



**ANALISIS HASIL ELEKTROFORESIS DNA DENGAN
IMAGE PROCESSING MENGGUNAKAN METODE *GAUSSIAN*
*FILTER***

SKRIPSI

Oleh

Ihsanul Azmi

NIM 161910201053

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**ANALISIS HASIL ELEKTROFORESIS DNA DENGAN
IMAGE PROCESSING MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN
FILTER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Ihsanul Azmi

NIM 161910201053

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah ‘Azza Wa Jalla atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kemudahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu dipanjatkan kepada Rasulullah Muhammad Sallallahu ‘Alaihi Wassalam. Dengan tulus ikhlas dan penuh kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Abi dan Alm. Umi yang senantiasa selalu mendidik saya dengan sabar, disiplin dan penuh kasih sayang serta selalu mendukung keputusan saya. Mbak Syifa, Mbak Niswah, Mbak Himmah, Mas Rio serta keponakan saya Hannah dan Rumaisha yang selalu memberi semangat kepada saya.
2. Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
3. Bapak Widya Cahyadi selaku Dosen pembimbing utama serta Bapak Khairuk Anam selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu membimbing saya dalam pengerjaan skripsi
4. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2016 yang selalu menyemangati dan mendukung saya
5. Keluarga besar Center for Development of Advanced Science and Technology University Jember Mas Faru, Mas Harun, Mas Rijal, Mas Cris, Mbak Fira, Uus, Nahel, Bathari, Fahrul, Ivan, Nahel, Dandi, Erwin, Tigo.
6. Keluarga besar konsentrasi Elektronika dan sistem kendali teknik elektro 2016 Universitas Jember yang selalu bergotongroyong dalam menyelesaikan permasalahan.
7. Uswatun Hasanah selaku tim riset Elektroforesis DNA yang selalu bekerjasama hingga skripsi ini selesai
8. Teman-Teman Boiologi yang telah membantu saya dalam pengambilan data DNA Gel Elektroforesis
9. Almamater Teknik Elektro Universitas Jember

10.

11. Sahabat saya Udin, Indra, Ilham, Putra, Muiz dan Kholid yang selalu membantu saya dan memberi semangat kepada saya.

12. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, saya sangat berterimakasih telah membantu saya sampai selesainya pengerjaan skripsi ini.



MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyiroh: 5)

“Manusia yang berakal adalah manusia yang suka menerima dan meminta nasihat”

(Risalah Al-Mustaryidin, Juz 1, h. 71)

“Bila engkau ingin menuntut sesuatu, tuntutlah akhirat. Sebab engkau tidak akan memperolehnya, kecuali dengan mencarinya”

(I'anah Al-Thalibin, Juz 4, h.326)

“Tuntutlah ilmu, belajarlh dari ilmu itu tentang ketentraman dan kelemahlembutan”

(Syu'ab Al Iman, Juz 3, h. 281, no 1651)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ihsanul Azmi

NIM : 161910201053

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Hasil Elektroforesis DNA dengan *Image Processing* Menggunakan Metode *Gaussian Filter*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 02 Juli 2020

Yang menyatakan,

Ihsanul Azmi

NIM 161910201053

SKRIPSI

**ANALISIS HASIL ELEKTROFORESIS DNA DENGAN *IMAGE*
PROCESSING MENGGUNAKAN METODE *GAUSSIAN FILTER***

Oleh

Ihsanul Azmi

NIM 161910201053

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Widya Cahyadi S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Khairul Anam S.T., M.T., Ph.D., IPM.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Hasil Elektroforesis DNA dengan *Image Processing* Menggunakan Metode *Gaussian Filter*” karya Ihsanul Azmi telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Kamis, 02 Juli 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota I,

Widya Cahyadi S.T., M.T.

NIP. 198511102014041001

Ir. Khairul Anam S.T., M.T., Ph.D., IPM.

NIP. 197804052005011002

Anggota II,

Anggota III,

Sumardi S.T., M.T.

NIP. 196701131998021001

Andrita Ceriana Eska S.T., M.T.

NIP. 760014640

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP. 197008261997021001

RINGKASAN

Analisis Hasil Elektroforesis DNA dengan Image Processing Menggunakan Metode Gaussian Filter; Ihsanul Azmi, 161910201053; 2020; 68 Halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Proses analisa DNA merupakan hal yang sangat penting khususnya dalam mencari kecocokan genom pada dua DNA yang berbeda. Salah satu proses yang dilakukan untuk melakukan analisa DNA adalah elektroforesis. Elektroforesis merupakan proses Bergeraknya molekul yang memiliki muatan pada suatu medan listrik, molekul yang bergerak akan berhenti pada jarak migrasi tertentu dan tergantung pada muatan, bentuk dan ukurannya. Sehingga kecocokan suatu DNA dapat dianalisa berdasarkan dari hasil elektroforesis DNA tersebut.

Bahan yang digunakan dalam elektroforesis DNA yaitu salah satunya adalah gel agarosa. Pada DNA hasil elektroforesis gel agarosa, molekul DNA dianalisa berdasarkan letaknya setelah mengalami migrasi pada proses elektroforesis tersebut. DNA yang akan dianalisa dibandingkan dengan DNA *marker* atau DNA yang telah diketahui ukurannya. DNA memiliki ukuran molekul yang sama dengan DNA *marker* ketika DNA tersebut memiliki jarak migrasi sama dengan DNA *marker*.

Pada alat yang dirancang ini menggunakan Raspberry Pi 3 model B+ sebagai pemrosesan citra digital, serta menggunakan kamera Raspberry Pi V1 untuk mengambil gambar. Hasil gambar dan perhitungan yang telah dilakukan pengolahan citra akan ditampilkan pada RasPi *touchscreen* 3.5 inch.

Pada penelitian ini akan menggunakan *image processing* dengan salah satu metode nya yaitu dengan metode *Gaussian Filter*. *Image processing* dilakukan untuk melakukan pengolahan citra, pengenalan pola, deteksi tepi dari suatu objek, pengenalan bentuk molekul DNA yang mengalami migrasi. *Gaussian Filter* ini digunakan untuk memperbaiki kualitas pada citra yang akan diuji dan dikarenakan sering terjadinya citra yang dihasilkan tidak bagus atau tidak akurat pada saat menentukan nilai molekul DNA tersebut.

Penelitian dilakukan dengan melakukan *tracking mouse* pada citra yang telah diolah dengan openCV untuk merealisasikan gambar yang telah diambil oleh kamera yang digunakan sehingga menghasilkan keluaran ukuran DNA. Ketika *mouse* diklik pada gambar DNA, maka muncul nilai ukuran pada DNA dengan satuan basepairs. Ukuran DNA ditentukan berdasarkan jarak migrasi atau jarak dari awal DNA diletakkan dalam sumur gel agarose dan bermigrasi berdasarkan ukurannya hingga DNA tersebut berhenti. Sehingga DNA memiliki karakteristik yang berbeda pada setiap sampel yang berbeda.

Analisis DNA hasil elektroforesis dapat dilakukan dengan pengolahan citra untuk mendapatkan nilai molekul DNA pada gel hasil elektroforesis. Dan dapat menggunakan beberapa metode untuk memperbaiki citra DNA hasil elektroforesis yaitu menggunakan filter gaussian serta merubah warna menjadi skala *grayscale*. Hasil dari pengolahan citra ini yaitu berupa keluaran ukuran molekul DNA setelah dilakukan *trackingmouse*. Ketika gambar DNA di klik maka akan muncul nilai pada DNA tersebut.

Nilai DNA diperoleh berdasarkan DNA marker atau DNA yang telah diketahui ukurannya. Pada DNA marker ini akan dicari rumus regresinya yaitu berdasarkan nilai DNA pada masing-masing jarak migrasi yang berbeda. Nilai DNA yang telah diketahui ukurannya selanjutnya akan dibandingkan dengan perhitungan manual untuk mengetahui nilai *error* dari DNA tersebut. Nilai yang dihasilkan memiliki error persen terkecil yaitu data pengujian pertama dengan nilai error 0,101% dimana nilai molekul jika dihitung manual 454,193 bp dan jika diolah menggunakan program 454,650 bp. Nilai error persen terbesar yaitu data pengujian kedua dengan nilai error 12,411% dimana nilai molekul jika dihitung manual 732,926 bp dan jika diolah menggunakan program yaitu 641,962.

SUMMARY

Analysis of DNA Electrophoresis Results with Image Processing Using the Gaussian Filter Method; Ihsanul Azmi, 161910201053; 2020; 68 pages; Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The process of DNA analysis is very important, especially in finding the compatibility of the genome in two different DNAs. One of the processes carried out to conduct DNA analysis is electrophoresis. Electrophoresis is the process of moving molecules that have a charge in an electric field, moving molecules will stop at a certain migration distance and depend on the charge, shape and size. So that the suitability of a DNA can be analyzed based on the results of the DNA electrophoresis.

One of the ingredients used in DNA electrophoresis is agarose gel. In the agarose gel electrophoresis DNA results, DNA molecules are analyzed based on their location after undergoing migration in the electrophoresis process. The DNA to be analyzed is compared to the DNA marker or DNA of known size. DNA has the same molecular size as the DNA marker when the DNA has the same migration distance as the DNA marker.

This designed tool uses Raspberry Pi 3 model B + as digital image processing, and uses a Raspberry Pi V1 camera to take pictures. The results of images and calculations that have been carried out image processing will be displayed on a 3.5 inch RasPi touchscreen.

This research will use image processing with one of the methods, namely the Gaussian Filter method. Image processing is carried out to do image processing, pattern recognition, edge detection of an object, recognition of the shape of DNA molecules that have migrated. This Gaussian filter is used to improve the quality of the image to be tested and due to the frequent occurrence of the resulting image is not good or inaccurate when determining the value of the DNA molecule.

Research is done by tracking the mouse on the image that has been processed with openCV to realize the image taken by the camera used to produce DNA size

output. When the mouse is clicked on the DNA image, the size value appears in DNA with units of basepairs. DNA size is determined based on the distance of migration or the distance from the beginning of DNA placed in agarose gel wells and migrate based on its size until the DNA stops. So DNA has different characteristics in each different sample.

Analysis of DNA from electrophoresis can be done by image processing to obtain the value of DNA molecules in the gel from electrophoresis. And can use several methods to improve the DNA image of electrophoresis results using a gaussian filter and change the color to grayscale scale. The results of this image processing are output DNA molecular size after tracking the mouse. When the DNA image is clicked, a value will appear on the DNA.

DNA values are obtained based on DNA markers or known DNA sizes. In this DNA marker, we will look for the regression formula which is based on the DNA values at each different migration distance. DNA values that are known to be sized will then be compared with manual calculations to determine the error value of the DNA. The value generated has the smallest percent error that is the 20th data with an error value of 0.101% where the molecular value is calculated manually 454.193 bp and if processed using the program 454.650 bp. The largest percent error value is the 10th data with an error value of 12.411% where the molecular value if calculated manually is 732,926 bp and if processed using a program that is 641,962.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian sekaligus penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Hasil Elektroforesis DNA dengan Image Processing Menggunakan Metode Gaussian Filter”. skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam penyelesaian pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril ataupun materil. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki, rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan seluruh umat.
3. Bapak Bambang Sri Kaloko S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
4. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing utama serta Bapak Ir. Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu membimbing serta meluangkan waktu demi terselesainya skripsi ini.
5. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Andrita Ceriana Eska, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
6. Kedua orang tua tercinta, Abi dan Alm. Umi yang senantiasa mendidik saya dengan sabar dan penuh kasih sayang.
7. Teman seperjuangan se-DPU ataupun se-DPA dan sepenelitian yang saling mendukung , membantu dan saling memotivasi dalam penyusunan skripsi.
8. Seluruh pihak yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

9. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan, karena sempurna hanya milik Allah SWT. Harapan penulis adalah supaya informasi dari skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 02 Juli 2020

Penulis

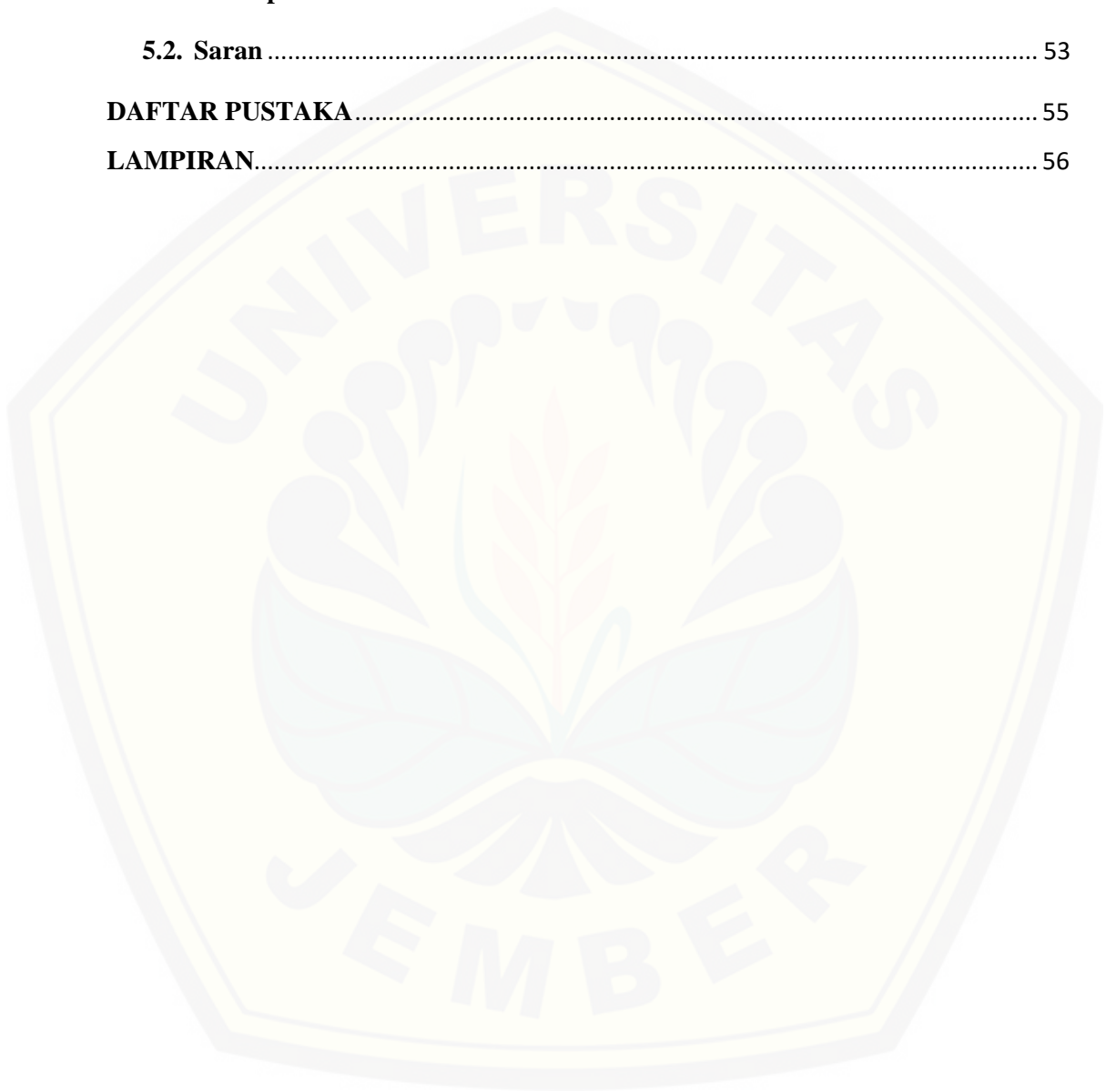


DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| SKRIPSI | i |
| SKRIPSI | ii |
| PERSEMBAHAN | iii |
| MOTO | v |
| PERNYATAAN | vi |
| SKRIPSI | vii |
| PENGESAHAN | viii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xviii |
| DAFTAR TABEL | xx |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan | 4 |
| 1.5 Manfaat | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1. Pengolahan Citra | 6 |
| 2.1.1. Pengertian | 6 |
| 2.1.2. Pengelompokan | 6 |
| 2.2. Filter | 8 |
| 2.2.1 Konvolusi | 8 |
| 2.2.2 Gaussian Filter | 10 |
| 2.3. Raspberry Pi | 11 |
| 2.3.1. Pengertian | 11 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 2.3.2. | Arsitektur Raspberry Pi 3 Model B+ | 12 |
| 2.3.3. | Konfigurasi Pin Raspberry Pi 3 Model B+ | 13 |
| 2.3.4. | Modul Kamera Raspberry Pi..... | 13 |
| 2.3.5. | Raspberry Pi Touch Display | 14 |
| 2.4. | Python | 15 |
| 2.4.1. | Python Bahasa Pemrograman Open Source..... | 15 |
| 2.4.2. | Rapid Application Development | 15 |
| 2.5. | Tkinter | 16 |
| BAB 3 | METODE PENELITIAN | 19 |
| 3.1. | Tempat dan Waktu Penelitian..... | 19 |
| 3.1.1. | Tempat Penelitian | 19 |
| 3.1.2. | Waktu Penelitian..... | 19 |
| 3.2. | Alat dan Bahan..... | 20 |
| 3.2.1. | <i>Hardware</i> | 20 |
| 3.2.2. | <i>Software</i> | 20 |
| 3.3. | Metode Penelitian..... | 20 |
| 3.4. | Perancangan Hardware..... | 21 |
| 3.5. | Perancangan Software | 22 |
| 3.5.1. | <i>Image Processing</i> | 22 |
| 3.5.2. | <i>Gaussian Filter</i> | 23 |
| 3.6. | Pengujian Sistem..... | 26 |
| BAB 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 27 |
| 4.1. | Realisasi Hardware | 27 |
| 4.1.1. | Pengujian Kamera..... | 28 |
| 4.2. | Realisasi Perangkat Lunak | 31 |
| 4.2.1. | Pengukuran Manual | 31 |
| 4.2.2. | Program Python | 37 |
| 4.2.3. | OpenCV..... | 40 |
| 4.2.4. | Pengujian Metode Gaussian Filter | 42 |

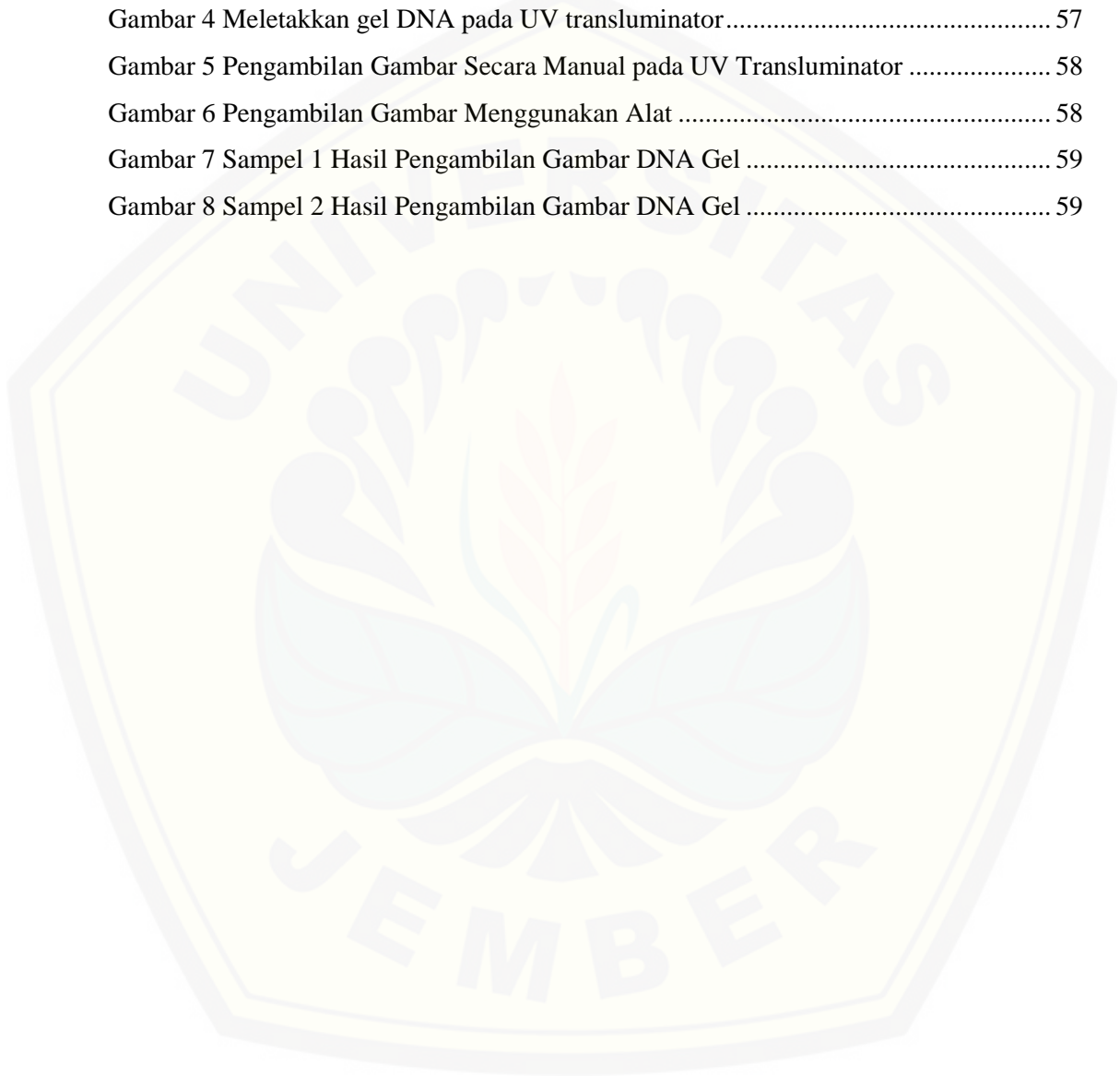
| | |
|--|-----------|
| 4.3. Pengujian Image Processing | 45 |
| 4.4. Pengujian Keseluruhan | 49 |
| BAB 5. PENUTUP | 53 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 53 |
| 5.2. Saran | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 55 |
| LAMPIRAN..... | 56 |



DAFTAR GAMBAR

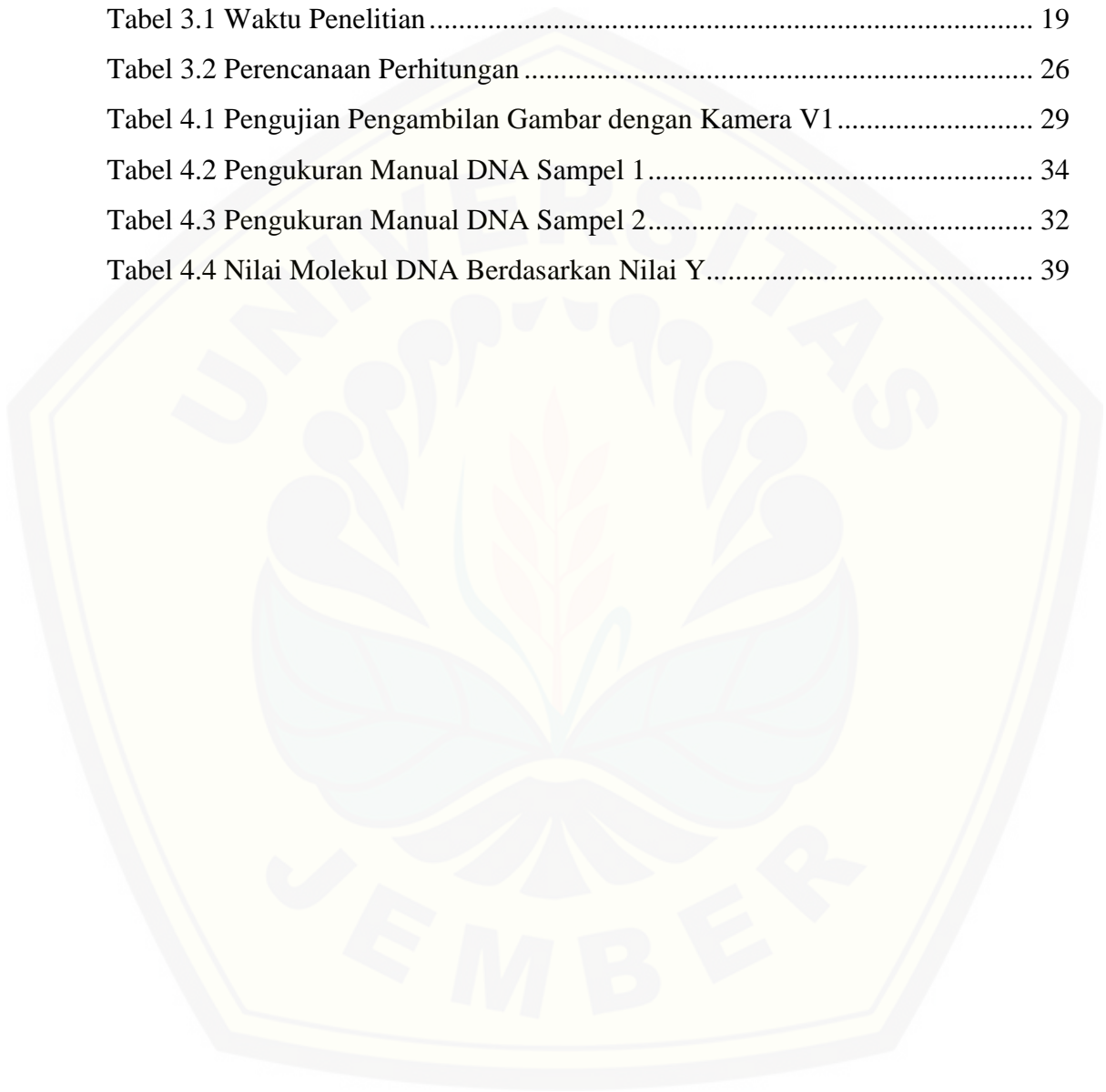
| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Raspberry Pi 3 Model B+..... | 12 |
| Gambar 2.2 Arsitektur Raspberry Pi 3 Model B+ | 12 |
| Gambar 2.3 Pin Raspberry Pi 3 B+..... | 13 |
| Gambar 2.4 Modul Kamera Raspberry Pi..... | 13 |
| Gambar 3.1 Model Perancangan Perangkat Keras..... | 21 |
| Gambar 3.2 Alur Image Processing | 22 |
| Gambar 3.3 Alur pada Gaussian Filter..... | 25 |
| Gambar 4.1 Alat tampak depan dengan dimensi 26x20x20 cm ³ | 27 |
| Gambar 4.2 Alat tampak atas dengan dimensi 11x7x5 cm ³ | 28 |
| Gambar 4.3 Alat tampak bawah dengan dimensi 26x20x20 cm ³ | 28 |
| Gambar 4.4 Pengujian dengan Ukuran 160 x 120 pixel | 29 |
| Gambar 4.5 Pengujian dengan Ukuran 320 x 240 pixel | 29 |
| Gambar 4.6 Pengujian dengan Ukuran 480 x 360 pixel | 30 |
| Gambar 4.7 Pengujian dengan Ukuran 680 x 480 pixel | 30 |
| Gambar 4.8 DNA Marker | 31 |
| Gambar 4.9 Sampel DNA 1 | 34 |
| Gambar 4.10 Grafik Regresi Marker DNA Sampel 1 | 35 |
| Gambar 4.11 Sampel DNA 2 | 32 |
| Gambar 4.12 Grafik Regresi Marker DNA Sampel 2..... | 33 |
| Gambar 4.13 Listing Program untuk Import pada python | 37 |
| Gambar 4.14 Hasil Cropping Citra DNA Menggunakan Kamera Raspberry pi V1 | 38 |
| Gambar 4.15 Grafik Berat Molekul DNA Berdasarkan Nilai Y | 39 |
| Gambar 4.16 Hasil Ukuran DNA pada Tkinter | 41 |
| Gambar 4.17 Hasil Gaussian Filter Sebelum Cropping | 44 |
| Gambar 4.18 Hasil gambar Metode Gaussian filter Setelah Cropping | 44 |
| Gambar 4.19 Tanpa menggunakan metode Gaussian filter | 45 |
| Gambar 4.20 Dengan menggunakan metode Gaussian filter..... | 45 |
| Gambar 4.21 Citra Asli | 46 |
| Gambar 4.22 Citra setelah dirubah menjadi Grayscale..... | 47 |
| Gambar 4.23 Citra Setelah ditambahkan Gaussian Filter | 47 |
| Gambar 4.24 Citra Setelah Dilakukan Erosi | 48 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.25 Citra Setelah di Invert | 48 |
| Gambar 4.26 Perbandingan Rata-Rata Nilai DNA Manual dan Program..... | 51 |
| Gambar 1 Penyuntikan DNA pada gel agarose | 56 |
| Gambar 2 Mengaktifkan Alat Elektroforesis | 56 |
| Gambar 3 Mengambil gel yang berisi DNA setelah di elektroforesis | 57 |
| Gambar 4 Meletakkan gel DNA pada UV transluminator..... | 57 |
| Gambar 5 Pengambilan Gambar Secara Manual pada UV Transluminator | 58 |
| Gambar 6 Pengambilan Gambar Menggunakan Alat | 58 |
| Gambar 7 Sampel 1 Hasil Pengambilan Gambar DNA Gel | 59 |
| Gambar 8 Sampel 2 Hasil Pengambilan Gambar DNA Gel | 59 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B+ | 13 |
| Tabel 2.2 Tkinter widget (komponen terkecil) | 17 |
| Tabel 3.1 Waktu Penelitian | 19 |
| Tabel 3.2 Perencanaan Perhitungan | 26 |
| Tabel 4.1 Pengujian Pengambilan Gambar dengan Kamera V1 | 29 |
| Tabel 4.2 Pengukuran Manual DNA Sampel 1 | 34 |
| Tabel 4.3 Pengukuran Manual DNA Sampel 2 | 32 |
| Tabel 4.4 Nilai Molekul DNA Berdasarkan Nilai Y | 39 |



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses analisa DNA merupakan hal yang sangat penting khususnya dalam mencari kecocokan genom pada dua DNA yang berbeda. Salah satu proses yang dilakukan untuk melakukan analisa DNA adalah elektroforesis. Elektroforesis merupakan proses Bergeraknya molekul yang memiliki muatan pada suatu medan listrik, molekul yang bergerak akan berhenti pada jarak migrasi tertentu dan tergantung pada muatan, bentuk dan ukurannya. Sehingga kecocokan suatu DNA dapat dianalisa berdasarkan dari hasil elektroforesis DNA tersebut.

Bahan yang digunakan dalam elektroforesis DNA yaitu salah satunya adalah gel agarosa. Pada DNA hasil elektroforesis gel agarosa, molekul DNA dianalisa berdasarkan letaknya setelah mengalami migrasi pada proses elektroforesis tersebut. DNA yang akan dianalisa dibandingkan dengan DNA *marker* atau DNA yang telah diketahui ukurannya. DNA memiliki ukuran molekul yang sama dengan DNA *marker* ketika DNA tersebut memiliki jarak migrasi sama dengan DNA *marker*.

Salah satu riset yang banyak bermunculan saat ini terkait DNA hasil elektroforesis yaitu dengan menggunakan metode *image processing*. Yaitu mengolah gambar DNA hasil elektroforesis secara otomatis untuk dibandingkan dengan DNA *marker* untuk mengetahui ukurannya. *Image procesing* sendiri saat ini sering dilakukan untuk melakukan pengolahan citra, pengenalan pola, deteksi tepi dari suatu objek, pengenalan bentuk dan lain sebagainya. Sehingga *image processing* banyak dilakukan untuk mengolah DNA hasil elektroforesis untuk mengenali atau mendeteksi adanya molekul DNA pada suatu gambar.

Penelitian terkait yaitu dengan judul “*An automated tool for comet assay image analysis*” (Benjamin M. Gyori, dkk, 2014). Pada penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisis kerusakan DNA dengan menggunakan uji komet. Pada jurnal tersebut difokuskan pada fitur dan penggunaan metode *opencomet* sebagai metode untuk menganalisis objek komet pada DNA. *Opencomet* menggunakan algoritma

pengolahan citra yang kuat untuk mengekstraksi dan mengklasifikasi komet, memisahkan komet, dan mengukur parameter komet. Kekurangan dalam jurnal ini bahwa suatu gambar DNA yang akan dianalisa sulit untuk memproduksi dan rentan bias subjektif. Dan juga sulit untuk mengenali semua format gambar umum dan tidak memberikan kemampuan pengolahan gambar yang akurat. Serta pada jurnal tersebut hanya meneliti tentang kerusakan DNA dengan menggunakan analisa pada DNA seperti pada komet, yang mana DNA memiliki kepala (inti) dan ekor DNA.

Penelitian lainnya yang terkait dengan DNA hasil elektroforesis yaitu “Implementasi Elektroforesis DNA menggunakan *image processing* dengan Logika Fuzzy” (Nuri Firdusi, 2016). Pada penelitian tersebut gambar DNA diperoleh dengan menggunakan kamera CMUcam4 dan melakukan pendeteksian objek dan letak piksel DNA menggunakan *image processing* dengan logika fuzzy mamdani. Hasil pengukuran DNA yang dianalisa pada penelitian tersebut diperoleh dengan membandingkan antara DNA yang akan dianalisa dengan DNA *marker* atau DNA yang telah diketahui ukurannya. Pada penelitian tersebut terdapat beberapa kekurangan yaitu pada saat nilai confidence kecil yaitu dengan nilai 40 dan nilai marker DNA 1000 Bp menghasilkan error 17.76% sehingga masih memiliki error yang cukup besar pada saat confidence kecil.

Berdasarkan beberapa penelitian diatas, maka penelitian ini dilakukan merancang alat yang bertujuan untuk mempermudah mengetahui hasil analisis pada elektroforesis DNA, memperbaiki kualitas gambar yang dihasilkan, mengurangi *error* yang besar dan juga untuk menghitung berat marker pada elektroforesis DNA tersebut. Pada alat yang dirancang ini menggunakan Raspberry Pi 3 model B+ sebagai pemrosesan citra digital, serta menggunakan kamera Raspberry Pi V1 untuk mengambil gambar. Hasil gambar dan perhitungan yang telah dilakukan pengolahan citra akan ditampilkan pada RasPi *touchscreen* 3.5 inch.

Pada penelitian ini akan menggunakan *image processing* dengan salah satu metode nya yaitu dengan metode *Gaussian Filter*. *Image processing* dilakukan untuk melakukan pengolahan citra, pengenalan pola, deteksi tepi dari suatu objek, pengenalan bentuk molekul DNA yang mengalami migrasi. *Gaussian Filter* ini digunakan untuk memperbaiki kualitas pada citra yang akan diuji dan dikarenakan

sering terjadinya citra yang dihasilkan tidak bagus atau tidak akurat pada saat menentukan nilai molekul DNA tersebut. Dan juga digunakan sebagai mengetahui jarak antar titik pada suatu citra. Sehingga dengan menggunakan metode *Gaussian Filter* diharapkan dapat mengurangi *error* yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat beberapa rumusan masalah berdasarkan uraian latar belakang diatas, diantaranya :

1. Bagaimana hasil pengukuran molekul DNA gel hasil elektroforesis menggunakan *image processing* dengan *Gaussian Filter*?
2. Bagaimana hasil dari pengolahan citra menggunakan *Gaussian Filter* jika dibandingkan dengan DNA marker?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian yang akan dilakukan dibatasi agar tidak terlalu meluas, beberapa batasan ruang lingkup permasalahan, diantaranya:

1. Hasil Elektroforesis DNA diperoleh dari Laboratorium Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember.
2. Gambar yang diperoleh dari Penelitian ini merupakan sampel DNA yang diperoleh sebelumnya dari Laboratorium Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember.
3. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran arus dan tegangan pada elektroforesis DNA gel *agarose*.
4. Alat ini hanya akan membandingkan besar nilai molekul DNA yang akan di analisa dengan DNA marker dalam satuan *Base pairs* (Bp)
5. Menggunakan Raspberry Pi dalam pemrosesan citra digital
6. Alat ini bekerja dengan bantuan sinar UV

1.4 Tujuan

Terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui hasil dari pengukuran molekul DNA gel hasil elektroforesis menggunakan *image processing* dengan *Gaussian Filter* sebagai metode yang digunakan
2. Untuk mengetahui kinerja sistem *image processing* menggunakan *Gaussian Filter* jika dibandingkan dengan DNA marker.
3. Untuk mengetahui hasil berat DNA yang akan dianalisa dengan cara membandingkan DNA yang akan dianalisa dengan DNA marker atau DNA yang telah diketahui ukurannya.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan sistem pengolahan citra pada alat elektroforesis DNA dengan menggunakan metode *Gaussian Filter* sehingga didapatkan hasil pengukuran molekul DNA yang lebih akurat.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab untuk memudahkan penulisan serta pemahaman mengenai tugas akhir ini yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang masalah, rumusan, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan teori yang mendukung serta metode yang akan digunakan yaitu *Image Processing* dengan menggunakan *Gaussian Filter*

BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode yang digunakan, yang meliputi waktu pelaksanaan tugas akhir, alat dan bahan, langkah pengerjaan, penentuan spesifikasi dan rancangan sistem, serta diagram alir sistem.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang hasil dan analisa penelitian

BAB 5 PENUTUP

Berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat serta saran untuk pengembangan lebih lanjut

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengolahan Citra

2.1.1. Pengertian

Pengolahan citra (gambar) menjadi teori yang akan dibahas pertama kali. Pengolahan citra termasuk salah satu metode yang berguna untuk mengolah suatu citra menjadi bentuk digital. Citra diam (foto) suatu gambar yang akan diambil, dan juga ada citra bergerak (video) yang bisa diambil sebagai objek. Pemrosesan sinyal mempunyai input berupa gambar (citra), yang akan ditransformasikan menjadi citra lain sebagai hasil dari teknik tertentu. Pengolahan citra berfungsi juga sebagai memperbaiki kesalahan data sinyal gambar yang hal ini dapat kita ketahui akibat akuisisi sinyal dan juga akibat dari transmisi sinyal, kemudian pengolahan gambar juga bisa dipahami dengan mudah oleh mata manusia dan dapat melakukan manipulasi, analisis terhadap gambar yang telah diolah.

2.1.2. Pengelompokan

1. Peningkatan Kualitas Gambar

Pre-processing merupakan proses peningkatan kualitas gambar. Operasi ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan fitur pada gambar agar tingkat keberhasilan pada pengolahan gambar selanjutnya akan menjadi tinggi. Peningkatan kualitas gambar bisa lebih berhubungan dengan penajaman fitur pada gambar. Operasi ini dapat dikerjakan dengan secara tidak otomatis, dan juga bisa menggunakan program lukis atau menggunakan pertolongan rutin software. Memperluas citra grafis bisa melalui metode antaralain yaitu bisa memperbaiki kontras atau cahaya pada bidang yang terang dan yang gelap akan ditambahkan warna, juga sebagai penyaring ketidaksamaan sinyal yang dikirim oleh pembawa gambar, kemudian bisa juga untuk menghaluskan garis-garis yang bergerigi yang menjadikan garis tersebut menjadi bersih.

2. Pemulihan gambar

Pemulihan gambar ini berguna untuk merekonstruksi gambar atau mengembalikan gambar yang rusak. Sebelum itu telah diketahui kondisi awal pada gambar tersebut, yang mengakibatkan penurunan kualitas gambar karena adanya gangguan, contohnya dengan mengalami degradasi. Pada hal ini, gambar menjadi rusak (blur) sehingga menurunkan kualitas gambar. Kondisi rusak dapat terjadi karena banyak faktor. Bisa karena misalnya pergerakan selama pengambilan gambar oleh alat optik seperti kamera, penggunaan alat optik yang tidak fokus, penggunaan lensa dengan sudut yang lebar, gangguan atmosfer, pencahayaan yang singkat sehingga mengurangi jumlah foton yang ditangkap oleh alat optik, dan sebagainya. Citra ini tertangkap oleh alat-alat optik seperti mata, kamera, dan sebenarnya merupakan citra yang sudah mengalami degradasi.

3. Kompresi gambar

Kompresi citra berguna untuk meminimalkan jumlah bit yang diperlukan untuk merepresentasikan gambar tersebut. Hal ini sangat berguna apabila anda ingin mengirimkan gambar berukuran besar. Gambar yang berukuran besar akan berpengaruh pada lamanya waktu pengiriman. Maka kompresi gambar akan memadatkan ukuran gambar menjadi lebih kecil dari ukuran asli sehingga waktu yang diperlukan untuk transfer data juga akan lebih cepat.

Terdapat dua tipe utama kompresi data, yaitu kompresi jenis lossless dan kompresi jenis lossy. Kompresi jenis lossy adalah kompresi dimana terdapat data yang hilang selama proses kompresi. Maka kualitas data yang dihasilkan jauh lebih rendah daripada kualitas data asli. Pada hal lain, kompresi jenis lossless tidak menghilangkan informasi setelah proses kompresi terjadi, akibatnya kualitas citra hasil kompresi juga tidak berkurang.

Ada yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses kompresi gambar ini, antara lain:

- *Resolusi*

Resolusi merupakan ukuran panjang kali lebar dalam suatu gambar yang digambarkan dalam satuan pixel. Besar kecilnya resolusi bias mempengaruhi pada kualitas gambar. Tetapi hal ini juga akan mempengaruhi jumlah bit datanya dan proses transfer datanya.

- **Kedalaman Bit**

Banyak sedikitnya jumlah bit yang dibutuhkan untuk menggambarkan suatu gambar (citra) dalam satuan bit/pixel. Tentu saja, semakin banyak bit maka citra yang dihasilkan akan lebih bagus.

- **Redundansi**

Keseluruhan data dalam yang telah digambarkan melalui redundansi merupakan representasi suatu elemen data yang tidak signifikan

2.2. Filter

Filter merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengolah data dan merubah data tersebut dari data asli menjadi data hasil yang diinginkan. Dalam pengolahan citra sendiri filter diproses dengan menggunakan detail pixel pada citra itu sendiri dan merubahnya menjadi citra dengan kualitas yang diinginkan.

2.2.1 Konvolusi

Konvolusi merupakan proses mendasar dari pengolahan citra. Konvolusi biasanya didefinisikan sebagai operasi penjumlahan dalam perkalian yang mengalikan citra dari suatu kernel. Konvolusi dari fungsi $a(x)$ dan $b(x)$ dapat dituliskan sebagai berikut :

$$h(x) = a(x) \times b(x) = \sum_{x=-N}^N a(u, v) b(x + u, y + u)$$

dimana

- $a(x,y)$: gambar awal atau gambar asli
- $h(x,y)$: posisi linier
- $b(x,y)$: gambar hasil konvolusi
- x,y,u,v : posisi atau titik dalam sebuah citra

sebagai contoh misal sebuah citra $a(x,y)$ memiliki ukuran 5×5 dan kernel berukuran 3×3 maka prosesnya dapat dilihat sebagai berikut:

$$a(x, y) = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 5 & 6 & 4 \\ 3 & 3 & 4 & 4 & 3 \\ 5 & 2 & 4 & 5 & 3 \\ 6 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 5 & 5 & 4 & 3 & 6 \end{bmatrix}$$

$$b(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Sehingga operasi konvolusi antara citra a(x,y) dan kernel b(x,y) diilustrasikan sebagai berikut :

- pertama yaitu menempatkan kernel pada posisi sudut kiri atas dan hitung nilai pixel dengan posisi (0,0) dari kernel:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 3 | 5 | 1 | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 0 | 2 | 4 | 2 | 0 |
| 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 6 |

Sehingga hasil konvolusi dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$(0 \times 2) + (-1 \times 3) + (0 \times 5) + (-1 \times 3) + (4 \times 3) + (-1 \times 4) + (0 \times 0) + (-1 \times 2) + (0 \times 4) = 0$$

Sehingga hasil konvolusi nya adalah 0 atau dapat digambarkan menjadi:

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | | | | |
| | 0 | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

- kemudian geser kernel satu pixel ke kanan dan hitung nilai pixel pada posisi (0,0) dari kernel tersebut

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 3 | 5 | 1 | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 0 | 2 | 4 | 2 | 0 |
| 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 6 |

$$(0 \times 3) + (-1 \times 5) + (0 \times 1) + (-1 \times 3) + (4 \times 4) + (-1 \times 2) + (0 \times 2) + (-1 \times 4) + (0 \times 2) = 2$$

Sehingga hasil konvolusinya adalah 2

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| | | | | |
| | 0 | 2 | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

- selanjutnya geser kernel satu pixel ke kanan dan hitung nilai pixel pada posisi (0,0) dari kernel tersebut

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 3 | 5 | 1 | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 0 | 2 | 4 | 2 | 0 |
| 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 6 |

$$(0 \times 5) + (-1 \times 1) + (0 \times 4) + (-1 \times 4) + (4 \times 2) + (-1 \times 1) + (0 \times 4) + (-1 \times 2) + (0 \times 0) = 0$$

Sehingga hasil konvolusinya adalah 1

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | | | | |
| | 0 | 2 | 0 | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Sehingga dengan cara yang sama berdasarkan cara diatas dihasilkan citra hasil konvolusi adalah :

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | | | | |
| | 0 | 2 | 0 | |
| | 0 | 6 | 0 | |
| | 0 | 1 | 3 | |
| | | | | |

2.2.2 Gaussian Filter

Gaussian filter merupakan salah satu filter yang memiliki nilai bobot tertentu untuk setiap anggotanya berdasarkan bentuk fungsi gaussian. Filter gaussian ini digunakan untuk penghalusan citra berdasarkan pusat kernel. Kernel atau biasa disebut *mask* memberikan petunjuk terhadap data yang akan difilter. Kernel memiliki panjang dan lebar ganjil n yang bertujuan agar matriks kernel memiliki jari-jari r , sehingga $n = 2r - 1$.

Filter gaussian memiliki fungsi untuk menghilangkan noise pada sebuah gambar hasil digitasi menggunakan kamera, karena pada proses tersebut terdapat noise akibat pantulan cahaya karena kepekaan sensor cahaya pada kamera tersebut.

Persamaan filter gaussian untuk menghaluskan suatu citra dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$G(i,j) = c \cdot e^{-\frac{(i-u)^2 + (j-v)^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana c dan σ merupakan konstanta, $G(i,j)$ merupakan elemen matriks kernel gauss pada titik (i,j) dan (u,v) merupakan indeks tengah dari matriks kernel gauss.

2.3. Raspberry Pi

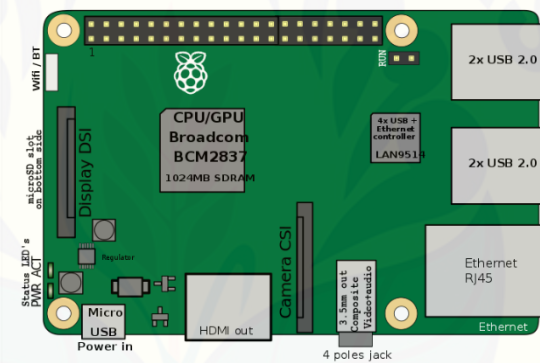
2.3.1. Pengertian

Raspberry Pi merupakan Single Board Computer (SBC) satu ukuran dengan kartu kredit, yang telah dikembangkan oleh pihak Yayasan Raspberry Pi di negara Inggris (UK) bertujuan memicu pembelajaran ilmu komputer dasar di berbagai sekolah (Putra, 2012). Tahun 2012 yang lebih dikenal Raspberry Pi, Processor Raspberry Pi bernama Boardcom BCM2835 SOC (system on chip) dan memiliki ARM1176JZF-S 700 MHz CPU, salah satu Grapics ialah Videocore IV GPU dan model A memiliki ram sebesar 256MB, selanjutnya untuk model B ditingkatkan sebesar 512MB dan generasi pertama adalah B+. pada generasi kedua dari Rassaberry Pi mulai dikenal pada bulan Februari 2015 dan mempunyai Processor Broadcom BCM2836 SoC, dengan Processor quad-core ARM Cortex-A7 CPU dan Videocore IV dual-core GPU, terdapat ram 1 GB. Boardcom menciptakan System on Chip yang telah dipakai oleh Raspberry Pi, memanfaatkan arsitektur ARM. ARM Limited telah mengembangkan arsitektur Processor 32-bit RISC yang disebut Arsitektur ARM. Advanced RISC Machine sebelumnya telah dikenal Acom RISC Machine. Awal mula prosesor desktop yang saat ini telah didominasi keluarga x86. Akan tetapi, desain sederhana telah mempengaruhi prosesor ARM digunakan pada aplikasi yang berdaya rendah. Desain itulah yang akan membuat prosesor ARM mendominasi pasar mobile electronic, daya dan harga yang rendah telah dibutuhkan oleh embedded system.



Gambar 2.1 Raspberry Pi 3 Model B+

2.3.2. Arsitektur Raspberry Pi 3 Model B+



https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

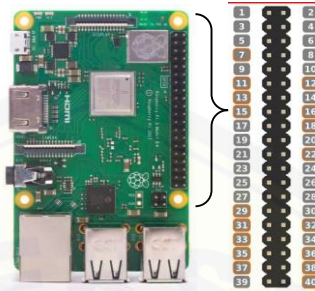
Gambar 2.2 Arsitektur Raspberry Pi 3 Model B+

Keterangan :

1. : Ethernet Port
2. : Header GPIO 40 pin
3. : Output Video HDMI
4. : Port kamera CSI untuk menghubungkan kamera Raspberry Pi
5. : Output stereo 4-pole dan port video komposit
6. : BCM2837 1.4 GHz, Cortex-A53(ARMv8) 64 bit SoC
7. : Port Display DSI untuk menghubungkan layar touchscreen Raspberry Pi
8. : 5V / 2.5A Daya input (Micro USB)
9. : 4 port USB 2.0

2.3.3. Konfigurasi Pin Raspberry Pi 3 Model B+

Raspberry Pi 3 Model B+ memiliki 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pin Raspberry Pi 3 B+

2.3.4. Modul Kamera Raspberry Pi

Kamera Raspberry Pi dan pembaruan firmware pertama kali diluncurkan pada tanggal 14 Mei 2013. Kamera Raspberry Pi telah memiliki kabel fleksibel yang telah terbungkus pada papan kamera, kabel fleksibel akan dihubungkan pada konektor CSI yang terletak pada port Ethernet dan HDMI. Pengguna menjalankan Rasi-config dan memilih opsi kamera digunakan untuk mengaktifkan kamera



Gambar 2.4 Modul Kamera Raspberry Pi

Model kamera VI yang akan digunakan pada Kamera Raspberry Pi, dengan spesifikasi kamera yaitu

Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B+

| No | Spesifikasi | Keterangan |
|----|-------------|-------------------------------------|
| 1 | Ukuran | Sekitar 25 x 24 x 9 mm |
| 2 | Resolusi | 5 Megapiksel |
| 3 | Mode video | 1080p30, 720p60 and 640 × 480p60/90 |
| 4 | Sensor | OmniVision OV5647 |

| | | |
|----|----------------------------|---------------------------------------|
| 5 | Resolusi Sensor | 2592 x 1944 pixel |
| 6 | Area Gambar Sensor | 3.76 x 2.74 mm |
| 7 | Ukuran Pixel | 1.4 μm x 1.4 μm |
| 8 | Rasio S/N | 36 dB |
| 9 | Sensitivitas | 680mV/lux-sec |
| 10 | Bidang tampilan horizontal | 53.50 +/- 0.13 derajat |
| 11 | Bidang tampilan vertical | 41.41 +/- 0.11 derajat |
| 12 | Rasio Fokus | 2.9 |

2.3.5. Raspberry Pi Touch Display

Raspberry Pi Touch Display merupakan tampilan layar sentuh yang telah diluncurkan oleh Raspberry pada tahun 2015. Konversi daya dan sinyal yang telah ditangani oleh monitor layar sentuh Raspberry Pi yang telah terhubung dengan Pemrograman python dalam bahasa adalah bahasa pemrograman yang tinggi untuk melakukan eksekusi sejumlah instruksi multi guna dengan cara langsung (interpretatif) menggunakan metode orientasi objek (Object Oriented Programming) dengan memanfaatkan semantik dinamis guna memberikan tingkat keterbacaan syntax. Dalam kegunaan bahasa pemrograman tinggi, python mudah dipelajari karena telah dilengkapi manajemen memori otomatis (pointer). papan adaptor. daya yang diperoleh dari port GPIO dan kabel pita yang telah dihubungkan pada port DSI pada Raspberry, kedua koneksi tersebut telah diperlukan oleh koneksi antara monitor layar sentuh dengan raspberry.

Keluaran tampilan menggunakan LCD layar sentuh dari Raspberry dengan layar 5" dalam menunjang alat yang akan saya buat. Resolusi *hardware* adalah 480x320 piksel merupakan fitur yang dimiliki oleh Raspberry Pi *Touch Display*, dalam mendukung seluruh versi Raspberry seperti Raspberry Pi B+, 2B, 3B, maupun 3B+.

2.4. Python

Pemrograman python dalam bahasa adalah bahasa pemrograman yang tinggi untuk melakukan eksekusi sejumlah instruksi multi guna dengan cara langsung (interpretatif) menggunakan metode orientasi objek (Object Oriented Programming) dengan memanfaatkan semantik dinamis guna memberikan tingkat keterbacaan syntax. Dalam kegunaan bahasa pemrograman tinggi, python mudah dipelajari karena telah dilengkapi manajemen memori otomatis (pointer).

2.4.1. Python Bahasa Pemrograman Open Source

Python dapat dimanfaatkan dengan sangat bebas, hingga untuk kepentingan komersial sekalipun. Dalam memberikan layanan perusahaan telah mengembangkan bahasa pemrograman python dengan cara komersial. Misalnya Anaconda Navigator, merupakan salah satu aplikasi yang digunakan pada pemrograman python yang telah dilengkapi dengan tool-tool pengembangan aplikasi.

2.4.2. Rapid Application Development

Python dapat dikatakan mampu memberikan kecepatan dan kualitas yang akan membuat aplikasi bertingkat (Rapid Application Development). Hal ini didukung oleh adanya library dengan modul-modul baik standar maupun tambahan misalnya NumPy, SciPy, dan lain-lain. Python juga memiliki komunitas yang besar sebagai tempat tanya jawab.

Penggunaan bahasa pemrograman python dalam kehidupan sehari-hari salah satu contohnya ialah mesin pencari Google. Mesin pencari ini merupakan Rapid Application Development, ia tidak hanya digunakan dalam mencari halaman website, akan tetapi dapat digunakan sebagai kalkulator, terjemahan fungsi, memprediksi harga saham, memprediksi cuaca, membuat grafik, mencari dengan gambar, pemesanan tiket pesawat, menanyakan hari dan lain-lain.

Python adalah salah satu dari beberapa bahasa pemrograman. Sebagaimana python berorientasi terhadap obyek dinamis. Bahasa python dapat dijalankan pada hampir semua sistem operasi, yaitu Linux, Windows, Mac OS, Java Virtual

Machine, Amiga, Palm, Symbian. Python banyak digunakan untuk membuat program misalnya program CLI, GUI, web, IoT, Game, dan lain sebagainya.

Python digunakan untuk pemrograman, yang memiliki beberapa fitur, misalnya Python telah memiliki modul siap pakai yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Python memiliki pengolahan memori otomatis, Python juga menggunakan bahasa yang mudah dipahami, Python juga dapat menciptakan modul baru dimana modul tersebut dapat dibangun dengan bahasa Python maupun C++.

2.5. Tkinter

Salah satu pustaka alat penghubung gambar dengan program adalah Tkinter (TK Interface). Juga termasuk suatu pustaka GUI *widget* yang merupakan pembuatan Interface Python untuk *Tk GUI Toolkit*. Pustaka yang secara langsung diringkas di dalam Python dan bisa bekerja berdasarkan toolkit dan juga terdapat di Python sendiri juga bisa disebut Tkinter. Tool Command Language (TCL) mempunyai antarmuka grafis yang merupakan dari Tkinter yang bisa memudahkan untuk pembuat program maupun yang menjalankan program. Karena Interface yang digunakan termasuk mudah untuk dipahami

Tkinter merupakan pustaka grafis yang dapat memberikan kemudahan dalam pembuatan program berbasis grafis. Setiap GUI Toolkit menyediakan *widget*, yaitu objek user Interface seperti *button*, *scrollbar*, *listbox*, *checkbox*, *radiobutton*, *label* dan lain sebagainya. *Widget* mengkapsulasi detail implementasi dan untuk setiap *widget* telah didefinisikan perilaku *defaultnya* sehingga mempermudah pemrograman GUI

Pustaka Tkinter merupakan pustaka standar yang digunakan untuk membuat aplikasi berbasis GUI pada bahasa pemrograman Python. Didalam membuat sebuah GUI biasanya terdapat berbagai objek – objek atau *widget*. *Widget* adalah objek yang ditampilkan dalam sebuah GUI untuk berinteraksi dengan user. Tkinter menyediakan suatu tombol *widget* (*TkinterButton*), suatu label *widget* (*TkinterLabel*), dan sebagainya. Kebanyakan *widget* diletakkan di suatu induk *widget*. *Toplevel widget* adalah suatu *widget* yang khusus tanpa adanya induk. *Toplevel widget* diciptakan ketika memanggil *Tkinter()*.

Untuk memeriksa pustaka Tkinter ini tersedia atau tidaknya dalam bahasa pemrograman python yang telah terpasang dalam komputer, dalam *IDLE* python tinggal mengetikkan *skrip* sebagai berikut :

Berarti pustaka Tkinter tidak tersedia di dalam python, agar Tkinter pada python tersedia maka python harus di instal ulang.

Dalam membuat suatu aplikasi berbasis GUI dengan menggunakan pustaka Tkinter, harus terlebih dahulu mengimpor pustaka Tkinter agar dapat diakses. Didalam pemrograman GUI, suatu objek di dalam sebuah tampilan merupakan bagian yang terpenting untuk memperindah tampilan, misalnya dalam sebuah tampilan terdapat label, teks, tombol, list box, combo box, dan lain –lain.

Tkinter telah menyediakan sekitar 14 widget dasar, berikut ini tabel dari kelas widget pada Tkinter :

Tabel 2.2 Tkinter widget (komponen terkecil)

| Widgets | Deskripsi |
|-------------|---|
| Button | Tombol sederhana, digunakan untuk mengeksekusi suatu perintah atau operasi lainnya |
| Canvas | Grafis terstruktur, widget dapat digunakan untuk menggambar grafik dan plot, membuat editor grafik, dan untuk mengimplementasikan perubahan widget |
| Checkbutton | Mempresentasikan sebuah variable yang dapat di pilih lebih dari dua nilai |
| Entry | Field untuk memasukan teks |
| Frame | Widget untuk wadah atau kotak, frame dapat diberi border dan background serta dapat digunakan untuk mengelompokan widget lainnya ketika membuat aplikasi atau layout dialog |
| Label | Menampilkan teks atau gambar |
| Listbox | Menampilkan sebuah daftar pilihan, listbox dapat dikonfigurasi untuk mendapatkan radio button atau checklist |
| Menubutton | Tombol menu, digunakan untuk mengimplementasikan pulldown menu |

| | |
|------------------------|---|
| Message | Menampilkan sebuah teks, sama seperti widget label, tetapi teks dapat diatur tata letaknya secara otomatis |
| Radiobutton | Mempresentasikan suatu nilai dari variabel yang dapat memiliki satu atau banyak nilai, klik tombol tersebut artinya mengumpulkan nilai untuk variabel dan |
| Radiobutton (lanjutan) | Menghapus semua radiobutton mengelompokan dengan variabel yang sama. |
| Scale | Menyarankan anda untuk mengeset nilai numerik dengan melakukan dragging pada panel |
| Scrollbar | Digunakan untuk menggulung canvas, entry, listbox, dan widget teks |
| Text | Memformat tampilan teks, menyarankan anda untuk menampilkan dan mengedit teks dengan gaya dan atribut, juga mendukung pemasangan image dan window |
| Toplevel | Sebuah widget wadah untuk menampilkan secara terpisah atas tingkatan window |

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan beberapa hal yaitu tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan, metode yang digunakan, perancangan hardware, perancangan software serta perencanaan pengujian sistem.

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian dan tugas akhir ini akan dilakukan di Laboratorium Sistem Kendali Cerdas dan Robotika, Gedung CDAST Lantai 7, Universitas Jember. Kalibrasi dan pengujian alat akan dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Jember.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian kurang lebih akan dilaksanakan selama 6 bulan dengan tabel jadwal penelitian sebagai berikut:

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

| No | Keterangan | Bulan Ke - | | | | | |
|----|--------------------|------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Tahap Persiapan | █ | | | | | |
| 2 | Studi Literatur | █ | █ | █ | █ | | |
| 3 | Perancangan sistem | | █ | █ | █ | █ | |
| 4 | Pengambilan Data | | | | █ | █ | |
| 5 | Analisa Data | | | | | █ | █ |
| 6 | Pembuatan Laporan | | | | | | █ |

Keterangan :

■ : waktu kegiatan dilaksanakan

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Hardware

1. Laptop / PC
2. Modul kamera Raspberry Pi V1
3. Raspi Touchscreen 5"
4. Raspberry Pi 3 Model B+

3.2.2. Software

1. OpenCV
2. Phyton

3.3. Metode Penelitian

Proses menentukan ukuran DNA hasil elektroforesis gel agarose pada penelitian ini menggunakan pengolahan citra dengan *Gaussian Filter*. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Studi Literatur

Tahap awal dalam penelitian ini yaitu mencari literatur dari penelitian sebelumnya seperti jurnal, buku, dan lain sebagainya. Pada tahap ini juga mempersiapkan semua konsep dan komponen atau alat dan bahan yang akan digunakan.

2. Tahap perancangan Alat

Pada tahap kedua ini yaitu merancang alat yang akan dilakukan dalam penelitian. Perancangan dibuat dengan merangkai sebuah kotak dengan dimensi 20x20x15 cm³ yang terdapat Raspberry Pi 3 Model B+ dengan *Raspberry Pi camera V1* serta *LCD touchscreen 5"* pada kotak tersebut. Pemrograman juga dilakukan dalam proses pembuatan alat tersebut sehingga alat tersebut dapat berjalan. Pemrograman yang dilakukan menggunakan bahasa *python*.

3. Tahap pengujian sistem

Pada tahap ini yaitu setelah mengimplementasikan alat dengan software maka dilakukan pengujian sistem dengan mencoba keakuratan alat. Pada tahap

ini juga dilakukan proses kalibrasi yang bertujuan agar pembacaan alat tersebut akurat.

4. Tahap pengambilan data

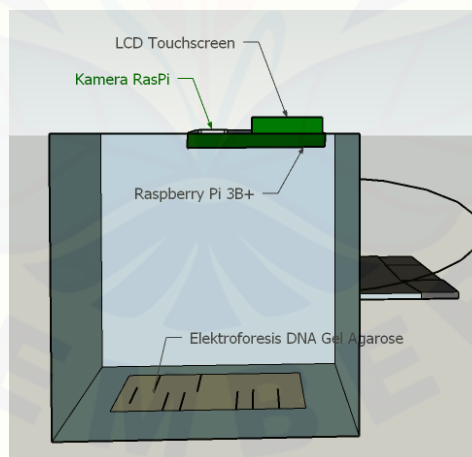
Langkah selanjutnya setelah melakukan pengujian sistem yaitu melakukan pengambilan data hasil penelitian.

5. Analisa dan Kesimpulan

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah keseluruhan sistem berjalan dengan baik dan menghasilkan *error* yang kecil. Analisa dilakukan dengan membandingkan DNA yang akan dianalisa menggunakan program dan menggunakan perhitungan manual serta akan dibandingkan dengan DNA *marker* atau DNA yang telah diketahui ukurannya.

3.4. Perancangan Hardware

Pada penelitian ini menggunakan kotak akrilik sebagai tempat untuk Raspberry Pi, Kamera dan LCD yang digunakan untuk mengambil gambar DNA hasil elektroforesis



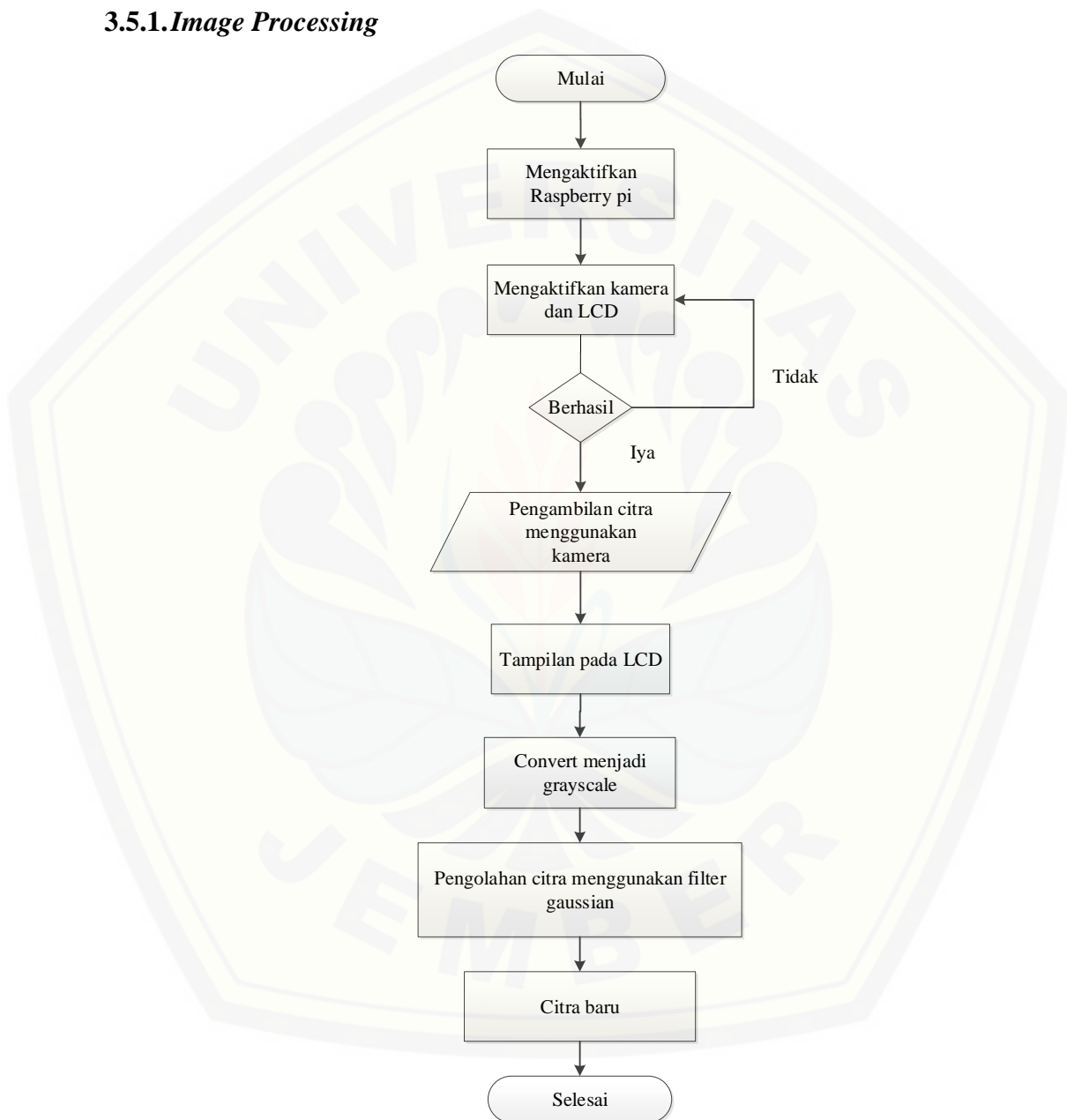
Gambar 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Penelitian ini menggunakan Raspberry Pi 3 model B+ sebagai pemrosesan citra digital, serta menggunakan kamera Raspberry Pi V1 untuk mengambil gambar. Hasil gambar dan perhitungan yang telah dilakukan pengolahan citra akan ditampilkan pada RasPi *touchscreen* 5 inch. Dimensi pada alat yang akan dibuat

adalah berbentuk kubus dengan ukuran $26 \times 20 \times 20$ cm³ untuk kubus yang bagian bawah dan berbentuk kubus juga untuk bagian atas dengan ukuran $11 \times 7 \times 5$ cm³.

3.5. Perancangan Software

3.5.1. *Image Processing*



Gambar 3.2 Alur *Image Processing*

Dalam penelitian ini sebuah gambar berformat jpg yang diambil menggunakan kamera raspberry pi V1 dengan ukuran citra 2592 x 1944 pixel. Setelah raspberry pi berhasil mengambil gambar, maka selanjutnya yaitu citra tersebut akan dirubah menjadi skala keabuan yang kemudian akan diolah menggunakan Filter Gaussian untuk menghaluskan citra dan menghilangkan noise pada citra tersebut. Setelah citra diolah menggunakan filter gaussian maka selanjutnya akan dihasilkan citra baru yang nantinya akan didapatkan gambar DNA yang lebih baik sehingga lebih mudah untuk menganalisa DNA tersebut. Kemudian akan dilakukan penghitungan jarak antara titik awal DNA hasil elektroforesis sebelum bermigrasi dan setelah bermigrasi.

3.5.2. Gaussian Filter

A. Proses dalam Gaussian filter

1. Proses Windowing

Dalam proses Windowing ini merupakan proses untuk perubahan piksel piksel pada citra akan dijadikan menjadi matriks 3x3 agar memudahkan untuk mencari jarak antar titik.

2. Proses Konvolusi

Hasil Windowing tersebut akan di proses lagi dengan proses konvolusi, dimana proses ini membuat matriks pada piksel untuk mendapatkan nilai yang baru.

3. Gaussian Filter

Pada proses ini setelah mendapatkan matriks 3x3 pada tiap piksel, maka citra yang akan diproses akan dihaluskan melalui proses ini, agar citra yang dihasilkan bagus. Dan juga agar memudahkan mendapatkan nilai jarak dari titik awal.

Gaussian filter atau biasa dikenal sebagai filter blur pada gambar dengan menggunakan metode Gaussian untuk menerapkan transformasi yang diterapkan ke setiap piksel dalam gambar. Pada sebuah gambar, filter Gaussian yang digunakan menggunakan filter dalam dua dimensi dengan rumus :

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

keterangan :

x = jarak dari asal sumbu horizontal

y = jarak dari asal sumbu vertikal

σ = standar deviasi dari distribusi *gaussian*.

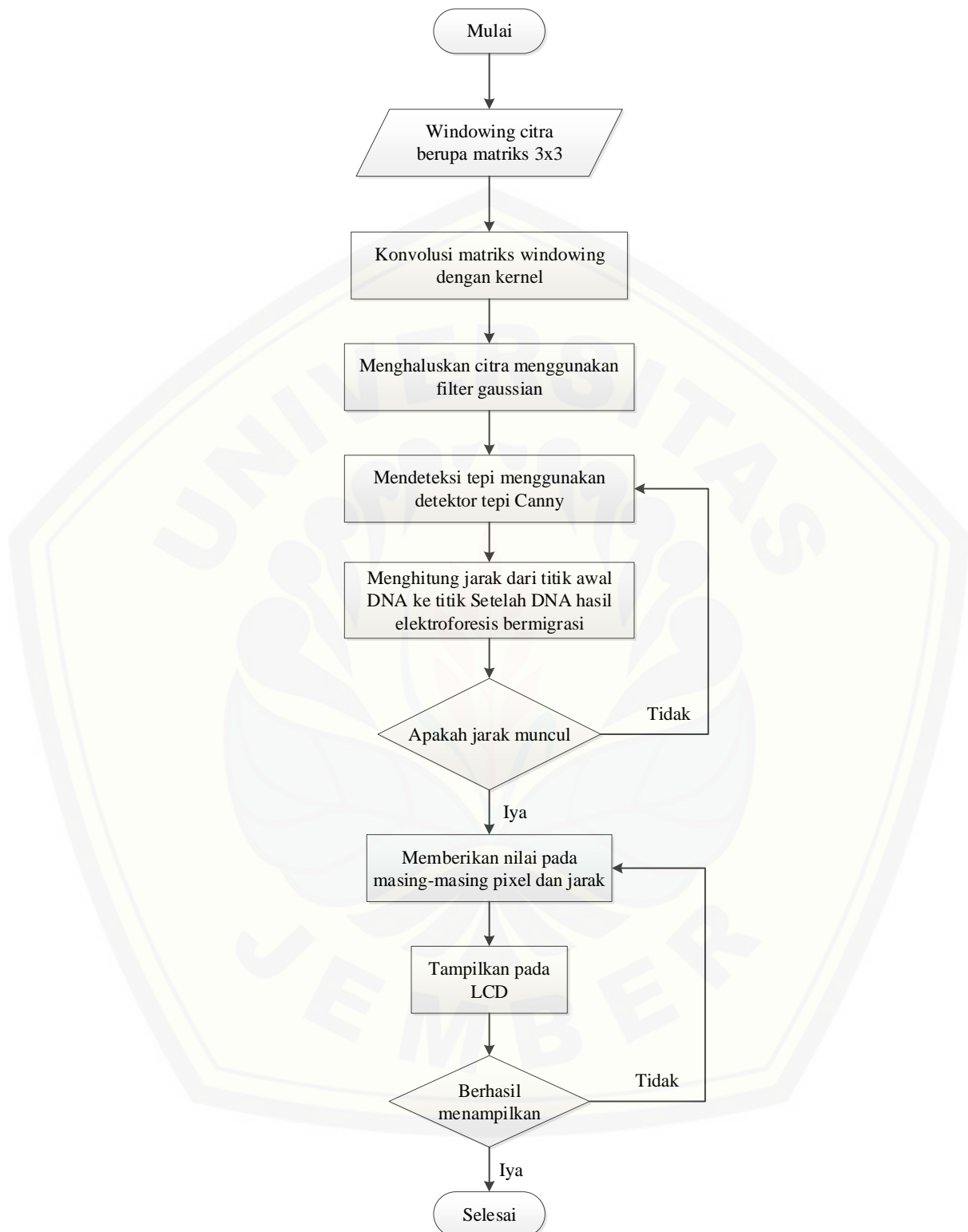
Ketika diterapkan dalam dua dimensi, persamaan diatas menghasilkan permukaan yang konturnya adalah lingkaran konsentris dengan distribusi *gaussian* dari titik pusat. Nilai dari distribusi digunakan untuk membangun matriks konvolusi yang diterapkan pada gambar asli. Nilai baru pada setiap pixel diatur ke rata-rata daripada ke lingkungan pixel itu. Nilai pixel asli menerima bobot terberat (memiliki nilai *gaussian* tertinggi) dan pixel yang lain menerima bobot lebih kecil karena jaraknya ke pixel asli meningkat. Hal ini menyebabkan blur pada gambar yang batas tepi lebih baik dari filter blur lainnya. “*Perbaikan kualitas Citra Menggunakan Metode Gaussian Filter*”. (Hery Sunandar. 2017)

4. Pendeteksi Tepi

Pada Pendeteksi tepi ini menggunakan Detektor Canny, yang merupakan detector untuk menentukan tepi pada semua piksel dan untuk mempermudah dalam menghitung jarak antar titik.

B. Perhitungan

Pada tahap ini merupakan proses perhitungan jarak antar titik awal pada setiap pikselnya. Ketika nilai jarak muncul maka akan keluar nilai nilai pada setiap piksel tersebut, jika tidak maka akan kembali ke proses pendeteksi tepi lagi sampai menemukan jarak dari titik awal. Kemudian akan ditampilkan pada LCD untuk mengetahui jarak dari tiap tiap piksel.



Gambar 3.3 Alur pada Gaussian Filter

3.6. Pengujian Sistem

Pada pengujian ini dilakukan untuk menganalisa tingkat keberhasilan alat dalam membandingkan gambar DNA yang akan dianalisa dengan DNA marker menggunakan image processing dengan metode *Gaussian Filter*. Pengujian akan dilakukan pada software dan hardware yang telah dirancang. Fungsinya yaitu untuk mengetahui suatu sistem dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian akan dilakukan pada 5 sampel DNA yang akan dibandingkan dengan DNA marker atau DNA yang telah diketahui ukurannya. Hasil pengujian keseluruhan sistem akan ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Perencanaan Perhitungan

| Jarak Migrasi (cm) | Nilai Marker (bp) | Nilai Molekul DNA (bp) | | Selisih | Error (%) |
|--------------------|-------------------|------------------------|---------|---------|-----------|
| | | Manual | Program | | |
| 2 | 10000 | | | | |
| 2.7 | 8000 | | | | |
| 3.2 | 7000 | | | | |
| 3.6 | 6000 | | | | |
| 4.0 | 5000 | | | | |

Pada tabel 3.2 Perencanaan Perhitungan, jarak migrasi merupakan jarak antara titik asal DNA terhadap titik akhir setelah dilakukan elektroforesis. Uga akan dilakukan perbandingan antara DNA yang akan dianalisa dengan DNA yang telah diketahui ukuran *Basepairs* (Bp).

BAB 5. PENUTUP

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan mengenai Rancang bangun analisis DNA gel hasil elektroforesis menggunakan *image processing* dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran yang berguna untuk penelitian lebih lanjut.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian dalam analisa ukuran molekul DNA diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Analisis DNA hasil elektroforesis dapat dilakukan dengan pengolahan citra untuk mendapatkan nilai molekul DNA pada gel hasil elektroforesis. Dimana dapat menggunakan beberapa metode untuk memperbaiki citra DNA hasil elektroforesis yaitu menggunakan filter gaussian serta merubah warna menjadi skala *grayscale*. Hasil dari pengolahan citra ini yaitu berupa keluaran ukuran molekul DNA setelah dilakukan *trackingmouse*. Ketika gambar DNA di klik maka akan muncul nilai pada DNA tersebut.
2. Nilai DNA diperoleh berdasarkan DNA marker atau DNA yang telah diketahui ukurannya. Dimana DNA marker ini akan dicari rumus regresinya yaitu berdasarkan nilai DNA pada masing-masing jarak migrasi yang berbeda. Nilai DNA yang telah diketahui ukurannya selanjutnya akan dibandingkan dengan perhitungan manual untuk mengetahui nilai *error* dari DNA tersebut.
3. Nilai yang di hasilkan memiliki error persen terkecil yaitu data ke 20 dengan nilai error 0,101% dimana nilai molekul jika dihitung manual 454,193 bp dan jika diolah menggunakan program 454,650bp. Nilai error persen terbesar yaitu data ke 10 dengan nilai error 12,411% dimana nilai molekul jika dihitung manual 732,926 bp dan jika diolah menggunakan program yaitu 641,962.

5.2. Saran

Pada penelitian tentang analisis DNA gel hasil elektroforesis menggunakan pengolahan citra terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Menggunakan kamera dengan resolusi yang lebih baik sehingga gambar yang dihasilkan akan lebih jelas
2. Menggabungkan beberapa metode untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik



DAFTAR PUSTAKA

- Sunandar Hery. 2017. Perbaikan Kualitas Citra Menggunakan Metode Gaussian Filter. STMIK Budi Darma : Medan.
- Abeykoon A.M.K.W.K., Dhanapala M.P.C.S., Yapa R.D., Sooriyapathirana S.D.S.S. 2015. *An Automated System for Analyzing Agarose and Polyacrylamide Gel Images*. University of Peradeniya : Sri Lanka
- Kusumaningrum H.P., Budi W.S., Azam M, Bawono A. 2014. Desain Alat Elektroforesis Untuk Optimasi Visualisasi dan Konsentrasi DNA Menggunakan Software. Universitas Diponegoro : Semarang
- Kusumanto, R.D. dan Tomponu, Alan Novi. 2011. Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Objek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. Politeknik Negeri Sriwijaya : Palembang.
- Rouessac, F. dan Rouessa, A. 2007. *Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques*. Prancis.
- Caridade C.M.R., Marcal A.R.S., Mendonca T., Pessoa A.M., Pereira S. 2009. *Automatic Method to identity and Extract Information of DNA bands in Gel Electrophoresis Image*. USA : IEEE.
- Kaabouch N, Schultz Richard R, Milavetz Barry. 2007. *An Analysis System for DNA Gel Electrophoresis Images Based on Automatic Thresholding and Enhancement*. Grand Forks : IEEE
- Sansone Mario, Zeni Olga, Esposito Giovanni. 2012. *Automated Segmentation of Comet Assay Images Using Gaussian Filter and Fuzzy Clustering*.

LAMPIRAN

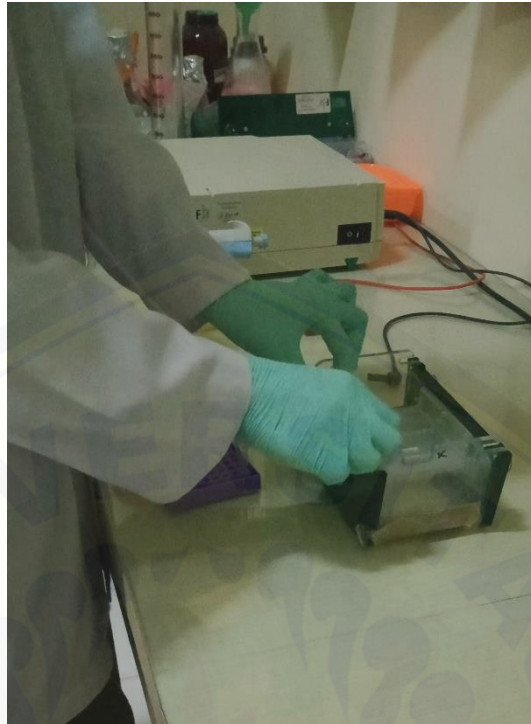
A. Dokumentasi



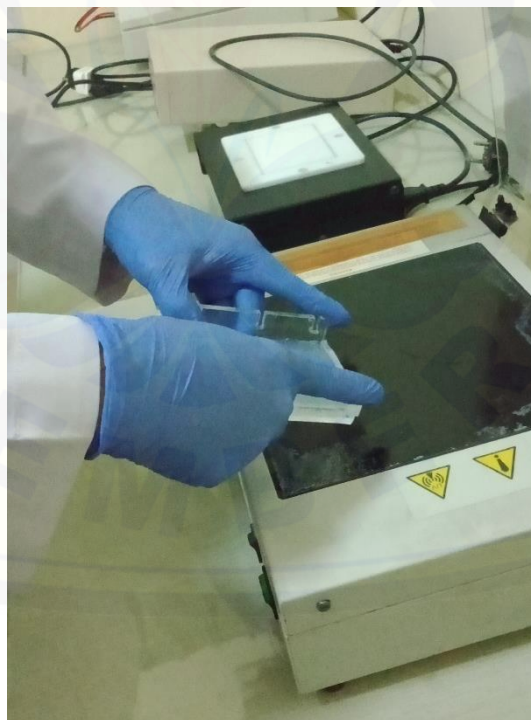
Gambar 1 Penyuntikan DNA pada gel agarose



Gambar 2 Mengaktifkan Alat Elektroforesis



Gambar 3 Mengambil gel yang berisi DNA setelah di elektroforesis



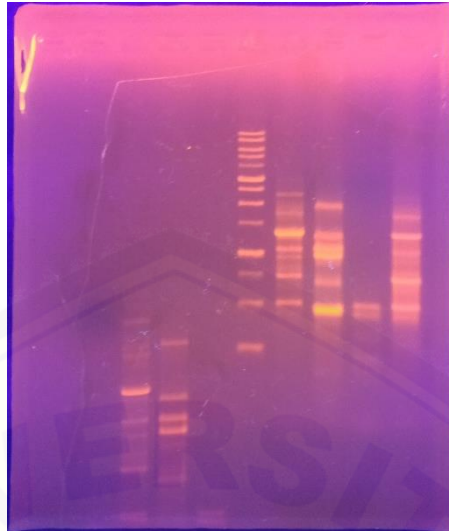
Gambar 4 Meletakkan gel DNA pada UV transluminator



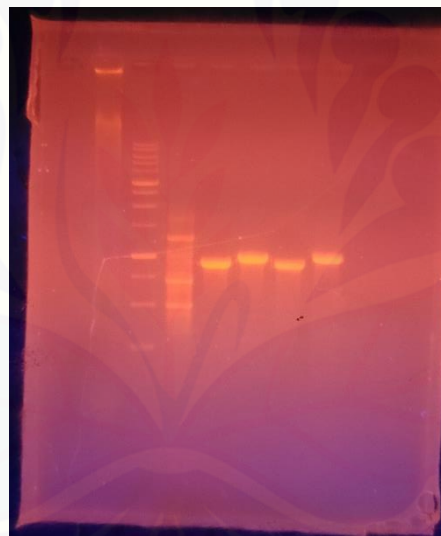
Gambar 5 Pengambilan Gambar Secara Manual pada UV Transluminator



Gambar 6 Pengambilan Gambar Menggunakan Alat



Gambar 7 Sampel 1 Hasil Pengambilan Gambar DNA Gel



Gambar 8 Sampel 2 Hasil Pengambilan Gambar DNA Gel

B. Perhitungan Error Persen

$$\begin{aligned} 1. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{2680,526-2629,446}{2680,526} \right| \times 100\% \\ &= 1,906\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1971,696-1977,381}{1971,696} \right| \times 100\% \\ &= 0,288\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1450,307-1421,586}{1450,307} \right| \times 100\% \\ &= 1,980\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1103,824-1101,611}{1103,824} \right| \times 100\% \\ &= 0,200\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{708,337-734,749}{708,337} \right| \times 100\% \\ &= 3,729\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{454,548-468,496}{454,548} \right| \times 100\% \\ &= 3,069\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 7. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{2184,238-2163,599}{2184,238} \right| \times 100\% \\ &= 0,945\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8. \text{ Error (\%)} &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1450,307-1338,799}{1450,307} \right| \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 7,689\%$$

$$\begin{aligned} 9. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1031,003-1037,458}{1031,003} \right| \times 100\% \\ &= 0,626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{732,926-641,962}{732,926} \right| \times 100\% \\ &= 12,411\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 11. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{396,552-415,519}{396,552} \right| \times 100\% \\ &= 4,783\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{424,561-441,213}{424,561} \right| \times 100\% \\ &= 3,922\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 13. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1905,548-1862,227}{1905,548} \right| \times 100\% \\ &= 2,273\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 14. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1450,307-1338,799}{1450,307} \right| \times 100\% \\ &= 7,689\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1031,003-1006,796}{1031,003} \right| \times 100\% \\ &= 2,348\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 16. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{639,411-661,512}{639,411} \right| \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 3,456\%$$

$$\begin{aligned} 17. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{424,561-428,174}{424,561} \right| \times 100\% \\ &= 0,851\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 18. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1370,819-1421,586}{1370,819} \right| \times 100\% \\ &= 3,703\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 19. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{670,749-681,658}{670,749} \right| \times 100\% \\ &= 1,626\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{454,193-454,650}{454,193} \right| \times 100\% \\ &= 0,101\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 21. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{928,239-934,049}{928,239} \right| \times 100\% \\ &= 0,626\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 22. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{1057,061-1022,012}{1057,061} \right| \times 100\% \\ &= 3,316\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 23. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{928,239-948,165}{928,239} \right| \times 100\% \\ &= 2,147\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 24. \text{ Error } (\%) &= \left| \frac{Ht-Hp}{Ht} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{990,558-1053,137}{990,558} \right| \times 100\% \\ &= 6,318\% \end{aligned}$$

C. Perhitungan Standard Deviasi

Rumus rata-rata :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Rumus Standar Deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

3. Pada perhitungan manual

Tabel 1. Perhitungan Standar Deviasi secara manual

| No | Nilai Molekul Manual (x_i) | Rata-Rata \bar{x} | ($x_i - \bar{x}$) | ($x_i - \bar{x}$) ² |
|----|-----------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------|
| 1 | 2680,526 | 1101,646 | 1578,88 | 2492861 |
| 2 | 1971,696 | 1101,646 | 870,0496 | 756986,3 |
| 3 | 1450,307 | 1101,646 | 348,6606 | 121564,2 |
| 4 | 1103,824 | 1101,646 | 2,177625 | 4,742051 |
| 5 | 708,337 | 1101,646 | -393,309 | 154692,3 |
| 6 | 454,548 | 1101,646 | -647,098 | 418736,3 |
| 7 | 2184,238 | 1101,646 | 1082,592 | 1172005 |
| 8 | 1450,307 | 1101,646 | 348,6606 | 121564,2 |
| 9 | 1031,003 | 1101,646 | -70,6434 | 4990,486 |
| 10 | 732,926 | 1101,646 | -368,72 | 135954,7 |
| 11 | 396,552 | 1101,646 | -705,094 | 497158,1 |
| 12 | 424,561 | 1101,646 | -677,085 | 458444,6 |
| 13 | 1905,548 | 1101,646 | 803,9016 | 646257,8 |
| 14 | 1450,307 | 1101,646 | 348,6606 | 121564,2 |
| 15 | 1031,003 | 1101,646 | -70,6434 | 4990,486 |
| 16 | 639,411 | 1101,646 | -462,235 | 213661,5 |
| 17 | 424,561 | 1101,646 | -677,085 | 458444,6 |

| | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 18 | 1370,819 | 1101,646 | 269,1726 | 72453,9 |
| 19 | 670,749 | 1101,646 | -430,897 | 185672,5 |
| 20 | 454,193 | 1101,646 | -647,453 | 419195,9 |
| 21 | 928,239 | 1101,646 | -173,407 | 30070,12 |
| 22 | 1057,061 | 1101,646 | -44,5854 | 1987,856 |
| 23 | 928,239 | 1101,646 | -173,407 | 30070,12 |
| 24 | 990,558 | 1101,646 | -111,088 | 12340,63 |
| $\sum_{i=1}^{24} (x_i - \bar{x})^2$ | | | | 8531671 |

Sehingga standar deviasi pada perhitungan manual yaitu :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{8531671}{23}} = 609,05$$

4. Pada Program

Tabel 2 Perhitungan Standar Deviasi Berdasarkan Program

| No | Nilai Molekul pada Program (x) | Rata-Rata (\bar{x}) | ($x_i - \bar{x}$) | ($x_i - \bar{x}$) ² |
|----|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| 1 | 2629,446 | 1091,024 | 1538,422 | 2366741 |
| 2 | 1977,381 | 1091,024 | 886,3567 | 785628,1 |
| 3 | 1421,586 | 1091,024 | 330,5617 | 109271 |
| 4 | 1101,611 | 1091,024 | 10,58667 | 112,0775 |
| 5 | 734,749 | 1091,024 | -356,275 | 126932,1 |
| 6 | 468,496 | 1091,024 | -622,528 | 387541,5 |
| 7 | 2163,599 | 1091,024 | 1072,575 | 1150416 |
| 8 | 1338,799 | 1091,024 | 247,7747 | 61392,29 |
| 9 | 1037,458 | 1091,024 | -53,5663 | 2869,352 |
| 10 | 641,962 | 1091,024 | -449,062 | 201657 |
| 11 | 415,519 | 1091,024 | -675,505 | 456307,5 |
| 12 | 441,213 | 1091,024 | -649,811 | 422254,8 |

| | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 13 | 1862,227 | 1091,024 | 771,2027 | 594753,6 |
| 14 | 1338,799 | 1091,024 | 247,7747 | 61392,29 |
| 15 | 1006,796 | 1091,024 | -84,2283 | 7094,412 |
| 16 | 661,512 | 1091,024 | -429,512 | 184480,8 |
| 17 | 428,174 | 1091,024 | -662,85 | 439370,6 |
| 18 | 1421,586 | 1091,024 | 330,5617 | 109271 |
| 19 | 681,658 | 1091,024 | -409,366 | 167580,8 |
| 20 | 454,650 | 1091,024 | -636,374 | 404972,3 |
| 21 | 934,049 | 1091,024 | -156,975 | 24641,26 |
| 22 | 1022,012 | 1091,024 | -69,0123 | 4762,702 |
| 23 | 948,165 | 1091,024 | -142,859 | 20408,79 |
| 24 | 1053,137 | 1091,024 | -37,8873 | 1435,45 |
| $\sum_{i=1}^{24} (x_i - \bar{x})^2$ | | | | 8091287 |

Sehingga standar deviasi berdasarkan program yaitu :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{8091287}{23}} = 593,123$$

D. Listing Program

```
import numpy as np
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
import argparse
import tkinter as tk
import threading
from tkinter import Tk, Button, Label

#Thread digunakan untuk membuat aplikasi
#Tkinter sebagai tempat untuk menampilkan
#aplikasi untuk menampilkan Nilai DNA
def thread ():
    global app
    class Application (tk.Frame):
        def __init__ (self, master = None):
            super () .__init__ (master)
            master.title ("title")
            master.geometry ("350x150")
            self.pack ()
            self.create_widgets ()
            #self.root = Tk()
            #self.root.title('PhotoImage')
            self.image = None
            #self.setup_gui()
        def create_widgets (self):
            self.lb = tk.Label ()
            self.lb ["text"] = "x value"
            self.lb.pack (side = "top")
            self.yb = tk.Label ()
            self.yb ["text"] = "y value"
```

```
self.yb.pack (side = "top")
self.a = tk.Label ()
self.a ["text"] = "Bassepairs"
self.a.pack (side = "top")
self.a ["bg"] = ("blue")
self.bt = tk.Button ()
self.bt ["text"] = "button"
self.bt ["command"] = self.print_txtval
self.bt.pack (side = "bottom")
self.c = tk.Button ()
self.c ["text"] = "exit"
self.c ["command"] = self.destroy
self.c.pack (side = "bottom")
def print_txtval (self):
    print ("button was pressed")
    print (self.bt ["text"])
root = tk.Tk ()
app = Application (master = root)
app.mainloop ()
th = threading.Thread (target = thread)
th.start ()
ref_point = []
cropping = False
```

#shape_selection digunakan untuk membuat kotak pada gambar

#yaitu dengan meng klik kiri dan membuat kotak dengan mouse

#dimana kotak tersebut akan di lakukan cropping

#untuk dicari nilai molekul DNA nya

```
def shape_selection(event, x, y, flags, param):
    global ref_point, cropping #untuk mendapatkan
referensi variabel

    # Ketika tombol kiri ditekan maka akan mulai
menyimpan
    # koordinat (x, y) sebagai titik awal di klik

    if event == cv2.EVENT_LBUTTONDOWN:
        ref_point = [(x, y)]
        cropping = True

    elif event == cv2.EVENT_LBUTTONUP:
        # menyimpan akhir dari cropping berdasarkan
koordinat (x, y)
        ref_point.append((x, y))
        cropping = False
        # meng crop berdasarkan hasil tracking mouse
dari titik
        #awal meng klik hingga titik akhir
        cv2.rectangle(img, ref_point[0],
ref_point[1], (0, 255, 0), 2)
        cv2.imshow("image", img)

#click event digunakan untuk mengklik pada posisi
yang diinginkan
#digunakan untuk mencari nilai marker pada posisi
tsb
def click_event(event, x, y, flags, param):
    if event == cv2.EVENT_LBUTTONDOWN:
```

```
print(x, ' ', y)
e = 2.71828183
a = 7627.6 * e**(-0.015*y)
BeratDNA = a
print(a, "bp")
font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
strA = str(a)
app.lb ["text"] = "x = {}".format (x)
app.yb ["text"] = "y = {}".format (y)
app.a ["text"] = "Ukuran Molekul = {} bp".
format (a)
#app.BeratDNA ["text"] = "BeratDNA = {}".
format (BeratDNA)
cv2.imshow("crop_img", cropnew)

# construct the argument parser and parse the
arguments
ap = argparse.ArgumentParser()
ap.add_argument("-i", "--image", type=int,
help="Path to the image")
args = vars(ap.parse_args())

# load the image, clone it, and setup the mouse
callback function
image = cv2.imread('ceillinganyar23.jpg')
newImg = cv2.resize(image, (640, 480)) #resize image
im = cv2.cvtColor(newImg, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
#merubah gambar ke skala grayscale
imm = cv2.GaussianBlur(im, (5,5),0) #Gaussian Filter
```

```
#kernal = np.ones((3,3), np.uint8) ##
#img = cv2.dilate(imm, kernal, iterations=1)
#Dilatasi Gambar hasil dari gaussian
#ime = cv2.erode(imm, kernal, iterations=1) #untuk
erosi/memperkecil objek DNA
img = cv2.bitwise_not(imm)
clone = img.copy()
cv2.namedWindow("image")
cv2.setMouseCallback("image", shape_selection)

# keep looping until the 'q' key is pressed
while True:
    # tampilan hingga menunggu gambar di klik
    cv2.imshow("image", img)
    key = cv2.waitKey(1) & 0xFF

    # jika tombol "r" di tekan maka akan me reset
gambar
    if key == ord("r"):
        img = clone.copy()

    # jika tombol "c" di tekan maka gambar akan
melakukan cropping
    elif key == ord("c"):
        break

# if there are two reference points, then crop the
region of interest
# from teh image and display it
```

```
if len(ref_point) == 2:
    crop_img = clone[ref_point[0][1]:ref_point[1][1],
ref_point[0][0]:ref_point[1][0]]
    cropnew = cv2.resize(crop_img, (320, 240))
    cv2.imshow("crop_img", cropnew)
    cv2.setMouseCallback("crop_img", click_event)
    cv2.waitKey(0)

# close all open windows
cv2.destroyAllWindows()
```

