

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Retina	10
2.2.2 Pembuluh Darah Retina	11
2.2.3 Citra Fundus	11
2.2.4 Citra RGB	12
2.2.5 Citra <i>Grayscale</i>	13
2.2.6 Citra Biner	14
2.2.7 <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	15
2.2.8 <i>Gaussian Filter</i>	17
2.2.9 <i>Morphological Operation</i>	19
2.2.9.1 Erosi	19
2.2.9.2 Dilasi	20
2.2.9.3 <i>Opening</i>	21
2.2.9.4 <i>Closing</i>	22
2.2.9.5 Transformasi <i>Top-hat</i>	22
2.2.10 Segmentasi	23

2.2.11	<i>Machine Learning</i>	24
2.2.12	<i>Mean Shift Clustering</i>	25
2.2.13	<i>Evaluation Metrics</i>	26
2.2.14	<i>Ground Truth</i>	27
2.2.14.1	<i>Confusion Matrix</i>	27
2.2.14.2	<i>Dice Coefficient</i>	30
2.3	Analisis Perbandingan Metode	30
BAB III Metode Penelitian		33
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir	33
3.1.1	Alat Tugas akhir	33
3.1.2	Bahan Tugas akhir	34
3.2	Alur Tugas Akhir	34
3.2.1	Pemilihan Topik	35
3.2.2	Studi Literatur	36
3.2.3	Analisis Kebutuhan Skema Proses	36
3.2.4	Pengumpulan Data	36
3.2.5	Implementasi	37
3.2.6	Evaluasi Performa	37
3.2.7	Penyusunan Laporan	37
3.3	Metode yang Digunakan	37
3.3.1	<i>Pre-processing</i>	38
3.3.1.1	<i>Green Channel Extraction</i>	38
3.3.1.2	CLAHE	39
3.3.1.3	<i>Gaussian Filtering</i>	39
3.3.2	Segmentasi	40
3.3.2.1	<i>Top-hat Transform</i>	40
3.3.2.2	<i>Closing Followed by Opening</i>	41
3.3.2.3	<i>Mean Shift Clustering</i>	41
3.3.2.4	Penggabungan Klaster Pembuluh Darah Tebal dan Tipis	43
3.3.3	<i>Post-processing</i>	43
3.3.3.1	<i>Closing</i>	43
3.3.3.2	Penghilangan Objek Kecil	43
3.3.4	<i>Evaluasi</i>	44
BAB IV Hasil dan Pembahasan		45
4.1	Hasil dan Pembahasan Implementasi	45
4.1.1	<i>Pre-processing</i>	45
4.1.1.1	<i>Citra Input</i>	45
4.1.1.2	<i>Green Channel Extraction</i>	53

4.1.1.3	<i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLA-HE)</i>	54
4.1.1.4	<i>Gaussian Filtering</i>	55
4.1.2	Segmentasi	56
4.1.2.1	<i>Top-hat Transform</i> Pembuluh Darah Tebal	57
4.1.2.2	<i>Closing Followed by Opening</i>	57
4.1.2.3	<i>Mean Shift Clustering</i> Pembuluh Darah Tebal	58
4.1.2.4	<i>Top-hat Transform</i> Pembuluh Darah Tipis	60
4.1.2.5	<i>Mean Shift Clustering</i> Pembuluh Darah Tipis	61
4.1.2.6	Penggabungan Klaster Pembuluh Darah Tebal dan Tipis	63
4.1.3	<i>Post-processing</i>	64
4.1.3.1	<i>Closing</i>	64
4.1.3.2	<i>Small Object Removal</i>	65
4.2	Analisis Uji Coba	68
4.2.1	Uji Coba Ukuran Kernel <i>Gaussian Filter</i>	68
4.2.2	Uji Coba Ukuran Kernel <i>Top-hat Transform</i> Pembuluh Darah Tebal	69
4.2.3	Uji Coba Ukuran Kernel <i>Closing Followed by Opening</i>	70
4.2.4	Uji Coba Nilai <i>Quantile</i> Estimasi <i>Bandwidth Mean Shift Clustering</i> Pembuluh Darah Tebal	70
4.2.5	Uji Coba Ukuran Kernel <i>Top-hat Transform</i> Pembuluh Darah Tipis	71
4.2.6	Uji Coba Nilai <i>Quantile</i> Estimasi <i>Bandwidth Mean Shift Clustering</i> Pembuluh Darah Tipis	72
4.2.7	Uji Coba Ukuran Kernel <i>Closing</i>	72
4.2.8	Uji Coba Ukuran Piksel Minimum Penghapusan Objek	73
4.2.9	Analisis Hasil Uji Coba	74
4.3	Perbandingan dengan Hasil Penelitian Terdahulu	76
BAB V	Kesimpulan dan Saran	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
	DAFTAR PUSTAKA	81
	LAMPIRAN	L-1
L.1	<i>Source Code</i>	L-1
L.2	Hasil Segmentasi Seluruh Citra	L-18