

TUGAS AKHIR

ANALISIS KERUSAKAN MIKROSTRUKTUR ELEKTRODA ALUMINIUM AKIBAT PEMANASAN OHMIK PADA PROSES PASTEURISASI MADU MENGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI



Oleh :

Puspita Pratama

NBI 1462100134

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025**

TUGAS AKHIR
ANALISIS KERUSAKAN MIKROSTRUKTUR
ELEKTRODA ALUMINIUM AKIBAT PEMANASAN
OHMIK PADA PROSES PASTEURISASI MADU
MENGGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI

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



Oleh :

Puspita Pratama

1462100134

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT
ANALYSIS OF MICROSTRUCTURAL DAMAGE TO
ALUMINUM ELECTRODES DUE TO OHMIC HEATING
IN THE PASTEURIZATION PROCESS OF HONEY USING
THE EDGE DETECTION METHOD

Prepared as partial fulfilment of the requirement for the degree of Sarjana
Komputer at Informatics Department



By :

Puspita Pratama

1462100134

INFORMATICS DEPARMENT
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025

Halaman ini sengaja dikosongkan

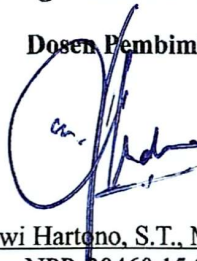
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Puspita Pratama
NBI : 1462100134
Prodi : S-1 Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : ANALISIS KERUSAKAN MIKROSTRUKTUR ELEKTRODA ALUMINIUM AKIBAT PEMANASAN OHMIK PADA PROSES PASTEURISASI MADU MENGGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. Elvianto Dwi Hartono, S.T., M.M., M.Kom., M.T.
NPP. 20460.15.0686

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



Dr. Idris, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

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



Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T.
NPP. 20460.16.0700

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Puspita Pratama

NBI : 1462100134

Fakultas/Program Studi : Teknik/Informatika

Judul Tugas Akhir : ANALISIS KERUSAKAN MIKROSTRUKTUR
ELEKTRODA ALUMINIUM AKIBAT PEMANASAN
OHMIK PADA PROSES PASTEURISASI MADU
MENGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan dan atau 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 untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non – material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakikatnya 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 pemilih Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakan integritas akademik di institusi 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 terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.

Surabaya, 10 Juli 2025



Halaman ini sengaja dikosongkan



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puspita Pratama
NBI/ NPM : 1462100134
Fakultas : Teknik
Program Studi : Informatika
Jenis Karya : Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan~~ — Penelitian/Praktek*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul :

ANALISIS KERUSAKAN MIKROSTRUKTUR ELEKTRODA ALUMINIUM AKIBAT PEMANASAN OHMIK PADA PROSES PASTEURISASI MADU MENGGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 17 Juli 2025

*Coret yang tidak perlu


(Puspita Pratama)

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa dan Yang Maha Kuasa yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS KERUSAKAN MIKROSTRUKTUR ELEKTRODA ALUMINIUM AKIBAT PEMANASAN OHMIK PADA PROSES PASTEURISASI MADU MENGGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI”** sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan mendapatkan gelar Sarjana. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan Allah dan orang tua serta do’a berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir sangatlah membantu penulis untuk menyelesaikan dengan baik.

Selain itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada pihak-pihak berikut :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi dengan baik.
2. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Haryanto dan Ibu Yanik Handayani. Meskipun beliau tidak berkesempatan merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik, mendoakan, dan memberikan semangat serta motivasi yang tidak pernah putus kepada penulis. Terima kasih atas segala bentuk bantuan, dukungan, semangat, dan doa yang telah diberikan selama ini. Terima kasih atas setiap nasihat yang selalu disampaikan, meskipun terkadang berbeda dengan cara berpikir penulis. Terima kasih pula atas kesabaran dan kelapangan hati dalam menghadapi sifat keras kepala penulis. Bapak dan Ibu adalah sumber kekuatan dan pengingat terbaik dalam hidup penulis. Tanpa bimbingan dan pengorbanan beliau, penulis tidak akan dapat mencapai tahap ini. Rasa hormat dan terima kasih penulis tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan betapa berharganya kehadiran dan dukungan beliau dalam kehidupan penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPA selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Elvianto Dwi Hartono, ST, MM, M.Kom, MT. selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar dan telaten membimbing, memberikan

arahan, saran, serta motivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

7. Bapak Ery Sadewa Yudha W., S.Kom., M.M. dan Bapak Supangat, M.Kom., Ph.D., ITIL., COBIT., CLA., CISA. Selaku dosen penguji skripsi yang telah membantu memberikan masukan serta saran kepada penulis.
8. Kepada seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, Mochammad Alvian Wicaksono. Terima kasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis dan menjadi salah satu penyemangat yang selalu ada dalam suka maupun duka. Berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, baik berupa tenaga, waktu, maupun dukungan moral. Terima kasih telah menjadi rumah dan pendamping dalam segala hal, menemani dan mendukung penulis, serta menghibur dikala sedih. Kesediaan untuk mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat untuk pantang menyerah telah memberikan kekuatan tersendiri dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Informatika angkatan 2021, khususnya teman-teman penulis, yaitu Crisna, Khafid, Dimas, Wan, Billy, Fikri, Dava, dan Afif yang telah memberikan dukungan moral, semangat selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini. Kebersamaan dan solidaritas yang terjalin menjadi motivasi tersendiri bagi penulis.
10. Terakhir untuk Puspita Pratama, diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena sudah bertanggung jawab menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih sudah berjuang menjadi yang baik, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya. Terima kasih sudah bertahan dan tidak menyerah hingga titik ini

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini di masa mendatang. Demikian kata pengantar dari penulis, semoga tugas akhir ini bisa memberikan banyak informasi yang bermanfaat bagi semua orang yang membacanya.

Surabaya, 10 Juli 2025



Penulis

ABSTRAK

Nama : Puspita Pratama
Program Studi : Informatika
Judul : ANALISIS KERUSAKAN MIKROSTRUKTUR ELEKTRODA ALUMINIUM AKIBAT PEMANASAN OHMIK PADA PROSES PASTEURISASI MADU MENGGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI

Keamanan pangan dan penerapan teknologi pasteurisasi yang efektif menjadi fokus utama dalam industri pangan modern, terutama terkait dengan produk bernilai tinggi seperti madu. Salah satu tantangan dalam penerapan teknologi pemanasan ohmik adalah degradasi elektroda aluminium akibat reaksi elektrokimia, yang dapat menyebabkan korosi, pelepasan ion logam ke produk akhir, serta penurunan efektivitas proses dan kualitas madu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan mikrostruktur pada elektroda aluminium selama proses pasteurisasi madu menggunakan pemanasan ohmik pada berbagai frekuensi, yaitu 50 Hz, 300 Hz, 1 kHz, dan 3 kHz. Penelitian ini secara khusus membandingkan efektivitas metode deteksi tepi hybrid Canny-Sobel dan Holistically-Nested Edge Detection (HED), di mana HED adalah metode deep learning berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) yang mampu mendeteksi pola kerusakan dengan lebih detail dan akurat.

Penelitian ini menggunakan dataset 16 citra elektroda aluminium dengan resolusi 1920×1080 piksel, yang diambil sebelum dan setelah pemanasan dalam kondisi pencahayaan ruangan standar. Analisis data ini dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB dan Python. Evaluasi kinerja deteksi tepi dilakukan menggunakan metrik kuantitatif, seperti MSE, PSNR, SSIM, FSIM, Entropy, dan hasilnya dibandingkan dengan nilai kontaminasi logam aluminium dari pengujian ICP-OES terhadap madu. Berdasarkan hasil penelitian, metode HED secara konsisten memberikan deteksi tepi yang lebih akurat dan detail dibandingkan metode tradisional seperti Canny dan Sobel. Pada frekuensi 3 kHz untuk elektroda kiri setelah pemanasan ohmik, metode HED menghasilkan nilai MSE sebesar 108.557, nilai PSNR sebesar 27.774 dB, nilai SSIM sebesar 0.824, nilai FSIM sebesar 0,001, dan entropy sebesar 2.282. Perubahan signifikan pada metrik kualitas gambar menunjukkan degradasi mikrostruktur permukaan elektroda aluminium akibat proses pemanasan ohmik.

Penelitian ini memberikan pendekatan baru untuk pengembangan sistem pemantauan kualitas elektroda berbasis teknologi pembelajaran mendalam yang berfokus pada pemanasan ohmik dalam industri makanan. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem pemantauan otomatis secara adaptif dan presisi, yang mampu meningkatkan keamanan dan kualitas produk secara berkelanjutan.

Kata Kunci : *Deteksi Tepi, Deep Learning, Elektroda Aluminium, Pengolahan Citra Digital, Pemanasan Ohmik, Pasteurisasi Madu.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Nama : Puspita Pratama
Program Studi : Informatics
Judul : ANALYSIS OF MICROSTRUCTURAL DAMAGE TO
ALUMINUM ELECTRODES DUE TO OHMIC HEATING IN
THE PASTEURIZATION PROCESS OF HONEY USING THE
EDGE DETECTION METHOD

Food safety and the implementation of effective pasteurization technology are key priorities in the modern food industry, particularly for high-value products such as honey. One of the challenges in applying ohmic heating technology is the degradation of aluminum electrodes due to electrochemical reactions, which can lead to corrosion, the release of metal ions into the final product, and a reduction in process efficiency and honey quality. This study aims to analyze microstructural damage on aluminum electrodes during honey pasteurization using ohmic heating at various frequencies, namely 50 Hz, 300 Hz, 1 kHz, and 3 kHz. This study specifically compares the effectiveness of the Canny-Sobel hybrid edge detection method and Holistically-Nested Edge Detection (HED), where HED is a deep learning method based on Convolutional Neural Networks (CNN) capable of detecting damage patterns with greater detail and accuracy.

This study used a dataset of 16 aluminum electrode images with a resolution of 1920×1080 pixels, which were taken before and after heating under standard room lighting conditions. Data analysis was performed using MATLAB and Python software. Edge detection performance evaluation was conducted using quantitative metrics such as MSE, PSNR, SSIM, FSIM, Entropy, and the results were compared with aluminum metal contamination values from ICP-OES testing on honey. Based on the research results, the HED method consistently provided more accurate and detailed edge detection compared to traditional methods such as Canny and Sobel. At a frequency of 3 kHz for the left electrode after ohmic heating, the HED method produced an MSE value of 108.557, a PSNR value of 27.774 dB, an SSIM value of 0.824, an FSIM value of 0.001, and an entropy value of 2.282. Significant changes in image quality metrics indicate degradation of the surface microstructure of the aluminum electrode due to the ohmic heating process.

This study provides a new approach to developing a deep learning-based electrode quality monitoring system focused on ohmic heating in the food industry. These findings can serve as a basis for developing adaptive and precise automated monitoring systems capable of improving product safety and quality in a sustainable manner.

Keywords : *Edge Detection, Deep Learning, Aluminum Electrodes, Digital Image Processing, Ohmic Heating, Honey Pasteurization.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
KATA PENGANTAR	xi
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Penelitian Terdahulu	9
2.3 Dasar Teori.....	17
2.3.1. Madu (<i>Trigona Sp</i>)	17
2.3.2. Logam Aluminium	18
2.3.3. Pemanasan Ohmik (<i>Ohmic Heating</i>).....	19
2.3.4. Citra Digital.....	20
2.3.5. Pengolahan Citra Digital	21
2.3.6. Deteksi Tepi.....	21
2.3.6.1. Deteksi Tepi Canny	21
2.3.6.2. Deteksi Tepi Sobel	22
2.3.6.3. Holistically Nested Edge Detection (HED)	23
2.3.7. MSE (Mean Square Error).....	25

2.3.8.	PSNR (Peak Signal To Noise Ratio).....	25
2.3.9.	SSIM (Structural Similarity Indeks Measure)	26
2.3.10.	FSIM (Feature Similarity Indeks Metrics).....	27
2.3.11.	Entropy	28
2.3.12.	MATLAB (Matrix Laboratory).....	28
2.3.13.	PYTHON.....	29
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.2	Bahan dan Perangkat Penelitian.....	31
3.3	Variabel Penelitian	36
3.4	Obyek Penelitian	37
3.5	Kondisi Experimen.....	37
3.6	Kondisi Pengambilan Citra	37
3.7	Sketsa Alur Pengambilan Citra	37
3.8	Interpretasi Hasil Metrik Evaluasi Kualitas Citra dalam Deteksi Kerusakan Mikrostruktur Elektroda	38
3.9	Prosedur Validasi Hasil	39
3.10	Tahapan Penelitian	40
BAB 4	HASIL YANG DICAPAI.....	51
4.1	Persiapann Alat	52
4.1.1	Persiapan Perancangan Alat dan Pengambilan Citra	52
4.2	Data Set Citra.....	55
4.2.1	Citra Elektroda Sebelum Proses Pemanasan	55
4.2.2	Citra Elektroda Sesudah Proses Pemanasan	56
4.3	Pengolahan Awal Citra (Pra-Processing)	58
4.3.1	Citra Input.....	58
4.3.2	Konversi Ke Grayscale.....	58
4.4	Implementasi Deteksi Tepi.....	60
4.4.1	Implementasi Metode Hybrid	60
4.4.2.	Metode Holistically Nested Edge Detection (HED).....	62
4.5	Hasil Deteksi Tepi	64
4.5.1	Hasil Deteksi Tepi Hybrid Canny dan Sobel	64

4.5.2	Hasil Holistically-Nested Edge Detection (HED).....	66
4.6	Evaluasi Kualitas Citra Menggunakan Metrik Kuantitatif	68
4.6.1	Hasil Perhitungan Nilai Metrik Metode Hybrid.....	69
4.6.2	Hasil Perhitungan Nilai Metrik Metode (HED)	73
4.7	Analisis HED Lebih Unggul dari Aspek Teoritis.....	76
4.8	Perbandingan Hasil dengan Penelitian Terdahulu.....	77
4.9	Interpretasi Mendalam Nilai Metrik Terhadap Tingkat Kerusakan Elektroda	77
4.10	Relevansi Tujuan Penelitian dengan Metode Holistically-Nested Edge Detection (HED)	78
4.11	Kontribusi Baru Penelitian.....	79
4.12	Keterbatasan Penelitian.....	79
BAB 5	PENUTUP.....	83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....		85
LAMPIRAN.....		87

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Lebah Madu Trigona Sp.....	18
Gambar 2.2	: Elektroda Logam Aluminium.....	19
Gambar 2.3	: Prototype Chamber Treatment Ohmik.....	20
Gambar 2.4	: Matriks 3x3 Operator Canny.....	22
Gambar 2.5	: Matriks 3x3 Operator Sobel.....	23
Gambar 2.6	: Matlab.....	29
Gambar 2.7	: Python.....	29
Gambar 3.1	: Skema Sistem Ekstraksi Pemanasan Ohmik.....	37
Gambar 3.2	: Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	41
Gambar 3.3	: Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode Hybrid.....	43
Gambar 3.4	: Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny.....	45
Gambar 3.5	: Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode Sobel.....	47
Gambar 3.6	: Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode HED.....	48
Gambar 4.1	: Pengambilan Citra Sebelum Pemanasan.....	52
Gambar 4.2	: Proses Pemanasan Ohmik.....	53
Gambar 4.3	: Pengambilan Citra Sesudah Pemanasan.....	54
Gambar 4.4	: Gambar Grafik gabungan MSE dan PSNR.....	71
Gambar 4.5	: Gambar Grafik Gabungan SSIM, FSIM, dan Entropy.....	72
Gambar 4.6	: Gambar Grafik Gabungan MSE dan PSNR.....	75
Gambar 4.7	: Gambar Grafik SSIM, FSIM, dan Entropy.....	76

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Perbandingan Algoritma Sobel dan Canny dalam Deteksi Tepi Citra Digital	9
Tabel 2.2	: Segmentasi Citra Daun Bawang Merah Menggunakan Metode Deteksi Tepi Canny	10
Tabel 2.3	: Pendekatan Hybrid Menggunakan Operator Sobel dan Canny untuk Deteksi Tepi Gambar Digital.....	12
Tabel 2.4	: Analisis Metode Deteksi Tepi Canny Untuk Pengenalan Wajah Dalam Pemrosesan Citra Digital	13
Tabel 2.5	: Implementasi Metode Sobel untuk Deteksi Tepi dalam Segmentasi Gambar Bunga	14
Tabel 3.1	: Bahan dan Perangkat Penelitian	31
Tabel 3.2	: Variabel Penelitian.....	36
Tabel 4.1	: Data Cita Elektroda Sebelum	55
Tabel 4.2	: Dataset Citra Elektroda Sesudah	57
Tabel 4.3	: Konversi Citra ke Grayscale.....	59
Tabel 4.4	: Hasil Deteksi Tepi Hybrid Canny dan Sobel	65
Tabel 4.5	: Hasil Deteksi Tepi HED	66
Tabel 4.6	: Hasil Perhitungan Metrik Evaluasi Citra Elektroda Aluminium	69
Tabel 4.7	: Hasil Perhitungan Metrik Evaluasi Citra Elektroda Aluminium	73

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Source Code Metriks Evaluasi	87
------------------------------------------------	----

Halaman ini sengaja dikosongkan