hasil pemotretan sekelompok benda yang seragam atau hampir seragam, terdapat ciri khas pada setiap benda tersebut. Ciri khas itulah yang digunakan sebagai patokan untuk menghitung jumlahnya. Pengamatan sel-sel yang saling bertumpuk lebih sulit untuk dianalisis. Namun

demikian, sepanjang ciri khas yang ditetapkan masih tampak maka masalah tersebut masih dapat dipecahkan.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan Tugas Akhir ini adalah untuk membuat program simulasi yang dapat menghitung jumlah sel darah merah yang terdapat dalam citra digital secara otomatis.

1.3. Batasan Masalah

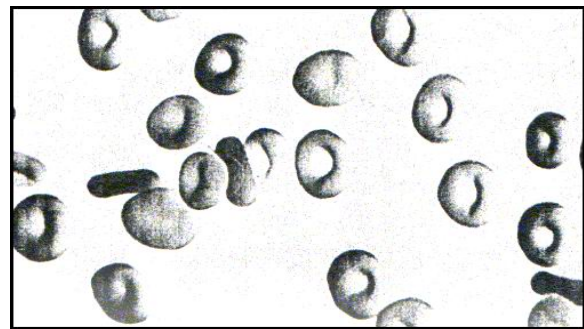
Hal-hal yang akan dilakukan dalam dalam Tugas Akhir ini dibatasi pada masalah yang akan dibahas, yaitu:

1. Citra yang akan diolah adalah hasil pemotretan sel darah merah dengan menggunakan kamera dan mikroskop khusus, tanpa membahas proses pemotretannya.
2. Perancangan meliputi algoritma mulai dari pembacaan citra digital hingga penghitungan jumlah sel darah merah dalam citra.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Sel Darah Merah (SDM)^[7]

Di antara tiga tipe darah (sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit), sel darah merahlah yang paling banyak jumlahnya.



Gambar 2.1. Sel Darah Merah^[7]

Sel-sel darah merah mempunyai bentuk cakram (Gambar 2.1) dengan diameter 7,5 μm dengan ketebalan tepi 2 μm . Tengah-tengah cakram tersebut lebih tipis dengan ketebalan 1 μm . bentuk bikonkaf

* Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

** Dosen Jurusan Teknik Elektro UNDIP

yang menarik ini mempercepat pertukaran gas-gas antara sel-sel dan plasma darah^[7].

2.2. Pengertian Citra Digital^[10]

Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik. Citra digital merupakan suatu larik dua dimensi atau suatu matriks yang elemen-elemennya menyatakan tingkat keabuan dari elemen gambar. Jadi informasi yang terkandung bersifat diskret. Citra digital tidak selalu merupakan hasil langsung data rekaman suatu sistem. Kadang-kadang hasil rekaman data bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar-X, dan lain sebagainya. Dengan demikian untuk mendapatkan suatu citra digital diperlukan suatu proses konversi, sehingga citra tersebut selanjutnya dapat diproses dengan komputer.

2.3. Definisi Pengolahan Citra^[6]

Pengolahan Citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra.

Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu.

2.4. Derau (*Noise*)

Kualitas citra sangat dipengaruhi oleh tingkat keberadaan derau. Setiap citra yang didapatkan secara optik, elektro-optik atau elektronik sangat dipengaruhi oleh alat penginderaan. Penurunan kualitas citra bisa terjadi karena derau sensor, kamera yang kurang fokus, dan lain-lain^[6].

2.5. Penapisan Citra Digital

Citra yang didapat seringkali mempunyai derau sehingga sebelum dianalisa citra perlu dihaluskan dengan tapis citra. Hal ini dapat dilakukan dengan memanipulasi piksel-piksel tetangga. Desain tapis tersebut membuat citra lebih halus dan bentuk sudut benda dalam citra tetap terjaga^[1].

Ada beberapa tapis citra yang digunakan untuk menghilangkan derau. Derau aditif (*Gaussian*) biasanya ditapis dengan tapis Wiener. Derau Multiplikatif (*Speckle*) biasanya dihilangkan dengan tapis Homomorfik. Sedangkan derau *salt-and-pepper*

biasanya digunakan tapis median atau LPF untuk menghilangkannya.

2.6. Segmentasi dan Pengambangan

Salah satu cara yang sering digunakan dalam memilah-milah citra dalam data-data adalah segmentasi, yaitu membagi citra menjadi bagian-bagian yang diharapkan termasuk objek-objek yang dianalisis. Segmentasi sering dideskripsikan sebagai proses analogi terhadap proses pemisahan latar depan-latar belakang.^[12]

Memilih bentuk-bentuk dalam sebuah citra sangat berguna dalam pengukuran atau pemahaman citra. Secara tradisional, pengambangan didefinisikan sebagai proses pendefinisian jangkauan nilai-nilai gelap-terang pada citra yang sebenarnya, memilih piksel-piksel dalam jangkauan ini sebagai latar depan dan menolak sisanya sebagai latar belakang. Dengan demikian, citra terbagi atas dua bagian, yaitu bagian hitam dan bagian putih, atau warna-warna yang membatasi setiap wilayah. Dalam hal ini tidak ada kesepakatan untuk menetapkan warna hitam atau putih untuk objek yang diamati.

Salah satu metode yang efektif dalam segmentasi citra biner adalah dengan memeriksa hubungan piksel-piksel dengan tetangganya dan memberinya label. Metode ini disebut pelabelan komponen (*component labeling*).

2.7. Pemrosesan Morfologi^[6]

Istilah morfologi berasal dari studi tentang bentuk tanaman dan tumbuhan. Dalam hal yang akan dibahas dalam penelitian ini berarti studi tentang topologi atau struktur objek-objek dalam citra. Pemrosesan morfologi berkenaan dengan operasi-operasi tertentu yang ditujukan terhadap objek sehingga bentuk objek dapat dikenali.

III. PERANCANGAN PROGRAM

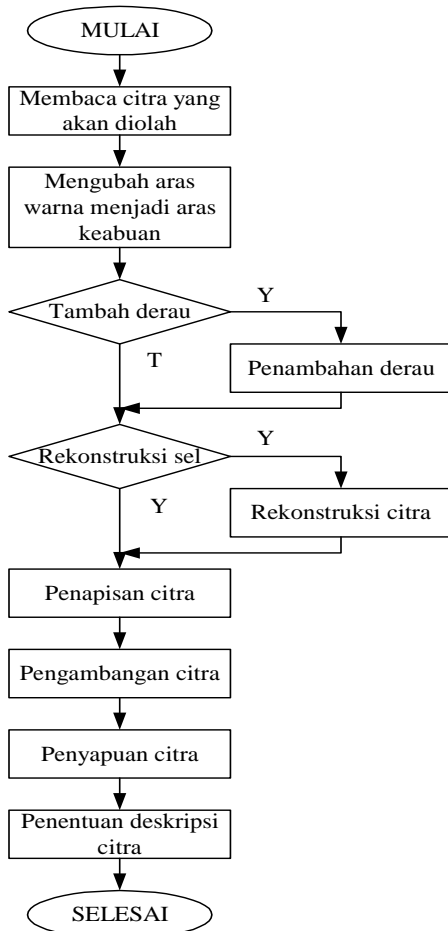
Secara garis besar program simulasi yang akan dirancang memiliki diagram alir seperti Gambar 3.1.

Citra digital diperoleh dari pemayaran (*scanning*) foto mikroskopis sel darah merah dengan menggunakan pemayar yang diatur dengan kemampuan memayar 200 dpi dalam 24 bit warna dengan penyimpanan format **jpg**.

Citra yang dipilih adalah citra 24 bit sehingga dikenali sebagai citra RGB. Untuk menyederhanakan proses perlu diubah aras warnanya menjadi aras keabuan, dimana citra hanya memiliki tingkat atau kadar keabuan.

Citra yang diolah boleh jadi adalah citra yang berderau. Program yang dibuat tidak hanya bersifat aplikatif dalam menapis derau tetapi juga simulatif. Oleh karena itu dibuat sebuah menu tambahan yang

bersifat opsional dan simulatif untuk menambahkan derau buatan. Hal ini dilakukan untuk menguji tingkat keandalan sistem dalam menangani derau. Untuk penggunaan program yang bersifat aplikatif menu ini tidak perlu digunakan. Derau yang disediakan untuk disimulasikan ada tiga, yaitu derau aditif (Gaussian), Derau multiplikatif (*Speckle*), dan derau *salt-and-pepper*.



Gambar 3.1. Diagram Alir Program Utama

Sel darah merah memiliki bentuk umum menyerupai cakram dengan tengah yang cekung. Efek pencahayaan menyebabkan beberapa sel darah merah terlihat terang pada bagian tengahnya seperti donat. Pada beberapa sel, bagian tengahnya (yang terang) terlihat sangat luas dan melingkupi sebagian besar sel, bahkan terlihat pecah. Hal ini dapat menimbulkan kesulitan dalam pengolahan. Oleh karena itu perlu dilakukan rekonstruksi citra sehingga objek (sel darah) menjadi bentuk yang diinginkan, yaitu betuk cakram dengan bagian terang yang tidak terlalu luas, atau bentuk cakram yang benar-benar penuh.

Proses selanjutnya yaitu proses penapisan, dimana citra yang berderau ditapis sehingga derau yang terdapat dalam citra dapat dikurangi.

Proses pengembangan dilakukan untuk memisahkan latar depan dan latar belakang, sehingga diperoleh citra hitam-putih. Proses ini dilakukan dengan memberikan nilai ambang sehingga piksel dengan nilai keabuan di atas nilai ambang akan menjadi 1 (putih) sedangkan yang nilainya di bawah nilai ambang akan menjadi 0 (hitam).

Proses penyapuan dimaksudkan untuk menghilangkan objek yang memiliki jumlah piksel kurang dari jumlah piksel yang ditentukan dengan mengeset variabel *el*. Proses penyapuan mengecek satu per satu objek dan memberinya label sehingga dapat dihitung. Dengan demikian dapat diperoleh jumlah objek dan jumlah elemen tiap objek.

Proses pengolahan citra digital berakhir dengan tampilan deskripsi atas hasil pengolahan dalam bentuk tekstual. Karena program simulasi ini dibuat untuk menghitung jumlah sel darah khususnya sel darah merah, maka analisis yang diambil adalah jumlah sel darah merah.

IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

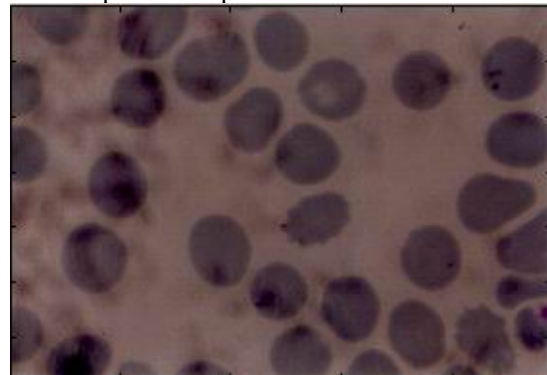
4.1. Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan dengan urutan langkah sebagai berikut:

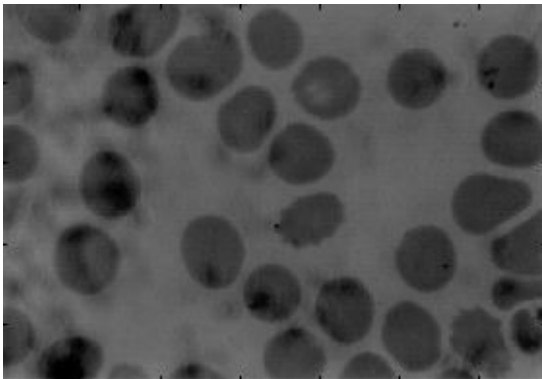
1. Mendapatkan preparat darah hapus
2. Memotret sel darah merah
3. Mendigitalkan citra analog (foto)

4.1.1. Pembacaan Citra Digital

Citra digital sebelum diolah perlu dikenali oleh sistem perangkat lunak yang dibuat dengan melakukan pembacaan terhadap citra sehingga citra digital dikenali sebagai matriks yang siap olah untuk program selanjutnya. Untuk memudahkan pengolahan maka aras warna citra digital perlu diubah menjadi aras keabuan. Citra asli dan citra beraras keabuan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



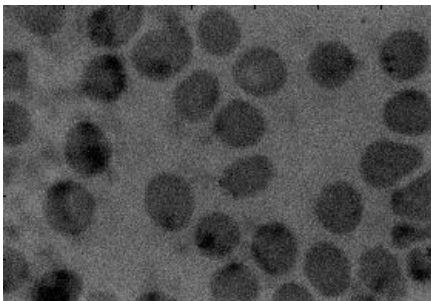
Gambar 4.1. Citra digital yang akan diolah



Gambar 4.2. Citra aras keabuan

4.1.2. Penambahan Derau

Citra yang diolah boleh jadi merupakan citra yang berderau. Namun demikian penambahan derau perlu untuk menguji keandalan sistem. Penambahan derau bersifat simulatif dan opsional, sehingga bila proses ini tidak dilakukan maka tidak akan terjadi kesalahan dan dapat melanjutkan ke tahapan selanjutnya yang tidak opsional yaitu penapisan. Contoh citra yang sudah ditambahkan derau ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Citra Berderau

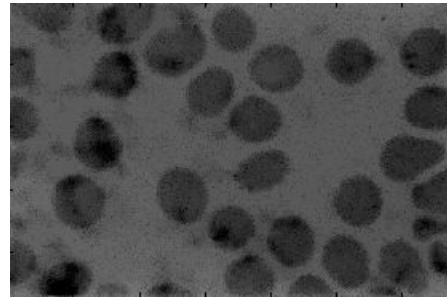
Program simulasi ini dapat menghitung jumlah sel darah merah dalam citra dengan derau tambahan maksimal sebagai berikut.

- a. derau Gaussian dengan nilai rerata (*mean*) maksimal sebesar 0,6 dan nilai varians (*variance*) maksimal sebesar 0,015
- b. derau *speckle* dengan nilai varians (*variance*) maksimal sebesar 0,035
- c. derau *salt-and-pepper* dengan nilai kerapatan (*density*) maksimal sebesar 0,8

4.1.3. Rekonstruksi Sel (*Cell Reconstruction*)

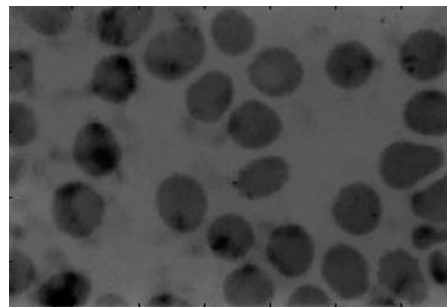
Sel darah merah terkadang memiliki cekungan yang terlalu besar pada tengahnya. Hal ini terkadang menjadi kesulitan dalam pengolahan citra karena objek sel dapat menjadi pecah. Oleh karena itu perlu ditambahkan satu proses rekonstruksi sel yang bersifat

opsional. Hasil rekonstruksi ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Citra hasil Rekonstruksi

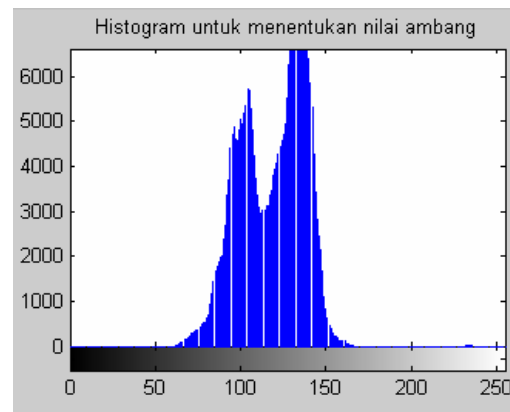
4.1.4. Proses Penapisan



Gambar 4.5. Citra tertapis

Citra yang berderau perlu ditapis, sehingga derau yang ada dapat dikurangi. Contoh hasil penapisan dengan tapis Wiener dapat dilihat pada Gambar 4.5.

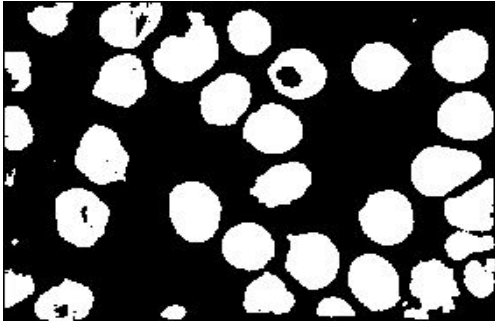
Proses penapisan selain menghasilkan citra tertapis juga menghasilkan histogram citra tertapis. Hal ini diperlukan untuk menentukan nilai ambang pada proses selanjutnya, yaitu proses pengambangan. Gambar 4.6 adalah contoh tampilan histogram citra tertapis. Sumbu *x* menyatakan nilai piksel (karena aras keabuan maka nilainya tidak lebih dari 255) dan sumbu *y* adalah jumlah piksel yang berkorelasi dengan nilai intensitas piksel pada sumbu *x*.



Gambar 4.6. Histogram citra tertapis

4.1.5. Proses Pengambangan

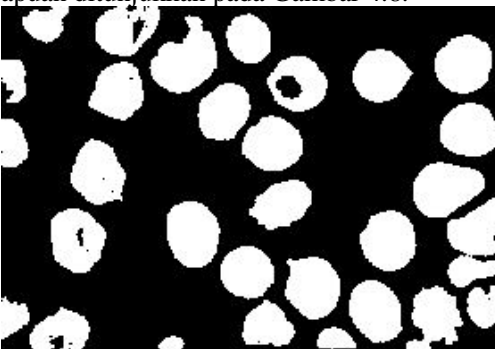
Proses pengambangan merupakan proses untuk memisahkan latar depan terhadap latar belakangnya. Dalam hal ini latar depan adalah objek yang akan dihitung. Proses ini menghasilkan citra biner hitam-putih yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Citra terambang

4.1.6. Proses Penyapuan

Proses penyapuan menghasilkan citra dengan objek yang diinginkan, yaitu objek dengan besar tertentu. Program pertama-tama akan memberikan label untuk setiap objek yang ditemukan. Kemudian program akan menghitung jumlah elemen setiap label yang sama, sehingga diketahui jumlah piksel setiap objek. Objek dengan piksel kurang dari nilai yang ditentukan akan dihilangkan. Contoh tampilan hasil penyapuan ditunjukkan pada Gambar 4.8.

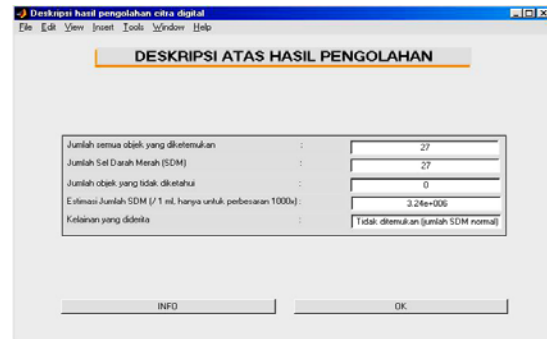


Gambar 4.8. Citra hasil penyapuan

Luas objek yang digunakan dalam pengambangan tidak sama untuk setiap perbesaran yang digunakan pada mikroskop. Untuk perbesaran 1.000 kali digunakan luas objek 576 piksel dan untuk perbesaran 400 kali digunakan luas objek 144 piksel.

4.1.7. Deskripsi Hasil Pengolahan Citra

Pengolahan citra berakhir dengan deskripsi hasil dari pengolahan citra yang dilakukan. Deskripsi ini bersifat tekstual yang menerangkan citra hasil pengolahan, dimana citra hasil penyapuan telah diberi label dan warna yang sesuai. Contoh deskripsi hasil pengolahan ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Deskripsi hasil pengolahan citra

Nilai estimasi sel darah merah dalam satu mulimeter kubik hanya berlaku untuk citra sel darah dengan perbesaran 1.000 kali. Hal ini disebabkan estimasi hanya dilakukan pada perbesaran 1.000 kali.

4.2. Uji Kotak Hitam

Pengujian program dilakukan dengan metode *blackbox* test (uji kotak hitam) dengan strategi *α-test* (test alfa), yaitu dengan mengundang responden yang memiliki tingkat pemahaman yang sama dengan pembuat program untuk menguji program dengan memberikan masukan dan mengamati keluarannya. Responden diambil secara acak pada mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro.

Berdasarkan jawaban responden maka dapat diambil analisis sebagai berikut.

1. Program mudah digunakan.
2. Tampilan program bagus.
3. Bahasanya mudah dimengerti, namun demikian sebagian dari mereka merasa belum terbiasa dengan istilah-istilah asing yang diterjemahkan menjadi kata-kata asli bahasa Indonesia.
4. Tombol-tombol pada program sudah sesuai ukuran dan letaknya.
5. Perbaikan kesalahan mudah dilakukan apabila ada kesalahan penggunaan dalam memencet tombol dalam program.

Pengujian juga dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik. Berdasarkan contoh preparat yang diambil, program menghasilkan nilai estimasi jumlah sel darah merah sebesar 3,9975 juta sel dalam 1 mm^3 , sedangkan Blood Cell Counter Sysmex KX-21 sebesar 4,79 juta sel dalam 1 mm^3 .

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah diberikan pada bab-bab terdahulu dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Program simulasi ini dapat menghitung jumlah sel darah merah dalam citra dengan derau tambahan maksimal sebagai berikut.
 - a. derau Gaussian dengan nilai rerata (*mean*) maksimal sebesar 0,6 dan nilai varians (*variance*) maksimal sebesar 0,015
 - b. derau *speckle* dengan nilai varians (*variance*) maksimal sebesar 0,035
 - c. derau *salt-and-pepper* dengan nilai kerapatan (*density*) maksimal sebesar 0,8
2. Luas objek yang digunakan dalam pengembangan tidak sama untuk setiap perbesaran yang digunakan pada mikroskop. Untuk perbesaran 1.000 kali digunakan luas objek 576 piksel dan untuk perbesaran 400 kali digunakan luas objek 144 piksel.
3. Nilai estimasi sel darah merah dalam satu mulimeter kubik hanya berlaku untuk citra sel darah dengan perbesaran 1.000 kali.
4. Berdasarkan penilaian responden terhadap kuesioner dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.
 - a. program mudah digunakan
 - b. tampilan program bagus
 - c. bahasa yang digunakan mudah dimengerti
 - d. tombol-tombol yang digunakan sudah sesuai letak dan ukurannya
 - e. perbaikan kesalahan mudah dilakukan bila terjadi kesalahan
5. Berdasarkan contoh preparat yang diambil, program menghasilkan nilai estimasi jumlah sel darah merah sebesar 3,9975 juta sel dalam 1 mm^3 , sedangkan Blood Cell Counter Sysmex KX-21 sebesar 4,79 juta sel dalam 1 mm^3 .

5.2. Saran

1. Penelitian dapat dilanjutkan untuk mengenali jenis sel darah yang lain seperti sel darah putih, keping darah, dan sebagainya sehingga dapat diketahui kemungkinan penyakit yang diderita pasien.
2. Pemotretan preparat sel darah sebaiknya dilakukan oleh tenaga medis yang berpengalaman

karena tingkat ketelitian dan kualitas citra sangat dipengaruhi oleh proses pemotretan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anoraganingrum, D., Sabine Kröner, Björn Göttfried, *Cell Segmentation With Adaptive Region Growing*, University of Bremen, Germany
- [2]. Ghali A., M. F. Daemi, *A Probability Distribution for Shape Description*, Recognition Engineering Group, United Kingdom.
- [3]. Hanselman, D., B. Littlefield, *Mastering MATLAB 5: A Comprehensive Tutorial and Reference*, Prentice Hall, New Jersey, 1996
- [4]. http://www.csb.yale.edu/userguides/datamanip/matlab/help/pdf_doc/images/images_tb.pdf
- [5]. Isnanto, R. R., *Analisis Kuantitatif Data Citra Sel Darah, Jurusan Teknik Elektro Universitas Gajah Mada*, Yogyakarta, 1994
- [6]. Jain, A. K., *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, New Delhi, 1995
- [7]. Kimball, J. W., *Biologi – Jilid 2*, ed.2, Erlangga, Jakarta, 1990
- [8]. Kutulakos, K. N., *Shape from the Light Field Boundary*, University of Rochester, New York, 1997
- [9]. Lim, J. S., *Two-Dimensional Signal and Image Processing*, Prentice-Hall International, Inc., 1990
- [10]. Murni, A., *Pengantar Pengolahan Citra*, PT Elek Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 1992
- [11]. Purwadhi, S.F.H., *Interpretasi Citra Digital*, Grasindo, Jakarta, 2001
- [12]. Russ, J. C., *The Image Processing Handbook 2nd ed.*, CRC Press Inc., 1994
- [13]. Schalkoff, R. J., *Digital Image Processing and Computer Vision*, John Wiley & Sons, New York, 1989
- [14]., *Buku Pegangan Kuliah Patologi Klinik I Jilid 1*, Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, 2000
- [15]., *Pengantar Praktikum Patologi Klinik I*, Laboratorium Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, 1997