

TUGAS AKHIR
SISTEM PEMFOKUSAN OTOMATIS PADA MIKROSKOP
DIGITAL BERBIAYA RENDAH MENGGUNAKAN METODE
GRADIENT DAN STATISTICS BASED FOCUS MEASUREMENT
FUNCTION



Oleh:

Pradana Putra Kautsar

1461700015

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021

TUGAS AKHIR

**SISTEM PEMFOKUSAN OTOMATIS PADA MIKROSKOP
DIGITAL BERBIAYA RENDAH MENGGUNAKAN METODE
GRADIENT DAN STATISTICS BASED FOCUS MEASUREMENT
FUNCTION**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer di Program Studi Informatika



Oleh:

Pradana Putra Kautsar

1461700015

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Pradana Putra Kautsar
NBI : 1461700015
Prodi : S1-Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : SISTEM PEMFOKUSAN OTOMATIS PADA
MIKROSKOP DIGITAL BERBIAYA RENDAH
MENGUNAKAN METODE GRADIENT DAN
STATISTICS BASED FOCUS MEASUREMENT
FUNCTION

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing 1



Dr. Fajar Astuti Hermawati, S.Kom., M.Kom.
NPP. 20460.00.0512

Dosen Pembimbing 2



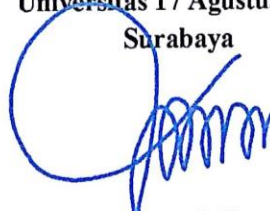
Ir. Agus Darwanto, M.M.
NPP. 20460.95.0407

**Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya**



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.
NPP. 240410.90.0197

**Ketua Program Studi Informatika
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya**



Geri Kusnanto, S.Kom., MM
NPP. 20460.94.0401

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Pradana Putra Kautsar
NBI : 1461700015
Fakultas/Program Studi : Teknik/Informatika
Judul Tugas Akhir : Sistem Pemfokusan Otomatis Pada Mikroskop Digital Berbiaya Rendah Menggunakan Metode Gradient dan Statistics Based Focus Measurement Function

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah di publikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.
2. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non-material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekat nya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan saya memberikan hak atas Tugas Akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran diri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di instansi ini dan bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi berupa pembatalan kelulusan / kesarjanaaan.

Surabaya, 24 Juni 2021



Pradana Putra Kautsar
1461700015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa dan Yang Maha Kuasa yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “SISTEM PEMFOKUSAN OTOMATIS PADA MIKROSKOP DIGITAL BERBIAYA RENDAH MENGGUNAKAN METODE GRADIENT DAN STATISTICS BASED FOCUS MEASUREMENT FUNCTION” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Komputer di Program Studi Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Penulis menyadari bahwa bantuan Allah SWT dan do’a dari orang tua dan serta dari berbagai pihak dimulai dari masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini berperan penting bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dengan baik

Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak berikut ini :

1. Ibu Dr. Fajar Astuti Hermawati, S.Kom., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan petunjuk, arahan, semangat serta bimbingan dari tahap perancangan, pembuatan hingga penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Agus Darwanto, M.M, selaku Dosen Co-Pembimbing yang telah memberikan arahan dalam membantu perancangan serta pengawasan dalam pembuatan perangkat keras sistem.
3. Bapak Agus Hermanto, S.Kom., M.MT., ITIL, COBIT, SFC selaku Dosen Wali yang telah mendampingi, dan mengarahkan penulis selama studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Keluarga tercinta, Bapak, Ibu, dan Saudari yang membantu mendoakan, memotivasi, memperhatikan serta melengkapi dan memenuhi keperluan penulis hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman satu angkatan dan satu perjuangan yang menemani serta melewati proses perkuliahan bersama, baik dalam keadaan bahagia, susah, dan sedih dalam menempuh studi hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Sahabat – sahabat komunitas di berbagai grup yang ada di media elektronik yang sedikit banyak membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi bersangkutan dengan masalah yang muncul saat menjalani studi hingga Tugas Akhir ini.
7. Bapak Subandi dan pegawai, selaku pemilik bengkel teknik yang membantu penulis dalam merealisasikan rancangan perangkat keras kedalam bentuk nyata.
8. Pihak – pihak yang mungkin tidak dapat disebutkan atau tidak disebut nama nya yang telah membantu penulis dalam hal apapun utamanya membantu dalam hal penyelesaian Tugas Akhir penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir yang telah dibuat masih memiliki kekurangan, penulis berharap apa yang telah penulis sampaikan menjadi ilmu yang bermanfaat yang dapat berguna dan diamalkan sehingga kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi.

Akhir Kata, semoga Allah SWT membalas kebaikan pihak – pihak yang telah disebutkan sebagai bentuk amalan yang bermanfaat.

Surabaya, 24 Juni 2021

Penulis

ABSTRAK

Nama : Pradana Putra Kautsar
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : Sistem Pemfokusan Otomatis Pada Mikroskop Digital Berbiaya Rendah Menggunakan Metode Gradient dan Statistics Based Focus Measurement Function

Dalam bidang keilmuan, seorang peneliti ketika melakukan penelitian terhadap objek yang berukuran mikroskopis membutuhkan alat bantu mikroskop, saat ini telah banyak digunakan mikroskop digital, dalam prakteknya, mikroskop digital dengan fitur auto fokus memiliki bandrol biaya yang relatif tinggi, sedangkan untuk mikroskop digital berbiaya rendah umumnya tidak memiliki fitur auto fokus sehingga perlu tenaga ahli dalam mendapatkan fokus. karena itu hasil pemfokusan manual bersifat subjektif. Penelitian ini mengajukan sebuah sistem pemfokusan otomatis pada mikroskop digital berbiaya rendah. Pemfokusan otomatis pada mikroskop digital berbiaya rendah digunakan untuk meningkatkan konsistensi serta mengurangi unsur subjektivitas yang ada ketika pemfokusan dilakukan secara manual. Sistem pemfokusan diwujudkan dengan bantuan motor stepper serta arduino sebagai perangkat keras dalam pengambilan data gambar pada setiap step pemfokusan, serta dalam mencari fokus pada citra yang sedang diamati dilakukan dengan membandingkan *Focal Value (FV)* dari kumpulan gambar yang telah didapat menggunakan 4 metode penghitungan fokus berbasis *Gradient* dan *Statistic*, yakni : *Gaussian Derrivative (GDER)*, *Tenengrad based algorithms (TENG)*, *Squared Gradient (GRAS)* dan *Gray Level Variance (GLVA)*. Serta *Standart Deviation* sebagai pembanding dari semua metode tersebut. Sistem pemfokusan otomatis telah berhasil di selesaikan pada penelitian ini, pada uji konsistensi pengambilan gambar didapatkan hasil konsisten pada gambar urutan ke 8,9, dan 10 dengan kemunculan sebanyak 10,14,dan 5 dari 30 percobaan, pada uji metode pencarian fokus optimal didapatkan presentase optimal metode GDER = 73,33%, TENG = 86,66%, GRAS = 93,33% , GLVA = 13.33%, dan pada uji hasil pemfokusan output program didapatkan presentase ketepatan sebesar 100%.

Kata Kunci : *Pemfokusan otomatis pada mikroskop digital berbiaya rendah, Fokus otomatis , Focal value, Mikroskop digital, Sistem pemfokusan otomatis.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	10
2.2.1. Mikroskop Digital.....	10
2.2.2. Blur Pada Gambar Digital.....	10
2.2.3. Focus Measurement Function.....	11
2.2.4. Ukuran Kekontrasan Citra.....	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1. Bahan dan Perangkat Penelitian.....	15
3.2. Obyek Penelitian.....	18
3.3. Tahapan Penelitian.....	20

3.3.1.	Tahap Penyiaran Video Dari Mikroskop Secara Real Time.	21
3.3.2.	Tahap Pengambilan Gambar Dari Mikroskop	22
3.3.3.	Tahap Perhitungan Focal Value.....	24
3.3.4.	Tahap Penentuan Posisi Gambar Dengan Focal Value Terbaik	26
3.3.5.	Tahap Perbandingan Gambar Dengan Focal Value Terbaik ..	26
3.3.6.	Tahap Penyiaran Gambar Hasil Pemfokusan Terbaik	27
3.3.7.	Tahap Pembuatan Perangkat Keras Pemfokusan	27
3.3.8.	Tahap Penyelarasan Perangkat Pemfokusan	29
3.3.9.	Tahap Pengujian Dan Evaluasi.....	30
3.4.	Perancangan Sistem	31
3.5.	Skenario Pengujian	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Implementasi Perangkat Lunak Sistem Pemfokusan Otomatis.	35
4.2	Implementasi Perangkat Keras Sistem Pemfokusan Otomatis.	38
4.3	Pengujian Pemfokusan Otomatis	41
4.3.1	Pengujian Konsistensi Pengambilan Fokus Gambar	41
4.3.2	Pengujian Metode Pencarian Fokus Yang Optimal.....	62
4.3.3	Pengujian Hasil Pemfokusan Output Program	78
BAB 5 PENUTUP		83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....		85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. : Diagram hasil pengukuran <i>focal value</i> (<i>FV</i>) hasil pengujian pada knop pemfokusan halus (Elessawy et al., 2015).....	5
Gambar 3.1. : Mikroskop Digital Dino-Lite Edge AM4515ZT.....	15
Gambar 3.2. : Motor Stepper Nema 17.....	16
Gambar 3.3. : Driver Motor Stepper TB6600.....	16
Gambar 3.4. : Arduino UNO R3.....	17
Gambar 3.5. : Power Supply 12V 5A.....	17
Gambar 3.6. : Objek Komposit Polimer Termoplastik (Polipropilen).....	18
Gambar 3.7. : Urutan objek penelitian (material komposit polimer) hasil dari pengambilan gambar mikroskop.	19
Gambar 3.8. : Flowchart alur penelitian pemfokusan otomatis.....	20
Gambar 3.9. : Kode untuk menampilkan video dari mikroskop secara realtime	21
Gambar 3.10. : Live preview mikroskop pada GUI Matlab.....	22
Gambar 3.11. : Isi folder capture setelah dilakukan pengambilan gambar.....	23
Gambar 3.12. : Kode untuk perhitungan <i>focal value</i> metode <i>Gaussian Derivative</i>	24
Gambar 3.13. : Kode untuk perhitungan <i>focal value</i> metode <i>Graylevel Variance</i>	24
Gambar 3.14. : Kode untuk perhitungan <i>focal value</i> metode <i>Squared Gradient</i>	25
Gambar 3.15. : Kode untuk perhitungan <i>focal value</i> metode <i>Tenengrad</i>	25
Gambar 3.16. : Tampilan GUI urutan gambar paling fokus dari masing-masing metode.....	26
Gambar 3.17. : Tampilan GUI standart deviasi dari gambar paling fokus masing-masing metode.....	26
Gambar 3.18. : Tampilan live preview yang menampilkan gambar hasil pemfokusan terbaik dari metode yang dipilih.....	27
Gambar 3.19. : Rancangan perangkat keras pemfokusan otomatis pada mikroskop digital.....	27
Gambar 3.20. : Rancangan pengkabelan kelistrikan.....	28
Gambar 3.21. : Kode penyelarasan perangkat lunak Matlab terhadap perangkat keras Arduino.....	29
Gambar 3.22. : Kode penyelarasan perangkat lunak Arduino terhadap perangkat keras Arduino.....	30
Gambar 3.23. : Flowchart diagram sistem pemfokusan otomatis pada mikroskop digital.....	31
Gambar 3.24. : Desain antarmuka awal sistem.....	32
Gambar 3.25. : Desain antarmuka output sistem.....	33
Gambar 4.1. : Tampilan antarmuka awal sistem.....	35
Gambar 4.2. : Hasil tangkapan gambar dari sistem pemfokusan.....	36
Gambar 4.3. : Tampilan antarmuka sistem setelah difokuskan.....	36
Gambar 4.4. : Tampilan live preview pada langkah ke 8.....	37

Gambar 4.5. : Tampilan live preview pada langkah ke 30	38
Gambar 4.6. : Rangkaian perangkat keras pemfokusan	39
Gambar 4.7. : Rangkaian penggerak knob pemfokusan mikroskop digital.....	39
Gambar 4.8. : Rangkaian perangkat keras dengan laptop	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. : Hasil Pengujian Performa Waktu Dan Posisi Tumpukan Gambar Yang Memiliki Fokus Terbaik (Alvarez-Borrego, 2005)	6
Tabel 2.2. : <i>State Of The Art</i> Pemfokusan Otomatis Pada Mikroskop Digital	8
Tabel 4.1. : Hasil Pengujian Konsistensi Pengambilan Fokus	42
Tabel 4.2. : Hasil Banyaknya Kemunculan Langkah Pemfokusan Terbaik	53
Tabel 4.3. : Hasil Pengujian Konsistensi Pengambilan Fokus Objek Non Komposit Polimer.....	54
Tabel 4.4. : Hasil Pengujian Metode Pencarian Fokus Yang Optimal	62
Tabel 4.5. : Hasil Pengujian Hasil Pemfokusan Output Program.....	78
Tabel 4.6. : Hasil Perbesaran Pada Pengujian Pemfokusan	79

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 : Focal Value Gaussian Derrivative.....	11
Persamaan 2.2 : Focal Value Squared Gradient	11
Persamaan 2.3 : Focal Value Tenengrad	12
Persamaan 2.4 : Matriks Sobel Filter.....	12
Persamaan 2.5 : Focal Value Gray Level Variance.....	12
Persamaan 2.6 : Global Mean.....	13
Persamaan 2.7 : Ragam	13
Persamaan 2.8 : Standart Deviasi	13