

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN TUGAS	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II STUDI PUSTAKA.....	5
II.1 Penelitian Tentang Segmentasi Sperma.....	5
II.2 Penelitian Tentang Perunutan Sperma	6
BAB III DASAR TEORI	11
III.1 Pengertian Citra	11
III.1.1 Citra Analog (Citra Kontinyu)	11
III.1.2 Citra Digital (Citra Diskrit).....	11
III.2 Tipe Citra Digital.....	11

III.2.1 Citra Biner.....	12
III.2.2 Citra Keabuan	12
III.2.3 Citra Warna.....	12
III.3 Citra Bergerak (Video)	13
III.4 Pengambangan (<i>Thresholding</i>).....	14
III.4.1 Pengambangan Global	14
III.4.2 Pengambangan Lokal Adaptif.....	14
III.5 <i>Watershed</i>	15
III.6 Luas Objek.....	15
III.7 Pusat Massa	16
III.8 Operasi Morfologi (<i>Morphology</i>).....	17
III.8.1 Dilasi (<i>Dilation</i>).....	17
III.8.2 Erosi (<i>Erosion</i>).....	17
III.8.3 <i>Opening</i>	18
III.9 Operasi <i>Filtering</i>	18
III.10 Citra Piramid.....	19
III.11 <i>Optical Flow</i>	20
III.11.1 <i>Sparse Optical Flow</i>	20
III.11.2 <i>Dense Optical Flow</i>	21
III.12 Operasi Pencarian Kontur.....	21
III.13 Pengukuran Sensitifitas (<i>Sensitivity</i>) dan Presisi (<i>Precision</i>).....	22
III.14 Sperma.....	23
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	24
IV.1 Alat dan Bahan Penelitian	24
IV.1.1 Alat Penelitian	24

IV.1.2 Bahan Penelitian	24
IV.2 Tata Laksana Penelitian.....	25
IV.2.1 Studi Literatur	26
IV.2.2 Persiapan Alat dan Bahan	27
IV.2.3 Perancangan Algoritma Program.....	27
IV.2.4 Penyusunan Program	42
IV.2.5 Pengujian Program	42
IV.2.6 Analisis dan Pembahasan	43
IV.2.7 Penulisan Laporan	44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
V.1 Hasil Penelitian.....	45
V.1.1 Hasil <i>Preprocessing</i>	45
V.1.2 Hasil Segmentasi.....	49
V.1.3 Hasil Perunutan	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	70
VI.1 Kesimpulan.....	70
VI.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Keaslian Penelitian	8
Tabel 3.1. <i>Binary contingency table</i> dengan kondisi negatif dan kondisi positif.	22
Tabel 4.1. Tabel <i>Binary contingency</i> untuk hasil segmentasi	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Model warna RGB direpresentasikan sebagai sebuah kubus [18].	13
Gambar 3.2.	Video dengan <i>frame rate</i> rendah menampilkan lebih sedikit citra dalam suatu waktu tertentu (atas). Semakin besar jumlah <i>frame rate</i> akan meningkatkan jumlah citra yang ditampilkan dalam suatu waktu tertentu (bawah) [20]	13
Gambar 3.3.	Tahapan dalam algoritma <i>watershed</i> , (a) citra mula-mula, (b) tepi dan isi telah dipisahkan, (c) pembuatan gunung dan lembah berdasarkan tepi, (d) pengisian lembah dengan titik yang telah diberikan, (e) lembah yang telah terisi penuh hingga mencapai puncak gunung.	15
Gambar 3.4.	Contoh pembuatan dengan <i>Gaussian pyramid</i> dengan tiga tingkat. Tingkat pertama adalah citra yang belum dilakukan <i>downsampling</i> menggunakan <i>Gaussian blur</i> . Tingkat kedua adalah citra yang telah dilakukan <i>downsampling</i> dari citra pertama. Tingkat ketiga adalah citra yang telah dilakukan <i>downsampling</i> dari citra kedua [17].	19
Gambar 4.1.	Cuplikan citra <i>semen</i> yang diambil dari <i>frame</i> ke 24	25
Gambar 4.2.	<i>Flow chart</i> alur penelitian.	26
Gambar 4.3.	Algoritma perancangan program	27
Gambar 4.4.	Diagram blok algoritma <i>preprocessing</i>	28
Gambar 4.5.	Diagram blok algoritma konversi video ke <i>frame</i>	28
Gambar 4.6.	Diagram blok algoritma konversi ke keabuan	29
Gambar 4.7.	Diagram blok algoritma segmentasi	29
Gambar 4.8.	Diagram blok algoritma pengembangan adaptif	30
Gambar 4.9.	Diagram blok algoritma penghilangan derau	31
Gambar 4.10.	<i>Kernel</i> atau <i>filter</i> untuk operasi <i>opening</i>	31
Gambar 4.11.	Algoritma operasi <i>watershed</i>	32
Gambar 4.12.	Algoritma <i>bitwise AND</i>	34

Gambar 4.13.	Algoritma perunutan	35
Gambar 4.14.	Algoritma pencarian pusat massa	36
Gambar 4.15.	Algoritma <i>optical flow</i> Lucas kanade	36
Gambar 4.16.	Implementasi <i>optical flow</i> Lucas Kanade di dalam program	37
Gambar 4.17.	Algoritma <i>optical flow</i> Farneback	38
Gambar 4.18.	Implementasi <i>optical flow</i> Farneback di dalam program	40
Gambar 4.20.	Algoritma optimasi untuk <i>optical flow</i>	41
Gambar 5.1.	Contoh keluaran operasi konversi. a. <i>Frame</i> ke 2 dan b. <i>Frame</i> ke 165	45
Gambar 5.2.	Objek yang berada di dalam citra keluaran. (a). Citra spermatozoa pada posisi di luar fokus, (b). Citra spermatozoa pada fokus yang tepat, dan (c). Citra sel plasma.	46
Gambar 5.3.	Daerah yang ditandai dengan warna kuning adalah daerah yang diamati.	47
Gambar 5.4.	Histogram citra daerah uji pada kanal keabuan.	48
Gambar 5.5.	(a) Citra keabuan pada <i>frame</i> ke 14 dan (b) Citra keabuan pada <i>frame</i> ke 98.	48
Gambar 5.6.	Cuplikan salah satu histogram kanal keabuan dengan kondisi ketidakmerataan pencahayaan.	49
Gambar 5.7.	Hasil pengembangan global pada salah satu <i>frame</i> . (a) Dengan nilai batas ambang 106 dan (b) dengan nilai batas ambang 113.	50
Gambar 5.8.	(a) Pengaruh parameter k terhadap <i>TPR</i> dan <i>PPV</i> , (b) pengaruh ukuran <i>kernel</i> terhadap <i>TPR</i> dan <i>PPV</i> . Dilakukan perbandingan antara hasil dari <i>frame</i> ke 27 dan <i>frame</i> ke 99.	51
Gambar 5.9.	(a) Grafik pengaruh parameter k terhadap total nilai dan (b) pengaruh ukuran <i>kernel</i> terhadap total nilai. Dilakukan perbandingan antara hasil dari <i>frame</i> ke 27 dan <i>frame</i> ke 99..	52
Gambar 5.10.	Contoh hasil dari operasi pengembangan dengan ukuran <i>kernel</i> 20x20 piksel. (a) Pengembangan pada nilai $k = 0,02$, (b) pada nilai $k = 0,1$, (c) pada nilai $k = 0,2$, dan (d) pada nilai $k = 0,25$.	54

Gambar 5.11.	Hasil uji pada tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai rata-rata <i>PPV</i> 94% dan <i>TPR</i> 82%.	54
Gambar 5.12.	Keluaran operasi pengembangan setelah dilakukan operasi <i>opening</i>	55
Gambar 5.13.	Contoh hasil keluaran operasi penyaringan dengan nilai luas. Telah terjadi penghapusan derau dari Gambar 5.12 tanpa ada perubahan bentuk spermatozoa.....	56
Gambar 5.14.	(a) Grafik pengaruh parameter batas luas terhadap <i>TPR</i> dan <i>PPV</i> , (b) grafik pengaruh parameter batas luas terhadap total nilai. Dilakukan perbandingan antara hasil dari <i>frame</i> ke 27 dan <i>frame</i> ke 99.	56
Gambar 5.15.	Hasil uji pada tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai rata-rata <i>PPV</i> 91% dan <i>TPR</i> 90%.	57
Gambar 5.16.	Salah satu hasil pembuatan <i>marker</i> untuk <i>watershed</i>	58
Gambar 5.17.	Hasil operasi <i>Watershed</i> menggunakan <i>marker</i> yang telah dibuat	59
Gambar 5.18	Hasil operasi <i>bitwise AND</i> menghasilkan citra tersegmentasi dengan warna keabuan	60
Gambar 5.19.	Cuplikan penyimpanan informasi pusat massa yang telah terlabeli. <i>x</i> dan <i>y</i> menunjukkan koordinat pada pusat massa sedangkan nomor urut [0],[1],...,[<i>n</i>] merupakan hasil pelabelan terhadap pusat massa.	61
Gambar 5.20.	Hasil runut menggunakan <i>optical flow</i> Lucas Kanade.	61
Gambar 5.21.	(a) Hasil runut berhasil dengan objek berpindah (b) Hasil runut berhasil dengan objek diam.	62
Gambar 5.22.	Hasil runut dengan <i>optical flow</i> Farneback.	63
Gambar 5.23.	Pada hasil ini dibandingkan hasil <i>optical flow</i> dengan titik mulai yang berbeda-beda dari tiga <i>frame</i> yang berbeda. (a) Grafik <i>error rate</i> Lucas Kanade dan (b) grafik <i>error rate</i> Farneback.	64

- Gambar 5.24.** Contoh objek yang hilang kemudian muncul kembali karena kegagalan pada saat segmentasi (kotak kuning). (a) Pada *frame* pertama objek berhasil disegmentasi, (b) pada *frame* kedua objek gagal disegmentasi, dan (c) pada *frame* ketiga objek berhasil tersegmentasi kembali. 65
- Gambar 5.25.** Contoh kegagalan pengenalan pada proses perunutan yang ditandai dengan kotak biru. (a) perunutan menghasilkan lokasi yang salah. (b) perunutan sebelumnya telah berhasil namun kemudian mengalami kegagalan. (c) perunutan berhasil sebelumnya kemudian titik hasil meleset dari tujuan. 66
- Gambar 5.26.** (a) Hasil perunutan yang belum dilakukan optimasi (b) hasil perunutan yang telah dilakukan optimasi, titik *a* dan *e* menjadi titik *c*, dan titik *b* menjadi titik *d*. 67
- Gambar 5.27.** Grafik *error rate* setelah operasi optimasi perunutan. 69