



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ELEKTRONIKA

**RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG
JUMLAH KOLONI BAKTERI STAPYLOCOCCUS
AUREUS DAN BACILLUS SUBTILIS PADA
MIKROSKOP BERBASIS RASPBERRY PI**

Achmad Akbar Marhananda
NIM 1912047

Dosen Pembimbing
Sotyohadi, ST., MT.
Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juni 2023



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ELEKTRONIKA

**RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG
JUMLAH KOLONI BAKTERI STAPYLOCOCCUS
AUREUS DAN BACILLUS SUBTILIS PADA
MIKROSKOP BERBASIS RASPBERRY PI**

Achmad Akbar Marhananda
NIM 1912047

Dosen Pembimbing
Sotyohadi, ST., MT.
Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juni 202

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG JUMLAH KOLONI BAKTERI STAPYLOCOCCUS AUREUS DAN BACILLUS SUBTILIS PADA MIKROSKOP BERBASIS RASPBERRY PI


SKRIPSI

ACHMAD AKBAR MARHANANDA
NIM 1912047

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Elektronika
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I



Sotyo Hadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Dosen Pembimbing II



Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.
NIP. Y. 1030400475

Mengetahui:

Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Sotyo Hadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Malang

Juli, 2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah yang selalu diberikan kepada kita semua, akhirnya penulisan skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Tentunya pada penulisan ini terdapat kekurangan dan tidak sepenuhnya sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bentuk apresiasi dan pembelajaran. Oleh Karena itu, tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Sotyohadi, ST., MT., dan bapak Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang yang selalu mendukung kegiatan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Harimbi Setyawati, Ir., MT selaku Ketua Laboratorium Mikrobiologi Industri Teknik Kimia S-1 ITN Malang.
4. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro S-1 yang senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan setiap kesulitan.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan baik dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. Teman-teman Program Studi Teknik Elektro ITN angkatan 2019 yang selalu mendukung satu sama lain dan saling membantu ketika mendapat kesulitan.
7. Teman-teman asisten laboratorium mikrobiologi industri Teknik Kimia S-1.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan dukungan dari pihak yang terkait, penyelesaian skripsi ini tidak dapat tercapai dengan baik, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perkembangan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Malang, Juli 2023

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Achmad Akbar Marhananda
NIM : 1912047
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Teknik Elektronika
ID KTP / Paspor : 3574041003000001
Alamat : Jl. Citarum II/Perum Kentangan GGIV/65, RT 002
RW 004, Kel.Curahgrinting, Kec.Kanigaran,
Probolinggo, Jawa Timur
Judul Skripsi : Rancang bangun alat penghitung jumlah koloni
bakteri stapylococcus aureus dan bacillus subtilis
pada mikroskop berbasis raspberry pi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarism dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar Teknik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.

Malang, Juli 2023

Yang membuat pernyataan



The image shows a circular official stamp with a crown emblem at the top. The text inside the stamp reads "KEMENTERIAN RI" at the top, "MEPERAI" in the middle, and "TEMPEL" at the bottom. Below the stamp, the alphanumeric code "24AKX639414510" is printed. A blue ink signature is written across the right side of the stamp.

(Achmad Akbar Marhananda)

1912047

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG JUMLAH KOLONI BAKTERI *STAPYLOCOCCUS AUREUS* DAN *BACILLUS SUBTILIS* PADA MIKROSKOP BERBASIS RASPBERRY PI

Achmad Akbar Marhananda, NIM: 1912047

Dosen Pembimbing I: Sotyohadi, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

Alat penghitung jumlah koloni bakteri ini merupakan alat yang dirancang untuk mahasiswa Laboratorium Mikrobiologi Teknik Kimia untuk membantu praktikum terkait dengan penghitungan jumlah koloni mikrobakteri pada bakteri *Stapylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. Konsep dari alat yang dibuat adalah kamera webcam logitech c270 akan menangkap gambar secara realtime kemudian dibaca oleh Raspberry Pi lalu akan muncul tampilan untuk memilih jenis bakteri apa yang akan dideteksi dan dilakukan pengolahan data untuk menghitung jumlah koloninya. Alat ini dibuat dengan tujuan mengoptimalkan mikroskop yang dengan menggabungkan konsep AI dan Mikroskop konvensional yang ada, sehingga saat praktikum sehingga ketika mencari bakteri pada mikroskop langsung dapat diketahui banyaknya koloni bakteri pada lensa mikroskop. Komponen utama adalah kamera webcam logitech c270, Raspberry Pi 3B, dan layar monitor sebagai keluaran. Pada sisi program digunakan library OpenCV dan pillow, sedangkan algoritmanya menggunakan *morphology*. Dengan algoritma *morphology* kita dapat mengetahui berapa banyak jumlah koloni dengan mengikuti perbedaan warna yang sudah dilakukan *filtering*.

Kata kunci: *bacillus subtilis*, *Morphology*, *OpenCV*, *pillow*, *raspberry pi 3B*, *stapylococcus aureus*

ABSTRACT

DESIGN AND BUILT A DEVICE FOR COUNTING THE NUMBER OF COLONIES OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS AND BACILLUS SUBTILIS ON A MICROSCOPE BASED ON RASPBERRY PI

Achmad Akbar Marhananda, NIM: 1912047

Dosen Pembimbing I: Sotyohadi, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

This bacterial colony counter device is designed for students of Chemical Engineering Microbiology Laboratory to assist in practical work related to counting the number of microbial colonies in *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis* bacteria. The concept of the device is that a Logitech c270 webcam will capture real-time images, which will then be read by a Raspberry Pi. A display will appear to select the type of bacteria to be detected, and data processing will be performed to count the number of colonies. The purpose of this device is to optimize the microscope by combining concepts of AI and conventional microscopes. During practical work, the number of bacterial colonies on the microscope lens can be determined directly. The main components of the device are the Logitech c270 webcam, Raspberry Pi 3B, and a monitor screen as the output. The program side utilizes the OpenCV and Pillow libraries, while the algorithm uses morphology. With the morphology algorithm, we can determine the number of colonies by following the color differences that have been filtered.

Keywords: *bacillus subtilis, Morphology, OpenCV, pillow, raspberry pi 3B, staphylococcus aureus*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 OpenCV	8
2.2.2 <i>Threshold</i>	10
2.2.3 Dilation	11
2.2.4 Eroision	13
2.2.5 <i>Open Morphology</i>	14
2.2.6 Kamera Webcam	15
2.2.7 Raspberry Pi.....	16
2.2.8 Mikroskop	17
Gambar 2.14 Mikroskop	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Dasar Teori	19
3.1.1 Blok Hardware	19
3.1.2 Software	20
3.2 Perancangan Perangkat Keras	21
3.2.1 Raspberry Pi dan Kamera	21
3.2.2 Raspberry Pi dan Monitor.....	21
3.2.3 Rangkaian Total	22
3.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	22

3.3.1	<i>Flowchart</i> Pengoperasian System	23
3.3.2	Sub <i>Flowchart</i> Pemilihan Bakteri	24
3.3.3	Sub <i>Flowchart Filtering</i>	25
3.4	Tampilan 3D kamera.....	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Pengujian Kamera Pengambilan Gambar	27
4.1.1	Webcam	27
4.1.2	Webcam dengan Lensa	29
4.2	Pengujian Titik Fokus pada Mikroskop	29
4.3	Pengujian Proses Filter.....	32
4.3.1	<i>Threshold</i>	33
4.3.2	Kernel	36
4.3.3	Minimal Area	38
4.3.4	Iterasi <i>Opening Morphology</i>	40
4.3.5	Dilasi	43
4.3.6	Erosi.....	46
4.3.7	Percobaan pada <i>Staphylococcus aureus</i>	48
4.4	Pengujian <i>Software</i>	51
4.4.1	Pemilihan Bakteri	51
4.4.2	Penghitungan Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	52
4.4.3	Penghitungan Bakteri <i>bacillus subtilis</i>	54
4.5	Pengujian Sistem Keseluruhan	55
4.5.1	Pengujian <i>Software</i> pada Raspberry Pi.....	55
4.5.2	Pengujian pada Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	57
4.5.3	Pengujian pada Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	58
BAB V	PENUTUP.....	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	61
BAB VI	DAFTAR PUSTAKA.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 OpenCV.....	8
Gambar 2.2 Program Open-CV akses kamera	9
Gambar 2.3 Hasil Akses Program Open-CV	9
Gambar 2.4 Gambar Mikroba sebelum <i>Threshold</i>	10
Gambar 2.5 Gambar setelah di beri <i>Threshold</i>	11
Gambar 2.6 Dilasi	11
Gambar 2.7 Penerapan Dilasi	12
Gambar 2.8 Erosi	13
Gambar 2.9 Penerapan Erosi	14
Gambar 2.10 Morphologi.....	14
Gambar 2.11 Penerapan Morphologi	15
Gambar 2.12 Kamera Webcam	15
Gambar 2.12 Raspberry Pi 3B.....	16
Gambar 2.13 Mikroskop	17
Gambar 3.1 Blok Diagram Hardware	19
Gambar 3.2 Blok Diagram Software	20
Gambar 3.3 Rangkaian Rapberry dan Kamera.....	21
Gambar 3.4 Rangkaian Rasperry ke Monitor.....	21
Gambar 3.5 Rangkaian Lengkap Perangkat Keras	22
Gambar 3.6 <i>Flowchart System</i>	23
Gambar 3.7 Sub <i>Flowchart</i> Pemilihan Bakteri	24
Gambar 3.8 Sub <i>Flowchart Filtering</i>	25
Gambar 3.9 Desain 3D alat	26
Gambar 4.1 Tampilan Tangkapan Webcam.....	28
Gambar 4.2 Tampilan jarak 1 cm tanpa lensa	28
Gambar 4.3 Tampilan jarak 1 cm setelah diberi lensa.....	29
Gambar 4.4 Semut dilihat dari skala 4x	30
Gambar 4.5 Semut dilihat dengan skala 10x	31
Gambar 4.6 Semut dilihat dengan skala 100x	31
Gambar 4.7 Gambar Koloni Bakteri <i>Bacillus Sutilis</i>	32
Gambar 4.8 Perhitungan dengan threshold 50	33
Gambar 4.9 Perhitungan dengan threshold 100.....	34
Gambar 4.10 Perhitungan dengan threshold 150.....	34
Gambar 4.11 Perhitungan dengan threshold 200.....	35
Gambar 4.12 Perhitungan dengan threshold 550.....	35
Gambar 4.13 Perhitungan dengan kernel 1	36
Gambar 4.14 Perhitungan dengan kernel 2	37

Gambar 4.15 Perhitungan dengan kernel 3	37
Gambar 4.16 Perhitungan dengan min area 100.....	38
Gambar 4.17 Perhitungan dengan min area 200.....	39
Gambar 4.18 Perhitungan dengan min area 300.....	39
Gambar 4.19 Perhitungan dengan min area 400.....	40
Gambar 4.20 Perhitungan dengan opening iterasi 1	41
Gambar 4.21 Perhitungan dengan opening iterasi 2	41
Gambar 4.22 Perhitungan dengan opening iterasi 3	42
Gambar 4.23 Perhitungan dengan opening iterasi 3	43
Gambar 4.24 Perhitungan dengan dilasi 1	44
Gambar 4.25 Perhitungan dengan dilasi 2	44
Gambar 4.26 Perhitungan dengan dilasi 3	45
Gambar 4.27 Perhitungan dengan dilasi 4	45
Gambar 4.28 Perhitungan dengan erosi 1	46
Gambar 4.29 Perhitungan dengan erosi 2	47
Gambar 4.30 Perhitungan dengan erosi 3	47
Gambar 4.31 Perhitungan dengan erosi 4	48
Gambar 4.32 Penerapan Filter pada bakteri Staphylococcus aureus ...	49
Gambar 4.33 Penerapan filter pada raspberry pi untuk bacillus subtilis	50
Gambar 4.34 Penerapan filter pada raspberry pi untuk staphylococcus aureus	51
Gambar 4.35 Pemilihan bakteri pada PC	52
Gambar 4.36 Pengujian bakteri Staphylococcus aureus pada PC	52
Gambar 4.37 Pengujian bakteri Bacillus Subtilis pada PC	54
Gambar 4.38 Terminal pada Raspberry Pi	56
Gambar 4.39 Pemilihan bakteri Pada Raspberry Pi.....	57
Gambar 4.40 Pengujian bakteri Staphylococcus aureus pada Raspberry Pi	58
Gambar 4.41 Pengujian Bakteri Bacillus Subtilis Pada Raspberry Pi ...	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Bakteri <i>Staphylococcus</i> pada PC.....	53
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> pada PC.....	54
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i> pada Raspberry Pi	57
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> pada Raspberry Pi59	