

MOTTO

“The Show Must Go On”

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ ۖ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ ۖ
وَلَا تَتَّبِعِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ ۚ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

But seek, through that which Allah has given you, the home of the Hereafter; and [yet], do not forget your share of the world. And do good as Allah has done good to you. And desire not corruption in the land. Indeed, Allah does not like corrupters (Al-Qasas: 77)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah atas segala Rahmat Allah Azza Wa Jalla, usaha dari penulis sendiri yang diingiringi doa, dan bantuan dari beberapa pihak lain, pada akhirnya tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar dan tepat pada waktunya. Untuk itu tugas akhir ini Insya Allah penulis persembahkan kepada:

- *Orang tua tercinta, bapak dan mama penulis yang selalu mendoakan dan mendukung hingga tugas akhir ini rampung.*
- *Adik perempuanku agar senantiasa bersemangat dalam menuntut ilmu.*
- *Para penuntut ilmu siapapun dan dimanapun berada.*
- *Teman-teman, brother fillah, dan siapapun yang mengenal penulis.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'aala yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang serta sernantiasa mencurahkan rahmat-Nya dan hidayah-Nya kepada hamba-Nya sehingga penyusunan tugas akhir dengan judul "**Rancang Bangun Alat Pendeteksi Pembuluh Darah Dengan Metode Thresholding Adaptif**" dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallahu 'Alaihi Wasallam, kepada para keluarganya, para sahabatnya dan para tabi'in tabi'utnya hingga akhir zaman. Oleh karena beliau sebagai utusan Allah yang telah membawa manusia dari zaman kegelapan dan kebodohon menuju zaman yang penuh dengan cahaya kebenaran.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, mulai dari persiapan hingga tugas akhir ini selesai dikerjakan. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro yang telah mendukung tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ramadoni Syaputra, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang selalu mendukung penuh tugas akhir ini.
3. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan arahan, saran, dan bimbingan selama proses pelaksanaan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Bapak Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa membimbing dan mengarahkan perancangan *project* tugas akhir ini sehingga diperoleh hasil yang diharapkan.
5. Bapak ing. Faaris Mujaahid, M.Sc. selaku dosen penguji saat sidang pendadaran.
6. Bapak Indri, Bapak Wastik, dan Bapak Nurhidayat yang merupakan staff Laboratorium Teknik Elektro UMY yang sangat berkontribusi dalam terselenggaranya semua praktikum di Teknik Elektro UMY.

7. Seluruh dosen Teknik Elektro UMY.
8. Seluruh staff Klinik Pratama Firdaus UMY yang telah memberikan kesempatan untuk memberikan waktu penelitian dan pendapatnya untuk pengembangan tugas akhir ini menjadi lebih baik lagi.
9. Saudara, keluarga, dan teman-teman siapapun yang mengenal penulis.
10. Teman-teman “Ruang Administrasi Laboratorium Teknik Elektro” yang selalu mendukung selama proses pelaksanaan tugas akhir ini.
11. Seluruh koresponden yang dengan senang hati membantu terkumpulnya data sebagai kebutuhan penelitian tugas akhir ini.
12. Semua yang sudah mendukung penulis secara langsung maupun tidak langsung, baik dalam bentuk moral maupun materiil.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Untuk itu, saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan dan peningkatan tugas akhir ini.

Akhirnya penulis berhadap semoga tugas akhir ini dapat memberikan sumbangsing bagi agama, ilmu pengetahuan, bangsa, dan negara.

Yogyakarta, 7 September 2018M
27 Dzulhijah 1939H

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Pembuluh Vena	7
2.2.2 Hemoglobin Darah	8
2.2.3 Cahaya	8
2.2.4 Prinsip Dasar Pendeteksi Pembuluh Darah	16
2.2.5 Citra Digital (<i>Digital Image</i>)	17
2.2.6 Hardware yang Digunakan	31
2.2.7 Software yang Digunakan	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Tahapan Penelitian	38
3.1.1 Identifikasi Masalah	39
3.1.2 Studi Literatur	39
3.1.3 Persiapan Komponen <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	39
3.1.4 Perancangan dan Pembuatan Alat	45
3.1.5 Pengujian Alat	46
3.1.6 Perbaikan dan Evaluasi Alat	47
3.1.7 Pengambilan Data	48
3.1.8 Analisis Data	48
3.1.9 Laporan	48
3.2 Sistem Pendeteksi Pembuluh Darah	49
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS	51
4.1 Analisis Perancangan	51
4.1.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	51
4.1.2 Hasil Pengujian Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	55
4.2 Sistem Pendeteksi Pembuluh Darah	64
4.2.1 Peningkatan Kualitas Citra	64
4.2.2 Waktu Pengolahan Citra dan <i>Frame Rate</i>	90
4.2.3 Jarak Optimum dan Maksimum	91
4.2.4 Manfaat Alat	93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1. Penyebaran pembuluh darah vena (biru) dan arteri (merah) ke seluruh bagian tubuh manusia	7
Gambar.2.2. Struktur kimia <i>oxyhemoglobin</i> dalam darah	8
Gambar.2.3. Diagram hukum pemantulan cahaya pada bidang datar	9
Gambar.2.4. Grafik penyerapan cahaya merah dan inframerah oleh hemoglobin.	10
Gambar.2.5. Spektrum cahaya dari sinar ultraviolet hingga sinar inframerah	12
Gambar.2.6. Penetrasi cahaya pada kulit berdasarkan panjang gelombang	13
Gambar.2.7. Skema diperolehnya citra yang fokus	14
Gambar.2.8. Citra dengan nilai kecerahan (<i>brightness</i>) yang ditingkatkan (sisi sebelah kanan)	15
Gambar.2.9. Citra dengan nilai kontras yang ditingkatkan	16
Gambar.2.10. Citra dengan nilai ketajaman yang ditingkatkan	16
Gambar.2.11. Prinsip kerja dasar pendeteksi pembuluh darah	17
Gambar.2.12. Citra biner yang direpresentasikan dengan angka 0 dan 1	18
Gambar.2.13. Citra abu-abu dengan rentang nilai 0 – 255	19
Gambar.2.14. (a) Contoh citra warna (b) dan bentuk larik 3 dimensi dari citra warna (RGB)	19
Gambar.2.15. Gambar yang memiliki kontras rendah (gelap) dan tampilan histogramnya	20
Gambar.2.16. Ukuran piksel citra 3x3 dengan (a) nilai piksel sebelum dilakukan mean filter dan (b) setelah proses filter	22
Gambar.2.17. Gambar dengan asli dan (b) gambar setelah difilter dengan menggunakan mean filter	22
Gambar.2.18. Gambar dengan <i>gaussian noise</i> (a) dan (b) gambar setelah difilter dengan menggunakan gaussian filter	23
Gambar.2.19. Gambar setelah melalui proses pemerataan histogram dan dengan tampilan histogramnya	25
Gambar.2.20. Gambar asli (kanan), dan gambar setelah proses histogram equalization (kiri)	25
Gambar.2.21. Hasil citra setelah diproses dengan CLAHE	26

Gambar.2.22. Metode algoritma <i>Dilation</i> pada sebuah citra	27
Gambar.2.23. Metode algoritma <i>Erosion</i> pada sebuah citra	28
Gambar.2.24. (a) Gambar asli (masukan), (b).hasil dari <i>edge detection</i> , (c). hasil dari <i>ridge detection</i> .	29
Gambar.2.25. Hasil gambar sebelum (a) dan setelah (b) diproses dengan metode <i>fixed thresholding</i>	30
Gambar.2.27. Gambar (a) yang diproses dengan metode <i>adaptive mean</i> dan (b) dengan metode <i>adaptive gaussian</i>	31
Gambar.2.28. Camera Raspberry Pi NoIR yang dilengkapi dengan lensa, dan IR LED	32
Gambar.2.29. Raspberry Pi 3 Model B	33
Gambar.2.30. LCD 3.5” TFT <i>Touch Screen</i> untuk Raspberry Pi	34
Gambar.2.31. Logo pustaka OpenCV di berbagai bahasa pemrograman	35
Gambar.3.1 Diagram alur metode penelitian	38
Gambar.3.2 <i>Software Etcher</i> sebagai <i>software image writing tools</i>	40
Gambar.3.3 Koneksi kabel ribbon dengan <i>port CSI</i> pada raspberry pi	41
Gambar.3.4 Koneksi IR LED dengan kamera	42
Gambar.3.5 Koneksi LCD dengan Raspberry Pi (dilingkari warna merah)	42
Gambar.3.6 Pustaka yang digunakan sebagai bagian dari perangkat lunak	44
Gambar.3.7 Desain alat setiap bagian yang didesain dengan Corel Draw X7	45
Gambar.3.8 Desain perancangan GUI.	46
Gambar.3.9 Diagram sistem blok pendeteksi pembuluh darah	49
Gambar.4.1 Gambar hasil tangkapan kamera	51
Gambar.4.2 Tampilan desktop pada layar LCD TFT 3.5”	52
Gambar.4.3 Inframerah LED yang telah aktif	53
Gambar.4.4 (a). Citra dengan IR LED tidak aktif dan (b) citra dengan IR LED aktif	54
Gambar.4.5 (a)Alat tampak bagian atas, (b) bagian bawah, (c) bagian samping (d) bagian dalam	54
Gambar.4.6 Desain <i>Graphical User Interface</i> (GUI)	55
Gambar.4.7 Diagram alir program perangkat lunak (<i>software</i>)	56

Gambar.4.8 Daftar pustaka yang digunakan di dalam program	57
Gambar.4.9 Bagian program yang mendefinisikan kelas <i>veinviewer</i>	57
Gambar.4.10 Bagian fungsi inisialisasi di dalam kelas <i>veinviewer</i>	58
Gambar.4.11 Variabel global yang didefinisikan dalam bagian fungsi inisialisasi	58
Gambar.4.12 Perintah untuk memfungsikan tombol	58
Gambar.4.13 Fungsi quit	59
Gambar.4.14 Fungsi start_video	59
Gambar.4.15 Fungsi setup_camera	60
Gambar.4.16 Peintah pengambilan citra dengan kamera	60
Gambar.4.17 Perintah untuk memanggil fungsi display_image	60
Gambar.4.18 Perintah untuk mengubah format citra sesuai dengan format display QLabel	61
Gambar.4.19 Perintah untuk menampilkan citra dalam fungsi display_image	61
Gambar.4.20 Perintah dalam fungsi utama	62
Gambar.4.21 Perintah pengambilan data waktu dalam fungsi save	63
Gambar.4.22 Perintah simpan file citra menjadi gambar PNG	63
Gambar.4.23 Perintah untuk menampilkan box pesan (<i>message box</i>)	63
Gambar.4.24. Diagram alir saat proses pengolahan citra	64
Gambar.4.25. Citra asli dari tangkapan kamera	65
Gambar.4.26. bagian obyek pembuluh darah pada citra yang warnanya tampak kabur (dilingkari lingkaran berwarna merah)	66
Gambar.4.27. Histogram citra asli	66
Gambar.4.28. Hasil konversi citra menjadi citra abu-abu	67
Gambar.4.29. Histogram citra abu-abu	68
Gambar.4.30. Hasil citra setelah melewati proses CLAHE	68
Gambar.4.31. Histogram citra CLAHE	69
Gambar.4.32. Hasil citra setelah melewati proses <i>mean filter</i>	70
Gambar.4.33. Histogram citra setelah difilter	70
Gambar.4.34. Hasil citra setelah proses <i>ridge filter detection</i>	71
Gambar.4.35. Historam citra <i>ridge filter detection</i>	72
Gambar.4.36. Citra setelah melewati proses <i>erosion</i>	73

Gambar.4.37. Histogram citra setelah proses <i>erosion</i>	73
Gambar.4.38. Citra setelah di- <i>tresholding</i>	74
Gambar.4.39. Histogram citra setelah di- <i>tresholding</i>	75
Gambar.4.40. Citra setelah difilter	75
Gambar.4.41. Histogram citra setelah melalui filter gaussian	76
Gambar.4.42. <i>Noise</i> citra yang ukurannya cukup besar	76
Gambar.4.43. Citra hasil <i>diltion</i> (a) beserta dengan histogramnya (b)	77
Gambar.4.44. Maksimal nilai piksel 255 pada citra filter gaussian sebelumnya (a) dan <i>dilation</i> (b)	78
Gambar.4.45. Citra hasil konversi ke citra RGB (a) dan histogramnya (b)	78
Gambar.4.46. Citra hasil akhir setelah ditingkatkan kualitasnya	79
Gambar.4.47. Histogram citra hasil akhir	79
Gambar.4.48. Program operasi pertambahan antara dua citra	80
Gambar.4.49 Baris program penghitung waktu proses pengolahan citra	90
Gambar.4.50 Pengujian <i>frame rate</i> video dan datanya ditampilkan <i>real-time</i> (data frame dilingkari lingkaran merah)	91
Gambar.4.51 Hasil pengujian jarak 15 cm (a), jarak 20 cm (b), dan jarak 30 cm (c) terhadap obyek	92

DAFTAR TABEL

Tabel.4.1 Data pengukuran tegangan modul IR LED	53
Tabel.4.2 Data pengukuran tegangan di IR LED	53
Tabel.4.3 Penjelasan singkat bagian alat dan fungsinya	55
Tabel.4.4 Penjelasan singkat bagian GUI dan fungsinya	55
Tabel.4.5 Kesimpulan dari seluruh metode pengolahan citra yang digunakan	81
Tabel.4.6 Data hasil pengujian terhadap obyek bagian tubuh yang berbeda	82
Tabel.4.7 Data Hasil pengujian terhadap 3 koresponden yang berbeda	86
Tabel.4.8 Hasil pengujian terhadap 20 koresponden	90
Tabel.4.9 Waktu proses pengolahan citra	92
Tabel.4.10 Hasil pengujian <i>frame rate</i> video	89
Tabel.4.11 Hasil pengujian jarak optimum	90
Tabel.4.12 Hasil survei terhadap manfaat yang diberikan alat kepada paramedis	93