

**PENENTUAN KADAR EMAS MENGGUNAKAN METODE
INTERPOLASI LAGRANGE**

SKRIPSI

**OLEH:
ALFAN NAWAZIRU ZAHARA
NIM. 13650006**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PENENTUAN KADAR EMAS MENGGUNAKAN METODE
INTERPOLASI LAGRANGE**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:
ALFAN NAWAZIRU ZAHARA
NIM. 13650006**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENENTUAN KADAR EMAS MENGGUNAKAN METODE
INTERPOLASI LAGRANGE**

SKRIPSI

Oleh :
ALFAN NAWAZIRU ZAHARA
NIM. 13650006

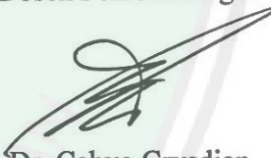
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Tanggal : Desember 2019

Dosen Pembimbing I


Irwan Budi Santoso, M.Kom
NIP. 19770103 201101 1 004

Dosen Pembimbing II


Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Gegeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN KADAR EMAS MENGGUNAKAN METODE INTERPOLASI *LAGRANGE*

SKRIPSI

Oleh :
ALFAN NAWAZIRU ZAHARA
NIM. 13650006

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
dan Diyantakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Pada Tanggal : 6 Desember 2019

Susunan Dewan Penguji

1. Penguji Utama : A'la Syauqi, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007
2. Ketua Penguji : Ajib Hanani, M.T
NIDT. 19840731 20160801 1 076
3. Sekretaris Penguji : Irwan Budi Santoso, M.Kom
NIP. 19770103 201101 1 004
4. Anggota Penguji : Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

Tanda Tangan

()
()
()
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alfian Nawaziru Zahara

NIM : 13650006

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Infomatika

Judul Skripsi : Penentuan Kadar Emas Menggunakan Metode Interpolasi
Lagrange

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Desember 2019
Yang membuat pernyataan,



Alfian Nawaziru Zahara
Alfian Nawaziru Zahara
NIM. 13650006

MOTTO

“Nothing Easy, but Nothing Impossible”



HALAMAN PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya Bapak Tamjis dan Ibu Badi’ah yang telah membiayaiku dan mendoakanku setiap waktu.. Serta untuk saudaraku Mas Dhom, Mbak Linda dan keponakan tercinta Zilna, Kafka, Ziyen, dan Zaka yang Selalu Memberikan dukungan dan hiburan Kepada Saya disaat saya mulai lelah”



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Skripsi dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada tauladan terbaik Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman *jahiliyah* menuju islam yang *rahmatan lil alamin*.

Dalam proses menyelesaikan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, baik secara moril, nasihat dan semangat maupun materiil. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Irwan Budi Santoso, M.Kom, selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, dan mengarahkan selama proses pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Cahyo Crysdiyan, selaku dosen pembimbing II yang telah senantiasa memberikan masukan dan nasihat serta petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
3. Segenap dosen dan staf Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan bimbingan dan ilmu sehingga dapat menjadi bekal untuk penulis dalam menyelesaikan studi dan skripsi selama masa studi.
4. Bapak dan Ibu tercinta serta keluarga besar penulis yang selalu memberikan doa, motivasi, nasihat, pengalaman berharga, serta membiayai penulis dalam menuntut ilmu dan menyelesaikan skripsi ini.

5. Teman-teman Jurusan Teknik Informatika, khususnya angkatan 2013, yang telah memberikan motivasi, informasi, dan masukannya pada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Teman-teman kost Yogi Pradana, Swandaru Wismoyo, Saifullah, M. Bahrul Arifin, Rakhmad Uki Yahya, Guyub Aji Prasetyo, Syafi'in, dll yang telah mengajarkan penulis berbagai cara menghadapi masalah, selalu menemani penulis disaat susah maupun senang.

Berbagai kekurangan dan kesalahan mungkin dapat ditemukan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran akan penulis terima dengan senang hati dan akan menjadi bahan pertimbangan bagi penulis selanjutnya untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga karya ini senantiasa dapat memberi manfaat. Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, Desember 2019

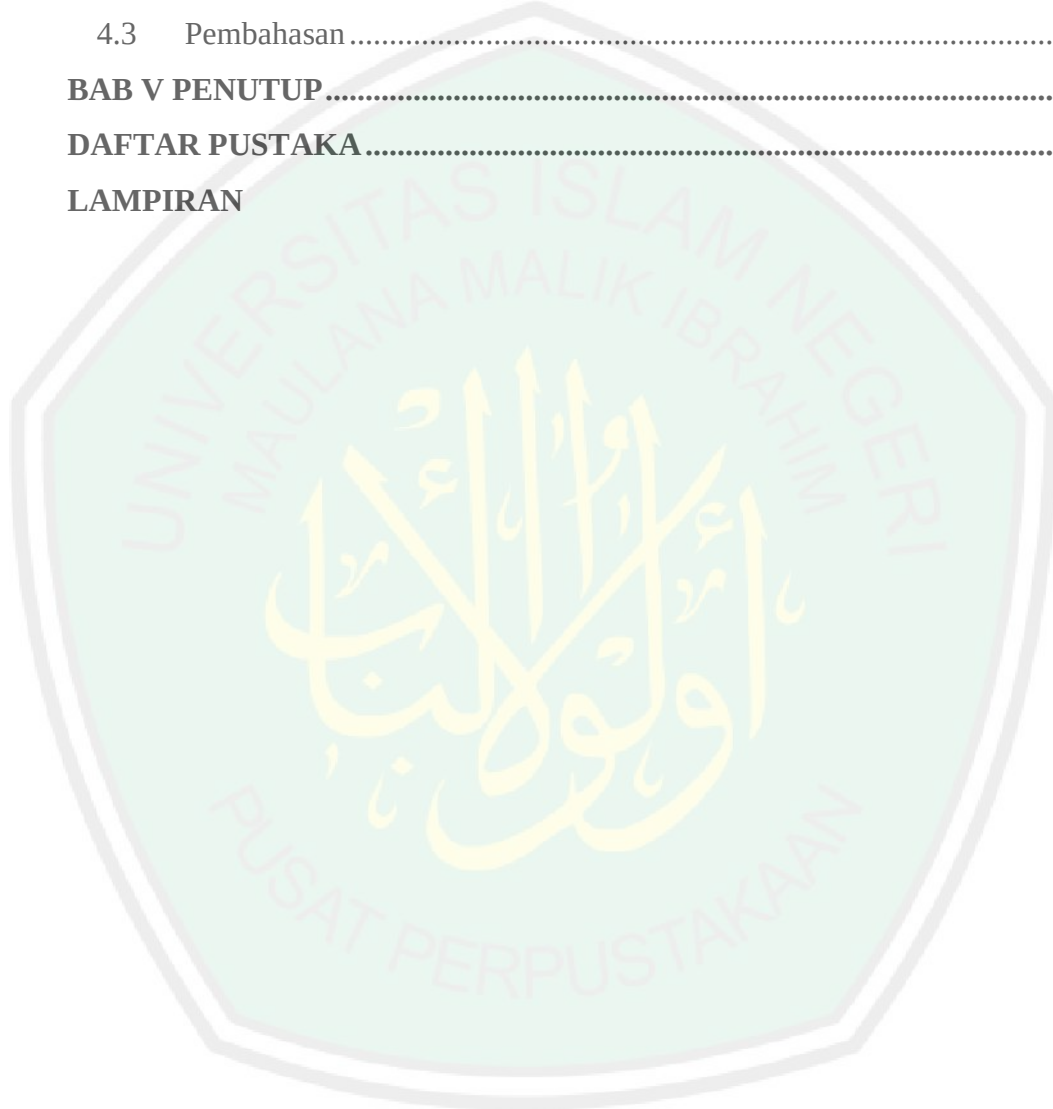
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
المخلص.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pernyataan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Logam Emas (Au)	7
2.2 Timbangan.....	9
2.3 Proses Penimbangan Emas	15
2.4 Template Matching.....	21
2.4.1 Pendekatan Berbasis Fitur.....	23
2.4.2 Pendekatan Berbasis Template	23
2.4.3 Motion dan Oklusi.....	23
2.4.4 Pencocokan berbasis Template dan konvolusi.....	24
2.4.5 Mempercepat Proses	25
2.4.6 Implementasi	26

2.4.7	Euclidean Distance.....	26
2.5	Interpolasi.....	27
2.5.1	Pengertian.....	27
2.5.2	Tujuan	28
2.5.3	Interpolasi Polinom.....	28
2.5.4	Interpolasi Polinom Lagrange	29
2.6	Densitas	30
2.7	Archimedes.....	31
2.8	Penerapan Penelitian Terkait.....	33
BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI		36
3.1	Analisis Sistem	36
3.2	Kebutuhan Sistem.....	36
3.3	Perancangan Perangkat Lunak	37
3.4	Prosedur Penelitian.....	38
3.5	Akuisisi Data	39
3.6	Deskripsi Sistem.....	39
3.7	Block Diagram.....	41
3.8	Desain Sistem	44
3.8.1	Desain Data Sistem	45
3.8.2	Desain Rancangan Aplikasi	48
3.9	Perancangan Metode <i>Template Matching</i>	54
3.9.1	File Input	55
3.9.2	<i>Preprocessing</i>	55
3.9.3	Segmentasi	62
3.9.4	Normalisasi	69
3.9.5	Ekstraksi Fitur	70
3.9.6	Recognition	71
3.9.7	<i>Interpolasi Lagrange</i>	73
3.10	Evaluasi dan Validasi Data.....	76
3.11	Desain UI (User Interface)	77
3.11.1	Desain Form Utama	77
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN		79

4.1	Prosedur Pengujian.....	79
4.1.1	Persiapan Data.....	79
4.1.2	Preproses	80
4.2	Hasil Uji Coba	81
4.2.1	Hasil Proses <i>Training</i>	82
4.2.2	Hasil Proses <i>Testing</i>	91
4.3	Pembahasan	99
BAB V PENUTUP		102
DAFTAR PUSTAKA		104
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahap Penimbangan Emas.....	16
Gambar 2.2 Penimbangan emas menggunakan air.....	20
Gambar 2.3 Archimedes.....	32
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian	38
Gambar 3.2 Citra awal dan Citra Template hasil	40
Gambar 3.3 Block Diagram Sistem.....	43
Gambar 3.4 Diagram rancangan sistem pelatihan data <i>Training</i>	46
Gambar 3.5 Diagram rancang sistem pelatihan data testing	47
Gambar 3.6 Flowchart Pengenalan LCD Neraca	49
Gambar 3.7 Flowchart template matching dan Interpolasi Lagrange pada aplikasi penentuan kadar emas secara global.....	50
Gambar 3.8 Flowchart preprocessing aplikasi penentuan kadar emas	51
Gambar 3.9 Flowchart proses recognition (Template Matching).....	52
Gambar 3.10 Flowchart Interpolasi Lagrange	53
Gambar 3.11 Ilustrasi teknik template matching.....	54
Gambar 3.12 Data capture berupa citra neraca.....	55
Gambar 3.13 Source Code Analisis Citra Neraca	57
Gambar 3.14 Labelling	58
Gambar 3.15 Source Code Training	59
Gambar 3.16 Metode connected component analysis	63
Gambar 3.17 Source Code Segmentasi	65
Gambar 3.18 Source Code Capture Angka	66
Gambar 3.19 Salah satu capture Box.....	67
Gambar 3.20 Ilustrasi metode Interpolasi Nearest Neighbour	67
Gambar 3.21 Source Code Digit KNN.....	69
Gambar 3.22 Ilustrasi perubahan ukuran pixel.....	70
Gambar 3.23 Ilustrasi ekstraksi fitur	70
Gambar 3.24 Source Code recognition.....	73
Gambar 3.25 Grafik persamaan 3.3.....	74
Gambar 3.26 Source Code Interpolasi Lagrange.....	75
Gambar 3.27 Form utama.....	78

Gambar 4.1 Grafik fitur Panjang x Lebar dengan sigma 0,1.....	83
Gambar 4.2 Grafik fitur Panjang x Rasio Luas dengan sigma 0,1	84
Gambar 4.3 Grafik fitur Lebar x Rasio Luas dengan sigma 0,1.....	85
Gambar 4.4 Grafik fitur Panjang x Lebar dengan sigma 0,15.....	86
Gambar 4.5 Grafik fitur Panjang x Rasio Luas dengan sigma 0,15	87
Gambar 4.6 Grafik fitur Lebar x Rasio Luas dengan sigma 0,15.....	87
Gambar 4.7 Grafik fitur Panjang x Lebar dengan sigma 0,2.....	89
Gambar 4.8 Grafik fitur Panjang x Rasio Luas dengan sigma 0,2	89
Gambar 4.9 Grafik fitur Lebar x Rasio Luas dengan sigma 0,2.....	90



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Kimia Logam Emas	7
Tabel 4.1 Hasil Training dengan sigma 0,1.....	82
Tabel 4.2 Hasil Training dengan sigma 0,15.....	86
Tabel 4.3 Hasil Training dengan sigma 0,2.....	88
Tabel 4.4 Hasil training SVM berdasarkan sigma.....	91
Tabel 4.5 Hasil data testing Template Matching.....	92
Tabel 4.6 Hasil Data testing emas leburan Interpolasi Lagrange.....	93
Tabel 4.7 Tabel Kadar Kebenaran.....	94

ABSTRAK

Zahara, Alfian Nawaziru. 2019. **Penentuan Kadar Emas Menggunakan Metode Interpolasi Lagrange**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Irwan Budi Santoso, M.Kom. (II) Dr. Cahyo Crysdian

Kata kunci: Emas, Interpolasi *Lagrange*

Perdagangan adalah suatu kegiatan jual beli dengan tujuan untuk mencari keuntungan. Penjualan merupakan transaksi paling kuat dalam dunia perniagaan bahkan secara umum merupakan bagian yang terpenting dalam aktivitas usaha. Saat ini banyak kalangan masyarakat menggunakan emas sebagai perhiasan, investasi, dan lain sebagainya. Tak hanya wanita, pria pun tak jarang ditemui menggunakan emas sebagai gaya hidup mereka. Dari begitu banyaknya orang yang menggunakan emas sebagai perhiasan maupun investasi, banyak dijadikan ladang penipuan oleh sebagian orang untuk meraup untung yang banyak. Salah satu cara penipuan itu dengan menggunakan campuran logam lain, misalnya tembaga. Sebuah metode Interpolasi *Lagrange* dirancang untuk menentukan kadar emas. Dengan menimbang emas dengan neraca digital, selanjutnya mengambil Citra LCD dengan kamera kualitas tinggi. Dari citra yang dihasilkan kamera diekstraksi fitur atau ciri khas yang mengenali sebuah angka dari LCD neraca. Jumlah keseluruhan data yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 118 citra neraca. Data *training* yang digunakan sebanyak 100 data, masing-masing angka 10 citra. Sedangkan untuk data *testing* menggunakan 18 data, 9 data citra LCD berat emas sebenarnya dan 9 data citra LCD neraca berat massa jenis. Berdasarkan hasil uji coba training data didapat akurasi terbaik adalah sebesar 100% pada sigma 0,15. Hasil akurasi yang didapat sebesar 77,78% pada uji coba testing data *Template Matching*. Hasil data *testing* Interpolasi *Lagrange* didapat *error* hanya 0,003%.

ABSTRACT

Zahara, Alfian Nawaziru. 2019. **Determination of Gold Content Using the Lagrange Interpolation Method.** Thesis. Informatics Engineering. Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisor: (I) Irwan Budi Santoso, M.Kom. (II) Dr. Cahyo Crysdiyan
Keywords: Gold, Lagrange Interpolation

Trade is an activity of buying and selling with the aim of making a profit. Sales are the most powerful transactions in the world of commerce and in general are the most important part of business activities. Today many people use gold as jewelry, investment, and so forth. Not only women, men are not uncommon to use gold as their lifestyle. Of the many people who use gold as jewelry and investment, many are used as a field of fraud by some people to reap huge profits. One method of fraud is to use other metal alloys, such as copper. A Lagrange Interpolation method is designed to determine gold content. By weighing gold with a digital balance, then take an LCD image with a high quality camera. From the image produced by the camera extracted features or characteristics that recognize a number from the balance sheet LCD. The total amount of data used in this study is 118 balance sheet images. The training data used were 100 data, each number 10 images. As for testing data using 18 data, 9 actual gold weight LCD image data and 9 LCD image density mass density data. Based on the results of the training data trial, the best accuracy is 100% at sigma 0.15. Accuracy results obtained by 77.78% in testing the Template Matching data testing. The results of the Lagrange Interpolation testing data obtained an error of only 0.003%.

الملخص

زهار، ألفا نوازيرو. ٢٠١٩. تعيين محتوى الذهب باستخدام طريقة الاستيفاء لاغرانج. البحث الجامعي. قسم المعلومة التقنية. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج الإسلامية الحكومية. المشرف : (I) إروان بودي سانتوسو، الماجيستر. (II) الدكتور جاهيو كريسيديان

كلمات البحث : الذهب، الاستيفاء لاغرانج

التجارة هي نشاط البيع والشراء بهدف بحث الربح. البيع هو أقوى المعاملات في عالم التجارة بل كان عاماً هو أهم الأجزاء من أنشطة الأعمال. اليوم يستخدم كثير من الناس الذهب كالزينة والاستثمار وما إلى ذلك. ليست النساء فقط، فالرجال ليسوا أحياناً باستخدام الذهب كأسلوب حياتهم. من العديد من الأشخاص الذين يستخدمون الذهب كالزينة والاستثمار، يستخدم كثيرون كمجال للاحتيال لبعض الناس لتحقيق كثيراً من الأرباح. تتمثل إحدى طرق الاحتيال في استخدام سبائك معدنية أخرى، مثل النحاس. تصميم طريقة الاستيفاء لاغرانج لتعيين محتوى الذهب. من خلال موازنة الذهب بتوازن رقمي، ثم التقط صورة DCL بألة التصوير عالية الجودة. من الصورة التي تنتجها آلة التصوير تستخرج الميزات أو الخصائص التي تتعرف على عدد من DCL الميزانية العمومية. المبلغ الإجمالي للبيانات المستخدمة في هذا البحث هو ١١٨ صورة للميزانية العمومية. كانت بيانات التدريب المستخدمة ١٠٠ بيانات، كل رقم ١٠ صور. بالنسبة لبيانات الاختبار تستخدم ١٨ بيانه، ٩ بيانات صور حقيقية DCL بالوزن الذهبي و ٩ بيانات لكثافة الصورة DCL بناءً على نتائج تجربة بيانات التدريب، فإن أفضل دقة هي ١٠٠٪ عند سيجما ٠,١٥. نتائج الدقة التي حصلت عليها ٧٧,٧٨٪ في اختبار بيانات مطابقة القالب. حصلت نتائج بيانات اختبار الاستيفاء لاغرانج على خطأ قدره ٠,٠٠٣٪ فقط.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diletakkan timbangan pada hari kiamat untuk menghisab semua makhluk. Manusia maju satu persatu untuk dihisab. Lalu Rabb mereka menghisab mereka dan bertanya kepada mereka tentang amal perbuatan mereka. Apabila hisab telah sempurna, sesudahnya adalah timbangan amal perbuatan. Allah SWT telah berfirman:

وَنَضَعُ الْمَوَازِينَ الْقِسْطَ لِيَوْمِ الْقِيَمَةِ فَلَا تُظْلَمُ نَفْسٌ شَيْئًا وَإِنْ كَانَ مِثْقَالَ حَبَّةٍ مِنْ خَرْدَلٍ أَتَيْنَا
بِهَا وَكَفَى بِنَا حَاسِبِينَ ٤٧

“Kami akan memasang timbangan yang tepat pada hari kiamat, maka tiadalah dirugikan seseorang barang sedikitpun. Dan jika (amalan itu) hanya seberat biji sawipun pasti Kami mendatangkan (pahala)nya. Dan cukuplah Kami sebagai pembuat perhitungan” (QS. Al-Anbiyaa: 47).

Ayat diatas menerangkan bahwa Allah SWT akan menimbang amal umat-Nya pada hari kiamat, meskipun amalnya hanya sedikit tidak akan terlewat oleh timbangan amal. Semua amal didunia akan dihitung sangat detail, mulai dari amal baik dan amal buruk selama hidupnya di dunia. Maka dari timbangan itu akan menentukan akan masuk neraka atau surga-Nya. Dan juga ayat ini mengisyaratkan

betapa ringannya biji monster (khardzal) itu. Melalui penelitian dapat diketahui bahwa satu kilogram biji monster terdiri atas 913.000 butir.

Dengan demikian, berat satu butir biji monster hanya sekitar satu per seribu gram, atau ± 1 mg, dan merupakan biji-bijian teringan yang diketahui umat manusia sampai sekarang. Oleh karena itu, biji ini sering digunakan untuk menimbang berat yang sangat detail dan halus.

وَلَوْلَا أَن يَكُونَ النَّاسُ أُمَّةً وَاحِدَةً لَّجَعَلْنَا لِمَن يَكْفُرُ بِالرَّحْمَنِ لِبُيُوتِهِمْ سُقْفًا مِّن فِضَّةٍ وَمَعَارِجَ عَلَيْهَا يَظْهَرُونَ^{٣٣} وَلِبُيُوتِهِمْ أَبْوَابًا وَسُرُرًا عَلَيْهَا يَتَكَبَّرُونَ^{٣٤} وَزُخْرَفًا وَإِنَّ كُلَّ ذَلِكَ لَمَّا مَتَّعَ الْحَيَاةَ الدُّنْيَا وَالْآخِرَةُ عِندَ رَبِّكَ لِلْمُتَّقِينَ^{٣٥}

“Dan sekiranya bukan karena hendak menghindari manusia menjadi umat yang satu (dalam kekafiran), tentulah kami buatkan bagi orang-orang yang kafir kepada Tuhan Yang Maha Pemurah loteng-loteng perak bagi rumah mereka dan (juga) tangga-tangga (perak) yang mereka menaikinya. Dan (Kami buatkan pula) pintu-pintu (perak) bagi rumah-rumah mereka dan (begitu pula) dipan-dipan yang mereka bertelekan atasnya. Dan (Kami buatkan pula) perhiasan-perhiasan (dari emas untuk mereka). Dan semuanya itu tidak lain hanyalah kesenangan kehidupan dunia, dan kehidupan akhirat itu di sisi Tuhanmu adalah bagi orang-orang yang bertakwa” (QS. Al-Zukhruf: 33-35).

Ayat-ayat tersebut di atas berisi pelajaran dan hikmah bagi mereka yang sungguh-sungguh bertaqwa kepada Allah dan bekerja keras untuk memikirkan

tanda-tanda kebesaran-Nya serta mengikuti Sunnah Rasul-Nya. Ini semua menjadi petunjuk dan menjadi sumber motivasi yang sangat tinggi bagi para pencari ilmu pengetahuan dan hakikat kebenaran dalam kerajaan Tuhan. Hal ini juga dapat dijadikan bukti tentang bagaimana sebagian kaum Muslim mendapatkan inspirasi besar dari Al-Quran untuk menemukan tanda-tanda kebesaran Tuhan yang terhampar di alam semesta. Ayat-ayat itu juga menunjukkan dengan jelas bahwa manusia diperbolehkan memanfaatkan segala sesuatu yang diinginkannya dan boleh mengikatkan diri dalam sebuah pekerjaan untuk memperoleh keuntungan darinya, seperti berdagang dan melakukan pekerjaan duniawi lainnya. Akan tetapi, semua itu harus dilakukan secara halal dan dengan cara yang baik, karena pada hakikatnya semua aktivitas yang dilakukannya adalah sebuah perjuangan dalam upaya meningkatkan kualitas kehidupannya sebagai seorang hamba yang mensyukuri karunia nikmat yang dianugerahkan Tuhan kepadanya.

Perdagangan adalah suatu kegiatan jual beli dengan tujuan untuk mencari keuntungan. Penjualan merupakan transaksi paling kuat dalam dunia perniagaan bahkan secara umum merupakan bagian yang terpenting dalam aktivitas usaha. Dalam pandangan hukum Islam, aktivitas jual beli adalah sesuatu yang diperbolehkan.

Investasi adalah suatu istilah dengan beberapa pengertian yang berhubungan dengan keuangan dan ekonomi. Istilah tersebut berkaitan dengan akumulasi suatu bentuk aktiva dengan suatu harapan mendapatkan keuntungan pada masa depan. Terkadang, investasi disebut sebagai penanaman modal.

Saat ini banyak kalangan masyarakat menggunakan emas sebagai perhiasan, investasi, dan lain sebagainya. Tak hanya wanita, pria pun tak jarang

ditemui menggunakan emas sebagai gaya hidup mereka. Emas dapat menjadi pilihan investasi karena yang sifatnya mudah diuangkan oleh pemilik sewaktu-waktu. Emas menarik untuk dijadikan investasi, beberapa literatur mengungkapkan kelebihan berinvestasi emas, baik dalam bentuk batangan, koin, maupun bentuk-bentuk lainnya. Emas yang dijadikan investasi biasanya berkadar 24 karat (99%). Akibat banyaknya orang menggunakan emas sebagai perhiasan dan harga emas yang tak bisa dibilang murah banyak ditemui emas-emas asli atau palsu, dalam kata lain dalamnya terdapat logam lainnya tapi luarnya berlapis emas.

Dari begitu banyaknya orang yang menggunakan emas sebagai perhiasan maupun investasi, banyak dijadikan ladang penipuan oleh sebagian orang untuk meraup untung yang banyak. Salah satu cara penipuan itu dengan menggunakan campuran logam lain, misalnya tembaga. Tembaga dibentuk selayaknya bentuk perhiasan ataupun emas batangan, lalu penipu tersebut melakukan pelapisan dengan emas asli, kadang ada yang melapisinya dengan tebal, maupun tipis. Kalau lapisannya tipis biasanya hanya sekedar melalui proses penyepuhan tanpa pelapisan yang rada tebal. Sekilas kalau dilihat kasat mata hasilnya memang sangat mirip dengan emas asli, tapi dalamnya ternyata tembaga. Emas asli tapi palsu itu membuat banyak pedagang emas tertipu ratusan hingga puluhan juta rupiah. Karena jika hanya diuji dengan cairan kimia tidak efektif dan akurat jika lapisan emasnya agak tebal. Maka dari itu harus dilakukan pengujian melalui timbangan air untuk mengetahui berapa kadar emas dalam perhiasan atau emas batangan tersebut.

Logam emas murni berwarna kuning, tetapi jika membentuk paduan campuran perak atau logam lainnya, warna emas cenderung berubah menjadi kuning pucat sampai putih elektrum. Perubahan warna tersebut menunjukkan

kandungan emas identik dengan berat jenis yang berkisar antara 15,3 – 19,3. Sementara itu, keberadaan emas dalam bijih primer umumnya berasosiasi dengan beberapa mineral sulfida, seperti pirit (FeS_2), Kalkopirit (CuFeS_2), kalkosit (Cu_2S), Sfalerit (ZnS), Galena (PbS), dan oksida seperti kasiterit (SnO_2), Kuarsa (SiO_2), Hemafit (Fe_2O_3), Rutil (TiO_2), dsb (Supriadidjadja, 2007).

Kenyataan di alam menunjukkan bahwa distribusi logam emas (Au) dalam bijih tidak merata dan jarang sekali setiap ton bijih yang mengandung logam emas lebih dari 31,1 gr emas murni, mengingat bahwa emas (Au) merupakan komponen logam paling kecil dalam bijih dibanding unsur-unsur lainnya. Walaupun saat ini sudah ditemukan beberapa metoda untuk menganalisis emas dan perak seperti Spektrometri Serapan Atom (SSA), tapi masih banyak ditemukan beberapa kelemahan dalam metoda itu seperti keakuratan hasil analisisnya.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang tersebut, maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu seberapa tinggi tingkat keakurasian metode *Interpolasi Lagrange* dalam pembangunan aplikasi penentuan kadar emas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengukur tingkat keakurasian metode *Interpolasi Lagrange* dalam penentuan kadar emas.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel emas yang digunakan adalah emas dengan kode dibawah 300, 300, 375, 420 dan 700.
2. Emas yang digunakan dalam bentuk perhiasan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dapat diharapkan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan informasi bagi kajian pengembangan yang berhubungan dengan penentuan kadar logam, terutama logam mulia (Emas).
2. Membuat suatu perangkat lunak yang mampu menghitung suatu kadar emas.
3. Dapat dijadikan referensi bagi peneliti maupun pengembang lain dalam penelitian yang berhubungan dengan proses penentuan kadar emas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Emas (Au)

Emas merupakan logam transisi yang terdapat dalam tabel periodik yang memiliki simbol Au berasal dari bahasa latin *aurum*. Logam ini merupakan salah satu logam berharga karena memiliki sifat yang unik pada stabilitas kimia, konduktivitas listrik, mudah ditempa dan ulet (Sukandarrumidi, 2007).

Emas berwarna kuning dan lunak (titik leleh 1063°C) dengan kemudahan ditarik dan ditempa yang tinggi dibandingkan unsur apapun. Logam ini tidak reaktif dan tidak diserang oleh oksigen atau sulfur namun mudah bereaksi dengan halogen atau dengan larutan yang mengandung atau melepaskan klor seperti aqua regia, konduktivitas listrik yang baik, mampu ditempa dan ulet. Sifat-sifat dan kimia dari logam Au dapat dilihat pada Tabel 2.1.

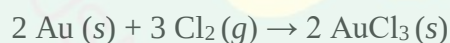
Tabel 2. 1 Sifat Fisik dan Kimia Logam Emas

Sifat	Nilai
Nomor atom	79
Massa atom relative	$196,9665 \text{ gram.mol}^{-1}$
Konfigurasi elektron	$[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$
Titik leleh	$1337 \text{ K } (1064^{\circ}\text{C})$
Titik didih	$3081 \text{ K } (2808^{\circ}\text{C})$
Jari-jari atom (Kisi Au)	$0,1422 \text{ nm}$
Massa jenis (pada 273 K)	$19,32 \text{ gram.cm}^{-3}$
Struktur kristal	Oktahedron dan Dodekahedron
Warna logam	Kuning
Keelektronegatifan (skala Pauling)	2,54
Sifat magnetik	Diamagnetik

Tingginya nilai potensial reduksi emas mengakibatkan logam ini selalu terdapat di alam dalam keadaan bebas. Untuk keperluan ekstraksi emas dari bijihnya, digunakan senyawa sianida sama seperti yang dilakukan pada ekstraksi logam perak. Emas membentuk berbagai senyawa kompleks, tetapi hanya sedikit senyawa anorganik sederhana yang dikenal. Salah satu senyawa emas yang stabil dengan tingkat oksidasi +1 adalah Au_2O (Sukandarrumidi, 2007). Seperti halnya tembaga, tingkat oksidasi +1 pada emas hanya stabil dalam senyawa padatan, karena semua larutan garam emas(I) mengalami disproporsionasi menjadi logam emas dan ion emas(III) menurut persamaan reaksi:



Salah satu senyawa emas yang paling umum dikenal adalah emas(III) klorida, AuCl_3 , yang dapat dibuat dengan mereaksikan kedua unsur secara langsung menurut persamaan reaksi :



Senyawa ini dapat larut dalam asam hidroklorida pekat menghasilkan ion tetrakloroaurat(III), $[\text{AuCl}_4]^-$, yaitu suatu ion yang merupakan salah satu komponen dalam suatu campuran spesies emas yang disebut “emas cair”, yang akan mengendapkan suatu film logam emas jika dipanaskan.

2.2 Timbangan

Timbangan (biasanya disebut "*scales*" dalam bahasa Inggris dan bahasa Inggris Australia, atau "*scale*" dalam Bahasa Inggris AS) adalah alat ukur untuk menentukan berat atau massa benda. Sebuah timbangan dengan sistem pegas mengukur berat dengan mengukur jarak pegas yang terentang akibat beban. Timbangan biasa digunakan dalam dunia industri dan komersial, dari mulai produk ringan hingga berat yang dijual berdasarkan kebutuhannya.

a. Timbangan Digital

Merupakan piranti elektronik yang difungsikan untuk menimbang muatan. Timbangan digital hadir dalam berbagai ukuran dan warna serta berasal dari bermacam-macam material. Timbangan Digital tidak sama dengan Timbangan manual karena Timbangan itu berguna berdasarkan prinsip teknologi sel muatan di mana sel beban elektronik mengukur bobot benda pada keadaan tertentu. Setelah muatan ditimbang ditransfer ke sinyal digital atau elektronik dan kemudian ditunjukkan ke bentuk digital. Timbangan tersebut tersedia model, merek, ukuran, dan model yang berbeda, dan biasanya datang dengan baterai dan bobot kalibrasi, bantalan timbangan, serta nampan. Timbangan digital, seperti setiap tipe produk yang berbeda, bermacam-macam dalam harga dan kualitas.

Ada bermacam-macam jenis timbangan digital yang beredar di pasar. Timbangan digital dikelompokkan berdasarkan bagaimana Timbangan digital tersebut digunakan. Namun demikian, Timbangan satu tipe dapat difungsikan untuk kebutuhan lain juga. Macam yang terpopuler ialah timbangan digital kamar mandi, timbangan digital dapur atau makanan, timbangan digital pos, timbangan digital

point of skala, Timbangan digital saku dan Timbangan laboratorium digital. Baru-baru ini, Timbangan telah dibawa ke level berikutnya dan bisa membuat perhitungan lain berbeda dari bobot badan. Timbangan ini dimaknai sebagai Timbangan pintar serta bisa menghitung kalori dan informasi nutrisi lainnya.

Kemajuan teknologi yang begitu pesat membuat hidup kita lebih mudah dan sederhana. Berbagai macam penemuan-penemuan dan ide-ide yang telah diaplikasikan untuk penggunaan praktis sehari-hari telah terbukti dapat menghemat waktu dan energi, Seperti halnya Timbangan Digital telah jelas memiliki manfaat yang jauh lebih besar dibandingkan dengan model timbangan analog.

Manfaat terbesar dari Timbangan Digital adalah tingkat akurasi yang lebih tinggi dibanding timbangan analog. Timbangan Digital dapat mengukur berat elemen-elemen yang kecil seperti satu butir pasir dengan akurasi yang menakjubkan, sementara kebanyakan timbangan analog tidak cukup sensitif untuk mencatat beban rendah seperti ini. Hal ini membuat Timbangan Digital banyak dipakai di laboratorium dan tempat-tempat lain di mana bahkan partikel yang paling kecil dapat diukur. Akurasi tidak saja terbatas pada penimbangan yang kecil, Timbangan Digital juga lebih akurat untuk menunjukkan berat keseluruhan.

Pada umumnya Timbangan satu tipe dapat difungsikan untuk kebutuhan lain juga. macam yang terpopuler ialah timbangan digital kamar mandi, timbangan digital dapur atau makanan, timbangan digital pos, timbangan digital point of skala, Timbangan digital saku dan Timbangan laboratorium digital. Baru-baru ini, Timbangan telah dibawa ke level berikutnya dan bisa membuat perhitungan lain berbeda dari bobot badan. Timbangan ini dimaknai sebagai Timbangan pintar serta bisa menghitung kalori dan informasi nutrisi lainnya.

Pada umumnya, ruang makan, turunkan badan, serta timbangan gizi diperlukan untuk menghitung banyaknya makanan yang dikonsumsi seseorang, serta oleh karena itu, memungkinkan penjumlahan asupan kalori. tipe timbangan digital tersebut difungsikan oleh semua orang yang melihat apa dan berapa jumlah yang mereka konsumsi dan ukurannya bermacam-macam, dan tentunya detail serta harga juga. macam timbangan digital tersebut menyertai piranti teknologi perhitungan multi vitamin lainnya.

Timbangan Mandi digital ialah ukuran berat yang difungsikan buat menghitung volume badan seseorang. Timbangan itu adalah sejajar perubahan timbangan kamar mandi manual kuno serta dimanfaatkan untuk mendapatkan informasi yang akurat dari volume tubuh seseorang. tipe timbangan yang disebut sebagai timbangan kamar mandi karena mereka paling kerap disimpan dalam kamar mandi sebuah rumah.

Timbangan pos diartikan ukuran berat yang digunakan untuk menimbang volume benda-benda berbentuk kecil, menengah serta disebut sebagai pos karena mereka secara luas dimanfaatkan di kantor pos untuk mengukur berat tubuh surat serta paket. Kebanyakan timbangan pos digital yang tersedia di pasar diprogram dengan cara yang mengukur upah kirim yang akurat yang digunakan buat ukuran surat tertentu dan berat objek ke tujuan tertentu. Mereka ialah timbangan cerdas, seperti beberapa Timbangan makanan digital lainnya. dengan cara timbangan tersebut dibuat dengan informasi tarif pos. Hal itu membantu timbangan tersebut buat menyesuaikan nilai setiap kali evolusi nilai serta buat menampilkan jumlah yang jelas untuk layanan pos.

Timbangan bayi digunakan di rumah sakit dan dunia kedokteran untuk mengukur pertumbuhan bayi secara teratur. Timbangan Makanan, digunakan untuk mengetahui jumlah asupan makanan serta susunan gizi dari makanan. Diet dan binaragawan menggunakan Timbangan Badan dan orang-orang yang sadar tentang berat badan mereka. Timbangan kamar mandi membantu dalam pemantauan berat badan dan juga datang dengan fungsi tambahan seperti pengukuran lemak tubuh.

Timbangan laboratorium digunakan untuk menimbang jumlah yang sangat kecil atau akurat. Mereka digunakan dalam sekolah-sekolah, laboratorium medis dan juga di laboratorium komersial dan industri. Timbangan gantung biasanya tergantung dari crane. Ketika item tersebut diangkat oleh crane berat ini kemudian ditampilkan. Timbangan crane digunakan di bagian belakang truk dan di gudang besar.

Jembatan timbang yang digunakan untuk menimbang truk, Kadang-kadang mereka disebut Timbangan truk. Jembatan timbang sangat penting karena membantu pemerintah daerah dalam mengawasi berat truk yang melintas dan meminimalkan kerusakan jalan.

Timbangan Hitung/Counting Scale yang digunakan untuk menghitung barang-barang seperti mur dan baut atau koin. Mereka digunakan dalam gudang dan toko-toko perangkat keras.

Timbangan Digital juga dapat mengurangi tingkat kesalahan manusia pada saat membaca ukuran berat. Sementara timbangan analog menggunakan garis-garis untuk menandai kenaikan berat, Timbangan Digital selalu menampilkan digit. Oleh karena itu jika Anda membaca sesuatu yang beratnya $5 \frac{1}{3}$ pon dan garis-garis pada

timbangan analog hanya mencatat dalam 1/4, jadi kemungkinan besar apa yang Anda baca di timbangan analog tidak 100% akurat.

Tentu saja, seberapa mudah Timbangan Digital untuk dibaca akan tergantung pada ukuran layar LED, lampu pada layar dan besarnya angka pada layar LED tersebut. Namun, model-model baru dari Timbangan Digital memiliki layar yang cukup besar dan pencahayaan yang baik sehingga untuk membaca ukuran berat tidak menjadi masalah.

Timbangan Digital juga memiliki manfaat yang mampu mendistribusikan informasi untuk beberapa orang sekaligus di lokasi yang berbeda, lebih cepat dari timbangan analog. Beberapa Timbangan Digital dapat dihubungkan langsung ke komputer, jadi ketika sebuah benda ditimbang bisa dibaca oleh beberapa orang yang terletak di lokasi yang berbeda secara bersamaan.

Timbangan Digital telah menjadi pilihan banyak orang atau industri, dimana mengukur berat menjadi sesuatu yang penting, baik dalam skala kecil ataupun industri besar. Kantor pos, bank, toko-toko perhiasan dan industri makanan semua menggunakan Timbangan Digital kecil, sementara perusahaan manufaktur banyak menggunakan model Floor Scale. Timbangan Digital telah terbukti akurat, mudah dibaca dan digunakan, membuat Timbangan Digital menjadi pilihan yang tepat kapan pun Anda perlu untuk mengukur berat.

Ada dua jenis timbangan badan analog atau mekanik dan digital. Timbangan analog atau mekanik sudah sangat populer dalam kehidupan. Namun seiring cepatnya laju perkembangan teknologi, secara perlahan kerja sistem analog tersisih oleh sistem digital mesti belum dapat dikatakan tergantikan. Begitupun yang terjadi pada timbangan badan, kini sudah banyak diproduksi timbangan badan digital atau

timbangan elektronik. Salah satu penyebab yang mungkin terjadi adalah harga dari timbangan elektronik yang cenderung dan penggunaannya yang lebih praktis, serta tampilannya yang terkesan mewah. Timbangan digital dikenal lebih akurat. Akan lebih mudah untuk membaca hasil pengukuran seperti yang ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD). Sebagian besar timbangan digital ini bekerja menggunakan baterai tetapi ada beberapa yang memerlukan tegangan ac. Timbangan digital saat ini dilengkapi banyak fitur yang tidak hanya menampilkan hasil pengukuran tapi juga mengeluarkan hasil pengukuran dalam bentuk suara bahkan Beberapa timbangan digital diprogram untuk menampilkan indeks masa tubuh atau *bio mass indeks* (BMI) dan memiliki memori yang dapat menampilkan persentase lemak dan membandingkan hasil pengukuran terakhir dengan pengukuran sebelumnya sehingga anda dapat mengetahui fluktuasi berat badan. Bila melepas penutup rangka timbangan digital, tepat di bawah papan alas peletak beban kita temukan sensor-sensor *strain gauge*. Ketika berdiri di atas papan, beban yang dihasilkan akan menekan *strain gauge*. Besarnya tekanan yang terjadi ini sebanding dengan besarnya beban yang jatuh pada sensor tersebut. Kemudian sensor *strain gauge* mengkonversi besarnya regangan atau tegangan yang terjadi menjadi tegangan listrik yang menerangi layar LED atau tampil di LCD yang berupa hasil pengukuran berat badan.

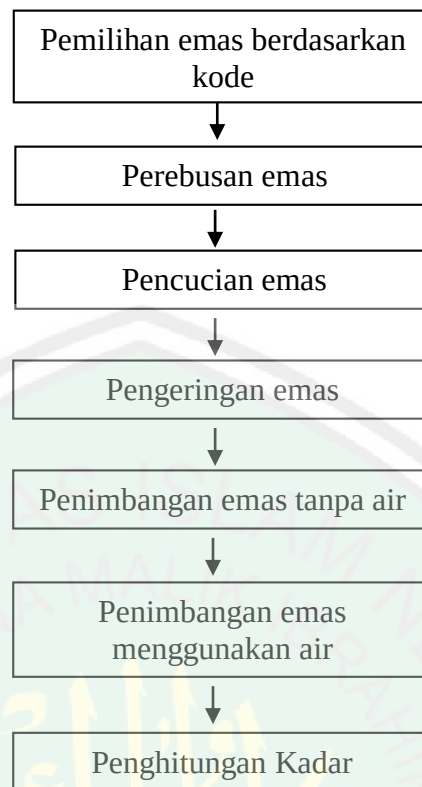
b. Timbangan Analog

Timbangan jenis ini banyak ditemukan di pasar-pasar tradisional yang digunakan oleh para pedagang untuk mengukur beban seperti sayuran, buah-buahan dan ikan. Timbangan ini dipilih karena skala pengukuran yang tak terlalu besar dan

sederhana dalam penggunaannya, sehingga cocok untuk digunakan dalam usaha-usaha tersebut di atas. Prinsip kerja timbangan pegas pada dasarnya menggunakan prinsip kerja tuas atau pengungkit. Tuas merepresentasikan penekanan beban yang jatuh pada titik tumpu menjadi lebih ringan berkali kali dari seharusnya. Ujung tuas terhubung pada pegas melalui sebuah lempeng besi yang bergerigi di bawah pegas yang terhubung dengan penunjuk skala beban. Pada timbangan dipergunakan dua buah pegas yang terpusat pada besi bergerigi sebagai penggerak penunjuk skala beban, penggunaan dua buah pegas ditujukan untuk memusatkan berat pada titik tumpu tepat di tengah kedua pegas sehingga beban dapat terukur secara terpusat ketika beban diberikan dan juga untuk memberikan keadaan setimbang nol ketika tidak ada beban yang diberikan pada timbangan.

2.3 Proses Penimbangan Emas

Penimbangan emas adalah suatu proses mengetahui berat suatu emas yang akan diteliti kadarnya. Kegiatan penimbangan dilakukan dalam timbangan yang sama mulai dari timbangan kering sampai penimbangan menggunakan air. Dan diutamakan ditempat yang minim angin. Proses penimbangan ayam dilakukan melalui tahapan berikut :



Gambar 2.1 Tahap Penimbangan Emas

1. Pemilihan Emas

Dalam tahap pemilihan emas akan dilakukan dengan cara melihat kode emas tersebut. Kode-kode emas berupa angka yang tercetak di emas tersebut, kadang ada juga yang tidak memiliki kode, dan ada juga yang kodenya berupa huruf. Kalau kodenya berupa huruf biasanya emas buatan darai toko itu sendiri. Berikut kode yang tercetak dalam emas, yaitu :

Secara Garis besar, emas ini digolongkan dalam emas muda dan emas tua dipasaran. Adapun maksud dari emas muda dan emas tua tersebut (PT. Untung Bersama Sejahtera, 1981).

a. Emas Muda

Emas muda adalah emas yang memiliki kadar emasnya di bawah 50%. Ada beberapa kode yang sering digunakan untuk emas muda ini.

1. Kode Emas '150'. Produk emas ini biasanya dikeluarkan oleh pabrikan emas King Halim dan memiliki nama GB150 alias Gold Bond 150 jika pada kalung.
2. Kode emas '300'. Beberapa cap atau kode yang bisa ditemukan antara lain dengan kode hati, A3, PR, LGT,L,0,3,HT,MT,DY, KY, Lotus, RS, M,N,MG, BMW,KH,HWT,UBS. Biasanya diikuti dengan angka 30.
3. Kode emas 333.
4. Kode emas 375. Tersedia dalam bentuk emas putih dan emas kuning. Cap pabrikannya : segitiga, prisma, A, Beta/B,SA,HWT dan UBS.
5. Kode emas 400. Sekaran mungkin sudah langka ditemukan, karena ini adalah produksi lama sebelum digantikan emas 375.
6. Kode Emas 420 juga tersedia dalam emas putih dan kuning. Sebagian besar emas dengan kode ini terdapat pada kalung. Emas ini dikeluarkan oleh HWT dan UBS. Jika beli di luar negeri maka diberi label 10k.

b. Emas Tua

Emas tua adalah emas yang kadarnya di atas 50%. Tentu saja harga emas ini lebih mahal dibanding emas muda. Emas jenis ini biasanya ditemukan kode 585 (khusus untuk beberapa emas putih), 700 dan 750.

1. Kode emas 14K585, atau dijumpai kode 585 saja. Untuk kode 14K585 sering ditemui jika perhiasan dibeli di luar negeri.
2. Kode Emas 700. Emas ini yang banyak dijual di pasar. Produksi emas ini dilakukan oleh KH, MT, SG, JR, S22, HWT, UBS dan ada dengan logo matahari.
3. Kode emas 750. Emas ini juga banyak ditemui dipasaran. Produksi dilakukan oleh kode Prisma750, 18K,AYU,MT,HT,JR,Citra,KH,HWT dan UBS.
4. Kode Emas 833. Sangat jarang ditemui dipasaran. Produk ini khusus untuk emas kuning saja.
5. Kode emas 850.
6. Kode emas 21K875 atau 875. Banyak diproduksi di arab.
7. Kode Emas 22K 916. Sering disebut dengan emas yang berasa dari Kendari, Bali, Dubai, Bangkok.
8. Kode emas 23K95 atau 958. Bisa dijumpai di daerah Bengkulu, Padang, Kalimantan dan Jambi.

2. Perebusan Emas

Tahap perebusan emas adalah emas direbus menggunakan wadah tabung kimia, yang diisi dengan air dan potas. Dalam tahap ini bertujuan untuk merontokkan kotoran yang menempel pada emas. Semua kotoran akan rontok dalam tahap ini, dan emas akan bersih dari kotoran, tapi dalam tahap ini belum sepenuhnya bersih. Karena kotoran yang bandel akan sulit dibersihkan.

3. Pencucian Emas

Ini adalah tahap lanjutan dari perebusan tadi, karena ditahap ini kotoran yang bandel akan benar-benar hilang. Pencucian ini bisa dilakukan manual maupun otomatis. Jika manual, menggunakan sikat besi dan biji-bijian yang bisa menghasilkan busa. Hasil dari penyikatan tergantung ketelitian orangnya dan kurang efektif karena membuang banyak tenaga dan waktu. Sedangkan jika menggunakan penyikatan otomatis yaitu menggunakan mesin dan sabun khusus lebih efektif, tanpa membuang banyak tenaga, dan waktu. Mesin yang disebutkan tersebut adalah mesin kopyok atau lebih dikenal dengan molen. Sabunnya disini menggunakan sabun khusus mesin kopyok, bisa berupa bubuk maupun cair. Didalam pencucian menggunakan mesin, didalam tabungnya terdapat butiran-butiran gotri yang lancip, oval, dan bulat. Sehingga bisa membersihkan dengan sempurna.

4. Pengeringan Emas

Setelah selesai dari tahap penyucian, maka selanjutnya adalah tahap pengeringan. Pengeringan ini bisa menggunakan dua cara yaitu dengan cara menggorengnya dengan wajan dari tanah liat dan bisa menggunakan *hair dryer*.

5. Penimbangan emas tanpa air

Setelah melewati beberapa tahap diatas, selanjutnya adalah tahap penimbangan dengan tanpa air. Penimbangan disini dilakukan dengan timbangan

digital 3 angka setelah koma untuk keakuratannya. Kegiatan penimbangannya dilakukan dengan cara biasa yaitu dengan cara meletakkan emas diatas timbangan. Kemudian foto angka yang tertera ditimbangan untuk dilakukan *matching* di aplikasi.

6. Penimbangan emas menggunakan air



Gambar 2.2 Penimbangan emas menggunakan air

- a. Siapkan tabung/botol/gelas berisi air bersih, kemudian timbang wadah beserta airnya, catat beratnya dan biarkan tetap di timbangan.
 - b. Ikat logam yang ingin dites menggunakan benang/tali yang sangat ringan sehingga dpt diabaikan beratnya. (Note: Tali rafia yg dibelah sampai menjadi sangat kecil dg lebar 1-2mm lebih enak digunakan untuk mengikat logam daripada menggunakan benang).
 - c. Celupkan logam diikat tadi ke dalam wadah yang berisi air dalam timbangan hingga semua tenggelam namun tidak menyentuh dasarnya (bergelantungan di dalam air). Kemudian catat beratnya.
- setelah itu keluar hasilnya, foto angka yang ditimbangan untuk dilakukan *matching*.

7. Penghitungan kadar

Jika tahap penimbangan selesai, selanjutnya adalah penghitungan kadarnya. Pertama masukkan hasil foto angka digital dari timbangan yang tanpa menggunakan air. Kedua, masukkan hasil foto angka digital dari timbangan yang menggunakan air. Maka, aplikasi otomatis akan menghitung kadarnya.

2.4 Template Matching

Template matching adalah sebuah teknik dalam pengolahan citra digital untuk menemukan bagian-bagian kecil dari gambar yang cocok dengan template gambar. Template matching merupakan salah satu ide yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana otak kita mengenali kembali bentuk-bentuk atau pola-pola. Template dalam konteks rekognisi pola menunjuk pada konstruk internal yang jika cocok (match) dengan stimulus penginderaan mengantar pada rekognisi suatu objek. Atau pengenalan pola terjadi jika terjadi kesesuaian antara stimulus indera dengan bentuk mental internal. Gagasan ini mendukung bahwa sejumlah besar template telah tercipta melalui pengalaman hidup kita. Tiap-tiap template berhubungan dengan suatu makna tertentu (Putra D, 2014).

Contoh proses identifikasi bentuk geometri :

Energi cahaya yang terpancar dari suatu bentuk mengena pada retina mata dan diubah menjadi energi neural yang kemudian dikirim ke otak. Selanjutnya terjadi pencarian di antara templatetemplate yang ada. Jika sebuah template

ditemukan sesuai (match) dengan pola tadi, maka subjek dapat mengenal bentuk tersebut.

Setelah kecocokan antara objek dan template terjadi, proses lebih lanjut dan Interpretasi terhadap objek bisa terjadi.

Teori Template matching memiliki keunggulan dan kelemahan, yaitu :

Keunggulan :

- (1) Jelas bahwa untuk mengenal bentuk, huruf atau bentuk-bentuk visual lainnya
- (2) diperlukan kontak dengan bentuk-bentuk internal.

Template matching adalah prosedur pengenalan pola yang sederhana yang didasarkan pada ketepatan konfigurasi informasi penginderaan dengan “konfigurasi” pada otak. (Contohnya : barcode)

Kelemahan :

Jika perbandingan eksternal objek dgn internal objek 1:1, maka objek yang berbeda sedikit saja dengan template tidak akan dikenali. Oleh karena itu, jutaan template yang spesifik perlu dibuat agar cocok dengan berbagai bentuk geometri yang kita lihat dan kenal. Jika memang penyimpanan memori di otak seperti ini, otak tentu seharusnya sangat kewalahan dan pencarian informasi akan memakan waktu, padahal pada kenyataannya tidak demikian.

Template Matching dapat dibagi antara dua pendekatan, yaitu : pendekatan berbasis fitur dan pendekatan berbasis template. Pendekatan berbasis fitur menggunakan fitur pencarian dan template gambar seperti tepi atau sudut, sebagai pembanding pengukuran matrik untuk menemukan lokasi template matching yang terbagus di sumber gambar.

2.4.1 Pendekatan Berbasis Fitur

Sebuah pendekatan berbasis fitur dapat dianggap; pendekatan dapat membuktikan lebih berguna, jika template gambar memiliki fitur yang kuat jika pencocokan di pencarian gambar bisa diubah dengan cara tertentu. Karena pendekatan ini tidak mempertimbangkan keseluruhan dari template gambar, komputasi dapat lebih efisien ketika bekerja dengan sumber gambar beresolusi lebih besar, sebagai pendekatan alternatif, berbasis template, mungkin memerlukan pencarian titik – titik yang berpotensi untuk menentukan lokasi pencocokan yang terbaik.

2.4.2 Pendekatan Berbasis Template

Untuk template tanpa fitur yang kuat, atau ketika sebagian besar template gambar merupakan gambar yang cocok, sebuah pendekatan berbasis template mungkin efektif. Seperti disebutkan di atas, karena berbasis template, template matching berpotensi memerlukan sampling dari sejumlah besar poin, untuk mengurangi jumlah sampling poin dengan mengurangi resolusi pencarian dan template gambar oleh faktor yang sama dan melakukan operasi pada perampingan gambar yang dihasilkan (multiresolusi, atau piramida, pengolahan citra), menyediakan pencarian titik data dalam pencarian gambar sehingga template tidak harus mempunyai pencarian titik data, atau kombinasi keduanya.

2.4.3 Motion dan Oklusi

Dalam kasus di mana template tidak dapat memberikan pencocokan langsung, mungkin lebih cocok untuk menerapkan penggunaan eigenspaces –

template objek yang lebih detail yang sesuai dengan sejumlah kondisi yang berbeda, seperti berbagai perspektif, iluminasi, warna kontras, atau objek yang cocok diterima "pose". Misalnya, jika pengguna mencari seraut wajah, eigenspaces dapat terdiri dari gambar (template) wajah dalam posisi yang berbeda ke kamera, dalam kondisi pencahayaan yang berbeda, atau dengan ekspresi yang berbeda.

Hal ini juga memungkinkan gambar yang cocok untuk menjadi dikaburkan, atau oklusi oleh obyek, dalam kasus ini, memungkinkan untuk menyediakan banyak template untuk menutupi kemungkinan setiap oklusi. Dalam kasus di mana objek lunak atau poseable, motion juga menjadi masalah, dan masalah yang melibatkan motion dan oklusi menjadi ambigu. Dalam kasus ini, salah satu solusi yang mungkin adalah membagi template gambar ke dalam beberapa sub-foto dan melakukan pencocokan pada setiap subdivisi.

2.4.4 Pencocokan berbasis Template dan konvolusi

Sebuah metode dasar template matching menggunakan konvolusi bayangan (template), disesuaikan dengan fitur tertentu dari template matching, yang ingin kita deteksi. Teknik ini dapat dengan mudah dilakukan pada gambar abu-abu atau tepi gambar. Hasil konvolusi akan di tempat tertinggi di mana struktur gambar sesuai dengan struktur bayangan, di mana nilai-nilai gambar besar dapat dikalikan dengan nilai-nilai bayangan besar.

Metode ini biasanya diimplementasi dengan terlebih dahulu memilih sebuah bagian dari pencarian gambar untuk digunakan sebagai template, kita akan memanggil pencarian gambar $S(x, y)$, dimana (x, y) mewakili koordinat setiap pixel dalam pencarian gambar. Kita akan memanggil template $T(x, y, t)$, dimana (x, y, t)

y) merupakan koordinat dari setiap pixel dalam template. Kemudian kita hanya memindahkan pusat (atau asal) dari template $T(x, y)$ atas setiap titik (x, y) dalam pencarian gambar dan menghitung jumlah produk antara koefisien dalam $S(x, y)$ dan $T(x, y)$ atas seluruh wilayah dari template. Karena semua kemungkinan posisi dari template yang berkenaan dengan pencarian gambar dianggap posisi terbaik. Metode ini kadang-kadang disebut sebagai '*Linear Spatial Filtering*' dan template disebut masker penyaring.

2.4.5 Mempercepat Proses

Di masa lalu, tipe spasial filtering biasanya hanya digunakan dalam solusi hardware khusus karena kompleksitas komputasi operasi, namun kita dapat mengurangi kompleksitas ini dengan penyaringan dalam domain frekuensi dari gambar itu, disebut sebagai "*frekuensi domain filtering*", hal ini dilakukan melalui penggunaan teorema konvolusi.

Cara lain untuk mempercepat proses pencocokan adalah melalui penggunaan dari suatu gambar piramida. Ini adalah serangkaian gambar, pada skala yang berbeda, yang terbentuk dengan berulang kali menyaring dan subsampling gambar asli agar menghasilkan gambar resolusi berkurang berurutan. Gambar resolusi lebih rendah dapat dicari untuk template (dengan mengurangi resolusi yang sama), untuk menghasilkan posisi semula yang memungkinkan untuk mencari pada skala yang lebih besar. Foto yang lebih besar kemudian dapat dicari dalam jendela kecil di sekitar posisi mulai menemukan lokasi template terbaik. Metode lain yang dapat menangani masalah seperti ini antara lain terjemahan, skala dan rotasi gambar.

2.4.6 Implementasi

Dalam implementasi sederhana ini, diasumsikan bahwa metode yang dijelaskan di atas diterapkan pada gambar abu-abu: karena abu-abu digunakan sebagai intensitas piksel.

2.4.7 Euclidean Distance

Ruang Euclidian merupakan ruang dengan dimensi terbatas yang bernilai riil. Jarak Euclidian antara dua titik adalah panjang sisi miring dari sebuah segitiga siku-siku. Dimana x adalah citra training, dan y adalah citra input *test* (Chapra, 2010).

Jika $x = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$ dan $y = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n$ merupakan dua titik dalam Euclidian ruang n , maka jarak Euclidean x ke y adalah:

$$d_{xy} = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2}$$

Euclidean distance adalah metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor. Euclidian distance menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor.

Rumus dari euclidian distance:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Contoh :

Terdapat 2 vektor sebagai berikut:

$$A = [0, 3, 4, 5]$$

$$B = [7, 6, 3, -1]$$

Euclidian Distance dari vektor A ke B adalah

$$\begin{aligned} d_{AB} &= \sqrt{(0 - 7)^2 + (3 - 6)^2 + (4 - 3)^2 + (5 - (-1))^2} \\ &= \sqrt{49 + 9 + 1 + 36} = 9,747 \end{aligned}$$

2.5 Interpolasi

2.5.1 Pengertian

Interpolasi adalah proses pencarian dan penghitungan nilai suatu fungsi yang grafiknya melewati sekumpulan titik yang diberikan. Titik-titik tersebut mungkin merupakan hasil eksperimen dalam sebuah percobaan, atau diperoleh dari suatu fungsi yang diketahui (Chapra, 2010).

Interpolasi adalah salah satu metode pencocokan titik data dengan sebuah kurva dengan cara membuat kurva cocok ke setiap titik pada titik-titik data di dalam tabel. Interpolasi bertujuan membangun kurva yang melalui semua titik-titik data yang dipergunakan. Interpolasi digunakan bila kurva yang dibentuk tersebut dipakai untuk menksir nilai $f(x)$ dengan x berada antara titik-titik data yang diberikan. Sebaliknya, bila x berada diluar titik titik data yang diberikan maka prosesnya dinamakan ekstrapolasi. Secara umum hampiran interpolasi mempunyai ketelitian lebih tungg dibandingkan dengan ekstrapolasi. Dari kurva hasil cocokan tersebut dapat dicari nilai di dalam rentang titik data (x_0, x_n) sedemikian sehingga $(x_0 < x_k < x_n)$ dan disebut nilai interpolasi. Salah satu bentuk interpolasi adalah interpolasi polinom, dan tekniknya diataranya:

1. Polinom Lagrange
2. Polinom Newton + derajat n
3. Polinom Newton Gregory Maju + derajat n
4. Polinom Newton Gregory Mundur + derajat n
5. Spline Kubik

2.5.2 Tujuan

Adapun kegunaan lain dari interpolasi adalah untuk menaksir harga-harga tengah antara titik data yang sudah tepat. Interpolasi mempunyai orde atau derajat.

2.5.3 Interpolasi Polinom

Interpolasi polinom adalah pekerjaan menginterpolasi titik-titik menggunakan kurva yang representasinya adalah polinom

Fungsi interpolasi polinom diantaranya ada 2 yaitu:

1. Menghampiri fungsi rumit jadi lebih sederhana
2. Menggambar kurva

Polinom interpolasi sangat bermanfaat dalam menghitung nilai fungsi untuk semua x , atau nilai fungsi pada x yang tidak terdapat pada hasil percobaan / pengamatan misalnya dari hasil pengamatan di lapangan atau laboratorium. Dalam proses kerjanya, menentukan koefisienkoefisien polinom interpolasi merupakan pekerjaan yang rumit. Untuk itu, peneliti mengembangkan metode metode baru agar perhitungannya menjadi lebih sederhana dan teratur. Salah satu metode pengkonstruksian polinom interpolasi, yaitu polinom interpolasi Lagrange dan polinom interpolasi bagi beda Newton. Secara analitik, kedua polinom ini akan menghasilkan polinom yang sama karena dijamin oleh sifat ketunggalan yang telah dikemukakan. Perbedaananya hanya terletak pada cara penulisan polinom tersebut (Chapra, 2010).

2.5.4 Interpolasi Polinom Lagrange

Lagrange interpolasi polynominal adalah hanya formulasi dari polynominal Newton yang menghindari perhitungan dibagi perbedaan (Chapra, 2010). Hal ini dapat mewakili ringkas sebagai

$$f_n(x) = \sum_{i=0}^n L_i(x) f(x_i) \quad (2.1)$$

Dimana

$$L_i(x) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x-x_j}{x_i-x_j} \quad (2.2)$$

Dimana Π menunjuk “produk”. Contoh, versi linier ($n=1$) adalah

$$f_i(x) = \frac{x-x_1}{x_0-x_1} f(x_0) + \frac{x-x_0}{x_1-x_0} f(x_1)$$

Dan versi urutan kedua

$$f_2(x) = \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} f(x_0) + \frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} f(x_1) + \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)} f(x_2) \quad (2.3)$$

Persamaan (2.1) dapat diturunkan langsung dari polynominal Newton (3.1). Namun, alasan yang mendasari perumusan Lagrange dapat dipertahankan secara langsung oleh menyadari bahwa setiap istilah $L_i(x)$ akan menjadi 1 di $x=x_i$ dan 0 di semua sampel poin lain. Dengan demikian, setiap produk $L_i(x) f(x_i)$ mengambil nilai $f(x_i)$ pada titik sampel x_i . Akibatnya, penjumlahan dari semua produk yang ditunjuk oleh persamaan. (2.1) adalah polynominal unik urutan yang tepat melewati semua $n + 1$ data poin.

Lagrange interpolasi polynominal dapat diturunkan langsung dari formulasi Newton. Kami akan melakukan ini untuk kasus urutan pertama hanya [persamaan 2.2]. Untuk memperoleh bentuk Lagrange, kami akan merevisi perbedaan dibagi. Sebagai contoh, pertama dibagi perbedaan,

$$f[x_1, x_0] = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} \quad (2.4)$$

Dapat diformulasikan sebagai

$$f[x_1, x_0] = \frac{f(x_1)}{x_1 - x_0} + \frac{f(x_0)}{x_0 - x_1} \quad (2.5)$$

yang disebut sebagai bentuk simetris. menghasilkan substituting persamaan (2.4) menjadi persamaan (2.5)

$$f_i(x) = f(x_0) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} f(x_1) + \frac{x - x_0}{x_0 - x_1} f(x_0)$$

Akhirnya, pengelompokan istilah yang serupa dan menyederhanakan menghasilkan bentuk Lagrange,

$$f_1(x) = \frac{x - x_1}{x_0 - x_1} f(x_0) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} f(x_1)$$

2.6 Densitas

Densitas (massa jenis), ρ , sebuah zat (ρ adalah huruf Yunani “rho” kecil) didefinisikan sebagai massa per satuan volume zat tersebut:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.6)$$

Dimana m adalah massa zat yang dibicarakan dan V adalah volumenya. Densitas adalah sebuah besaran karakteristik (sifat) dari sebuah zat murni. Benda-benda yang terbuat dari suatu zat murni tertentu, semisal emas murni, dapat saja memiliki sembarang ukuran dan massa, namun densitasnya akan selalu sama (Giancoli, 2014).

Kita dapat menggunakan konsep densitas, pers. 2.5, untuk menuliskan massa sebuah benda sebagai

$$m = \rho V$$

Dan berat sebuah benda sebagai

$$mg = \rho Vg$$

Satuan SI bagi densitas adalah kg/m^3 . Kadang-kadang, densitas disebutkan pula dalam satuan g/cm^3 . Perhatikah bahwa densitas yang disebutkan dalam g/cm^3 harus dikalikan 1000 untuk menyatakan dalam kg/m^3 [$1 \text{ kg/m}^3 = 1000 \text{ g/(100cm)}^3 = 10^3 \text{ g/10}^6 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3$].

2.7 Archimedes

Hukum Archimedes adalah sebuah hukum tentang prinsip pengapungan diatas benda cair yang ditemukan oleh Archimedes, seorang ilmuwan Yunani yang juga merupakan penemu pompa spiral untuk menaikkan air yang dikenal dengan istilah Sekrup Archimede. Hukum Archimedes berhubungan dengan gaya berat dan gaya ke atas suatu benda jika dimasukan kedalam air. Berikut ini adalah bunyi hukum Archimedes yang sangat terkenal itu (Giancoli, 2014).

“Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya kedalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut”.

Pada metode archimedes, besaran yang diukur adalah massa percontoh asli (m_n), massa percontoh kering (m_o), massa percontoh jenuh (m_w), massa (bejana + air + sampel tenggelam) (m_a), dan massa (bejana + air + sampel tergantung di air) (m_b).

$$m_s = m_a - m_b$$

Hukum archimedes :

$$F_A = \rho_{\text{air}} gV . \quad (2.7)$$

Ket :

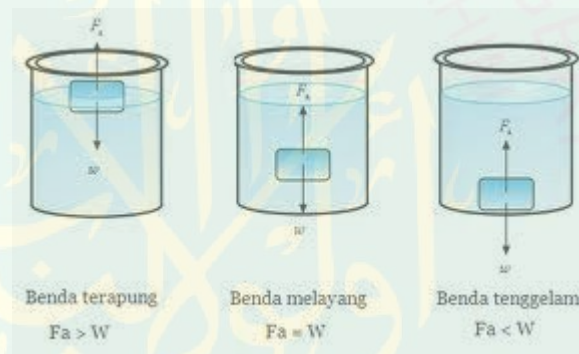
F_A = Gaya angkat air (N)

ρ_{air} = Massa jenis air (Kg/m^3)

V = Volume air yang terdesak (m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/det^2)

Berdasarkan bunyi dan rumus hukum Archimede diatas, suatu benda yang akan terapung, tenggelam atau melayang didalam zat cair tergantung pada gaya berat dan gaya keatas. Maka dari itu, berdasarkan hukum diatas, terciptalah 3 hukum turunan dari Hukum Archimedes Yang Berbunyi:



Gambar 2.3 Archimedes

Dalam penelitian ini menggunakan benda melayang maka didapat :

$$F_A = W_u - W_a$$

$$F_A = m_o g - m_s g$$

$$F_A = (m_o - m_s) g$$

(2.8)

Ket :

m_o = Massa benda di udara

m_a = Massa benda di air

Lalu dengan mensubstitusi persamaan (2.7) dan (2.8) maka didapat :

$$F_A = F_A$$

$$\rho_{air} g v = (m_o - m_a) g$$

$$\rho_{air} v = (m_o - m_a)$$

$$V = \frac{m_o - m_s}{\rho_{air}}$$

V disini adalah volume sampel tanpa pori.

2.8 Penerapan Penelitian Terkait

Template matching juga dapat digunakan dalam penentuan objek lain seperti sidik jari, pengenalan wajah, dan lain sebagainya. Berikut penjelasannya :

a. Deteksi Sidik Jari

Pada deteksi sidik jari, dilakukan pendekatan pembagian arah partisi citra sidik jari dengan menggunakan template. Pada tahap klasifikasi, template tersebut dicocokkan dengan berkas citra sidik jari. Pencocokan template dengan sidik jari menghasilkan prosentase kecocokan antara template dan berkas citra sidik jari.

Penelitian tersebut bertujuan untuk mengklasifikasikan bentuk-bentuk dari sidik jari ke dalam beberapa kategori. Yang dimaksudkan dengan bentuk pada penelitian Deteksi Sidik Jari ini adalah guratan-guratan. Adapun kategori sidik jari yaitu *whorl*, *arc*, dan *loop*. (Bowo Leksono, A. Hidayanto, R. Rizal I. 'Aplikasi Metode Template Matching untuk klasifikasi Sidik Jari', 2011).

b. Pengenalan Wajah untuk Absensi

Penelitian tersebut dibuat untuk digunakan dalam sebuah absensi, sebagai alternatif pemasukan username dan password. Sistem ini terdiri dari perangkat lunak dengan sebuah webcam sebagai input untuk menghasilkan citra masukan. Metode yang digunakan untuk identifikasi wajah ini adalah metode template matching dan menggunakan konversi citra RGB menuju tingkat keabuan (grayscale) yang digunakan untuk proses pengolahan citra serta database sebagai penampung citra hasil pengambilan wajah.

Pertama, admin telah membuat database berupa kumpulan citra template yang mewakili identitas dari pengguna. Dilanjutkan oleh pengguna melakukan pemotretan menggunakan webcam dan kemudian sistem melakukan pencarian pada database untuk mendapatkan identitas pengguna. *(Muhammad Aditya Rahman, Ir. Sigit Wasista, M.Kom. "Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam Untuk Absensi Dengan Metode Template Matching". PENS-ITS).*

c. Pergerakan Harga Saham

Salah satu jenis investasi yang sedang berkembang di Indonesia adalah investasi saham. Nilai transaksi di IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) Indonesia bisa mencapai 4-5 triliun perharinya. Harga saham bersifat fluktuatif dan oleh karena itu, kemampuan memprediksi atau mengestimasi nilai saham menjadi sesuatu yang dicari oleh para investor dan pelaku bisnis saham. Interpolasi polinom merupakan salah satu implementasi metode numerik yang digunakan untuk membuat polinom

dari titik-titik pada suatu grafik. Penelitian ini menggunakan interpolasi polinom untuk mengestimasi harga saham dan kemudian dibandingkan dengan harga saham sebenarnya. Interpolasi polinom yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Newton dan Lagrange. Dari data masukan titik input berupa harga saham ADRO (PT Adaro Energy Tbk) pada IHSG dengan data per-bulan selama satu tahun, dirangkai suatu polinom menggunakan metode-metode tersebut dan diestimasi nilai masukan saham pada hari tertentu. Hasil dari penelitian ini adalah untuk kasus polinom derajat 12, tidak disarankan menggunakan metode interpolasi polinom untuk emngestimasi harga saham, kemudia interpolasi Lagrange mempunyai akurasi yang lebih tinggi daripada interpolasi Newton. (*Dannis Muhammad. "Penggunaan Metode Newton dan Lagrange pada Interpolasi Polinom Pergerakan Harga Saham: Studi Kasus Saham PT Adaro Energi Tbk". 2011*).

BAB III

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini membahas tentang perancangan sistem yang meliputi prosedur penelitian, desain sistem, desain *interface*, hingga implementasinya. Aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi sistem penentuan kadar emas menggunakan metode Interpolasi *Lagrange*.

3.1 Analisis Sistem

Subbab ini akan membahas analisis sistem yang dikerjakan pada skripsi ini. Tujuan pembuatan sistem penentuan kadar emas menggunakan aplikasi dengan metode Interpolasi yaitu untuk memudahkan penentuan kadar emas. Pertama, program akan dimasukkan foto dari hasil penimbangan, masing-masing 1 foto dari timbangan biasa dan timbangan udara. Setelah itu aplikasi akan menghitung secara otomatis menentukan kadar emas tersebut dengan Interpolasi.

3.2 Kebutuhan Sistem

Proses pembuatan aplikasi ini membutuhkan beberapa *software* dan *hardware*. Berikut ini merupakan penjelasan dari *software* dan *hardware* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi penentuan kadar emas ini.

a. *Software* yang digunakan

Sistem Operasi : Microsoft Windows 10 Pro 64-bit

Editor : Matlab 2016b

b. *Hardware* yang digunakan

Prosesor	: Intel Core i3 2.0GHz
Memori	: 4 GB DDR4
Layar	: 14 inch
VGA	: NVIDIA GeForce 920MX 2GB
	Intel HD Graphics 520 2 GB

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini, untuk merancang dan membuat penentuan kadar emas menggunakan metode *Template Matching* dan Interpolasi *Lagrange* menggunakan beberapa perangkat lunak yaitu :

1. Sistem Operasi Windows 10 Pro

Sistem operasi windows 10 digunakan sebagai susunan arahan yang dapat dipahami oleh komputer. Dibat untuk mengarahkan komputer melaksanakan, mengawal menjadwalkan, dan menyelaraskan sesuatu operasi komputer dan membantu pemrosesan suatu program.

2. Matlab 2016b

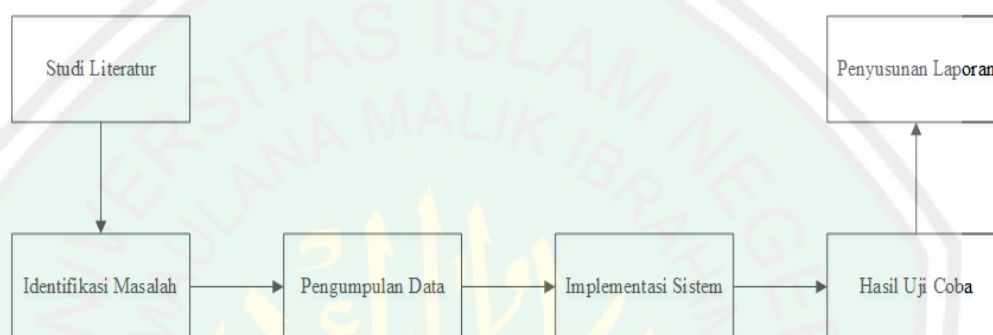
Matlab adalah suatu baha pemrograman tingkat tinggi yang digunakan untuk komputasi teknis. Matlab menintegrasikan aspek komputasi, visualisasi dan pemrograman dalam suatu lingkungan yang mudah dilakukan.

3. Microsoft Office 2016

Microsoft office adalah sebuah paket aplikasi yang digunakan untuk pembuatan dan penyimpanan dokumen yang berjalan di bawah sistem operasi windows dan Mac OS. Microsoft office dalam perancangan sistem ini digunakan untuk melakukan perancangan dan pembuatan laporan dari penelitian ini.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah yang digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data dan menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam penelitian. Adapun cara kerja atau prosedur mengenai sejumlah kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini akan dipresentasikan ke dalam blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 maka dapat dilihat beberapa proses yang harus dilakukan untuk menyelesaikan penelitian. Secara garis besar penelitian dimulai dari pra penelitian yang merupakan tahap persiapan, studi literatur, identifikasi masalah dan pengumpulan data. Agar dapat memperoleh data *image* maka dibutuhkan timbangan digital.

Selanjutnya adalah pengolahan data, implementasi *Template Matching* dan *Interpolasi Lagrange*, pengujian dan analisis hasil. Pada tahap pengolahan data terdapat beberapa kegiatan seperti seleksi data dan pembentukan data set. Data set dikategori kan menjadi 2 jenis data yaitu data *training* dan *testing*. Proses *testing* dapat dilakukan apabila telah melalui proses *training* atau pelatihan serta dianggap telah memenuhi tingkat akurasi yang telah diharapkan.

3.5 Akuisisi Data

Pada subbab ini akan dijelaskan akuisisi data penelitian yang akan digunakan oleh peneliti dalam melaksanakan penentuan kadar emas. Akuisisi data yang digunakan dalam penelitian ini didesain khusus dengan timbangan, wadah untuk menimbang menggunakan air, tripod, dan kamera hp yang diatur sedemikian rupa agar dapat terkonsentrasi pada pengambilan gambar LCD.

3.6 Deskripsi Sistem

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem atau aplikasi yang dapat menentukan kadar emas berdasarkan template dan perhitungan yang ada pada database. Gambaran secara umum atas sistem ini yaitu pada langkah awal seorang pengguna menimbang emas menggunakan timbangan digital dengan timbangan biasa dan menggunakan timbangan air, dan hasilnya difoto selanjutnya dibuat template.

Dalam perjalanan menuju proses utamanya, yang perlu dilakukan sebelumnya adalah pengguna diharuskan untuk melakukan data uji berupa citra yang akan dideteksi oleh sistem. Namun agar citra uji dan citra latih dapat dicari nilai kemiripan, maka citra uji perlu diberlakukan preprocessing seperti citra latih. Preprocessing pada citra latih, namun mengingat citra latih telah mengalami preprocessing secara manual, maka preprocessing pada citra uji ini akan sedikit berbeda namun dengan hasil yang sama yaitu berupa data logic.

Pada preprocessing citra uji ini terdapat 5 tahap, pertama adalah normalisasi, pengubahan citra uji ke bentuk 2 dimensi atau greyscaling, pengaturan kontras pada citra uji, kemudian diteruskan mencari nilai threshold pada citra yang

digunakan dalam proses binerisasi, dan tahap segmentasi adalah erosi dengan tujuan meminimalisasi tingkat noise pada citra uji yang telah dibinerisasi.

Setelah proses preprocessing, hal yang perlu dilakukan adalah mengaplikasikan penentuan kadar emas menggunakan *template matching* sebagai metode temu kembali berdasarkan database yang telah dibuat sebelumnya melalui tahapan yang hampir serupa dari preprocessing sampai tahap akhir. Adapun database berupa hasil manual, yang disebut dengan citra latih dan diperlakukan sama halnya seperti citra uji dengan melalui tahap preprocessing. Setelah template Matching dijalankan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan dengan metode Interpolasi Lagrange.

Dalam proses preprocessing citra uji dan citra latih awalnya dalam bentuk RGB. Citra template yang berformat citra JPG akan dilatih dengan mengubah menjadi bentuk 2 dimensi yang kemudian akan dilakukan preprocessing berupa pengubahan kebentuk biner. Setelah dibinerisasi, untuk memfokuskan bentuk dari objek angka dari timbangan itu sendiri, dan akhirnya mendapatkan beberapa citra template sebagai database citra latih.



Gambar 3.2 Citra awal dan Citra Template hasil

Sedangkan pada citra uji akan dilakukan pengubahan kebentuk 2 dimensi atau biasa disebut grayscale. Dari bentuk standar tersebut, citra uji akan dilakukan lagi proses preprocessing dengan mengatur tingkat kontras citra kemudian

dilakukan pencarian nilai threshold yang nantinya dijadikan sebagai ambang batas untuk proses binerisasi atau pengubahan citra ke bentuk biner.

Proses selanjutnya segmentasi, pada tahap segmentasi ini menggunakan *morphology system*, yaitu *erosi*. Hasil dari proses *morphology* tersebut yaitu citra dengan penambahan jumlah *pixel* latar belakang dengan tujuan mendapatkan bentuk dari objek, dan untuk menghindari *noise*.

Kemudian, pada tahap selanjutnya adalah tahap yang merupakan tahap untuk mencocokkan data dari citra sistem dan citra template menggunakan *template matching*. Awal tahap ini adalah membaca file input yaitu citra uji dan citra latih yang ada pada database, lalu mendapatkan nilai ukuran masing-masing *pixel* citra. Tahap selanjutnya menghitung mean dari masing-masing citra uji dan citra pada database agar dapat dicari nilai korelasi antar keduanya. Setelah mendapatkan korelasi antar keduanya, maka dicari *Euclidean distance* nya. Proses belum berakhir dengan ditemukannya nilai *euclidean distance*, namun dengan ditemukannya nilai tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai dari angka dari suatu citra dan disimpan sebagai hasil deteksi.

Setelah mendapatkan hasil final dari *Template Matching* maka akan diteruskan perhitungan untuk mencari kadar emas dengan menggunakan Interpolasi Lagrange.

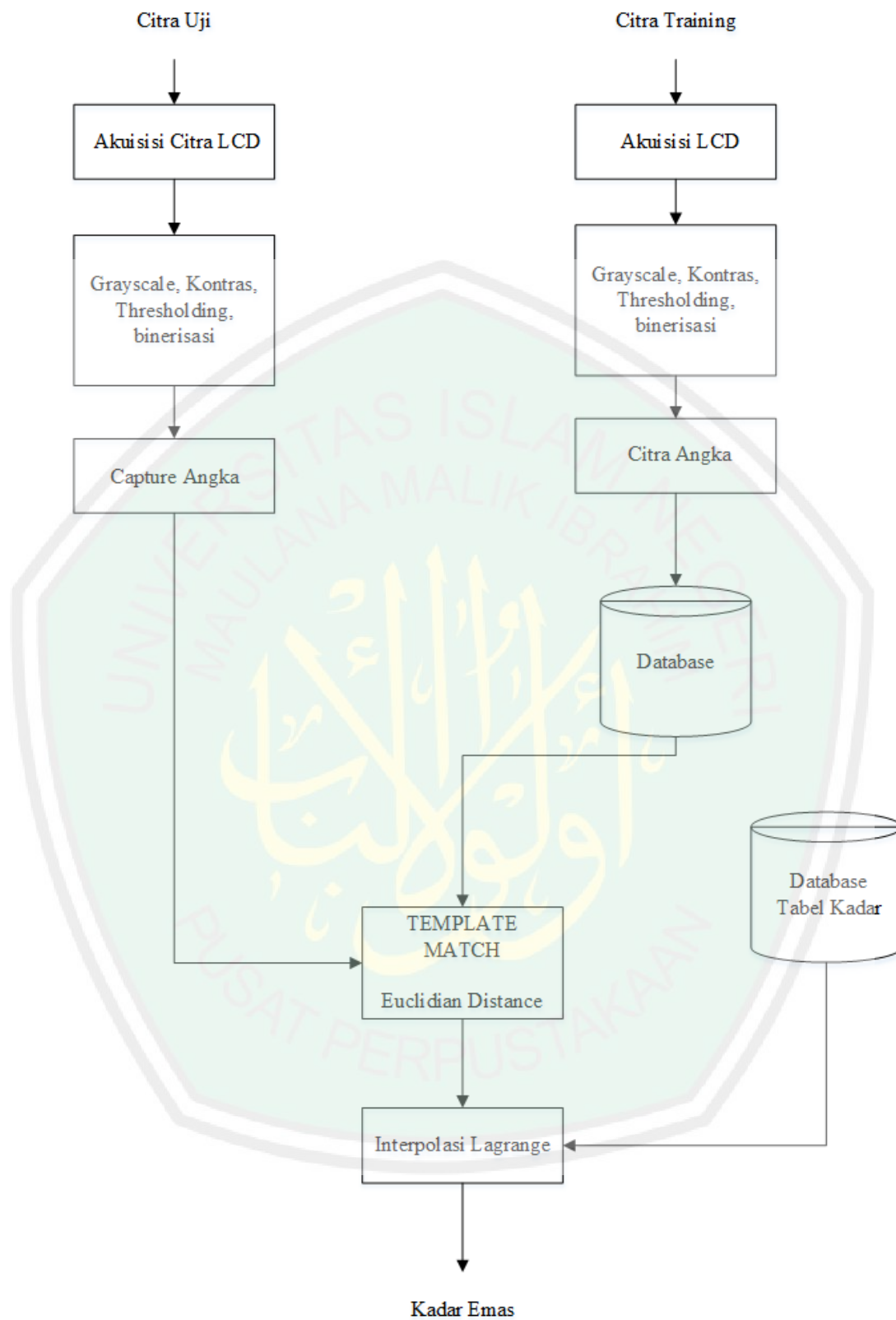
3.7 Block Diagram

Block Diagram merupakan suatu proses dan hubungan antara proses satu dengan yang lain dalam suatu sistem komputer dengan menggunakan simbol-

simbol tertentu. Oleh karena itu penganalisa dapat menginformasikan jalannya suatu sistem dan dapat memahami sistematika sistem dengan mudah.

Adapun *Block diagram* sistem ini menunjukkan fungsi untuk melakukan proses pemasukkan citra, preprocessing, pencocokkan template, dan perhitungan kadar emas. *Block diagram* sistem *template match* dan perhitungan dapat dilihat pada gambar berikut ini.





Gambar 3.3 Block Diagram Sistem

Pada gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat dua macam input yang harus dimasukkan dalam sistem, yaitu input berupa citra template atau citra latih yang akan disimpan dalam database dan citra uji.

Citra Uji akan diperlakukan dengan grayscale, dan pengaturan kecerahan dengan operator *imadjust* dalam toolbox matlab. Kemudian dilakukan thresholding pada citra hasil *imadjust* untuk mencari ambang batas dalam proses binerisasi, dalam sistem ini menggunakan erosi yaitu penambahan jumlah piksel latar belakang, untuk menghindari piksel yang tidak terkoneksi dengan baik dan memperjelas bentuk dari objek. Selanjutnya ke tahap citra template atau citra latih, citra ini akan mengalami hal yang sama seperti citra uji, namun tidak mengalami proses morfologi karena mengingat citra ini adalah citra yang telah tersegmentasi secara manual menggunakan photoshop. Dengan preprocessing perubahan kebentuk grayscale, dan binerisasi.

Setelah dimiliki hasil-hasil dari setiap citra, maka dilanjutkan ke proses matching. Dimana proses matching ini mencari nilai korelasi antar kedua citra dan diteruskan dengan pencarian *Euclidian distance*. Dari hasil yang dilakukan menggunakan template matching akan diteruskan perhitungan menggunakan metode Interpolasi Lagrange, maka akan keluar hasil kadar emas tersebut.

3.8 Desain Sistem

Desain ini meliputi desain data, desain proses serta desain tampilan dari sistem ini. Desain data berisi penjelasan yang meliputi desain data input, proses, dan output. Pada desain proses berisikan penjelasan mengenai rencana berjalannya sistem ini seperti proses preprocessing, segmentasi, template matching, dan

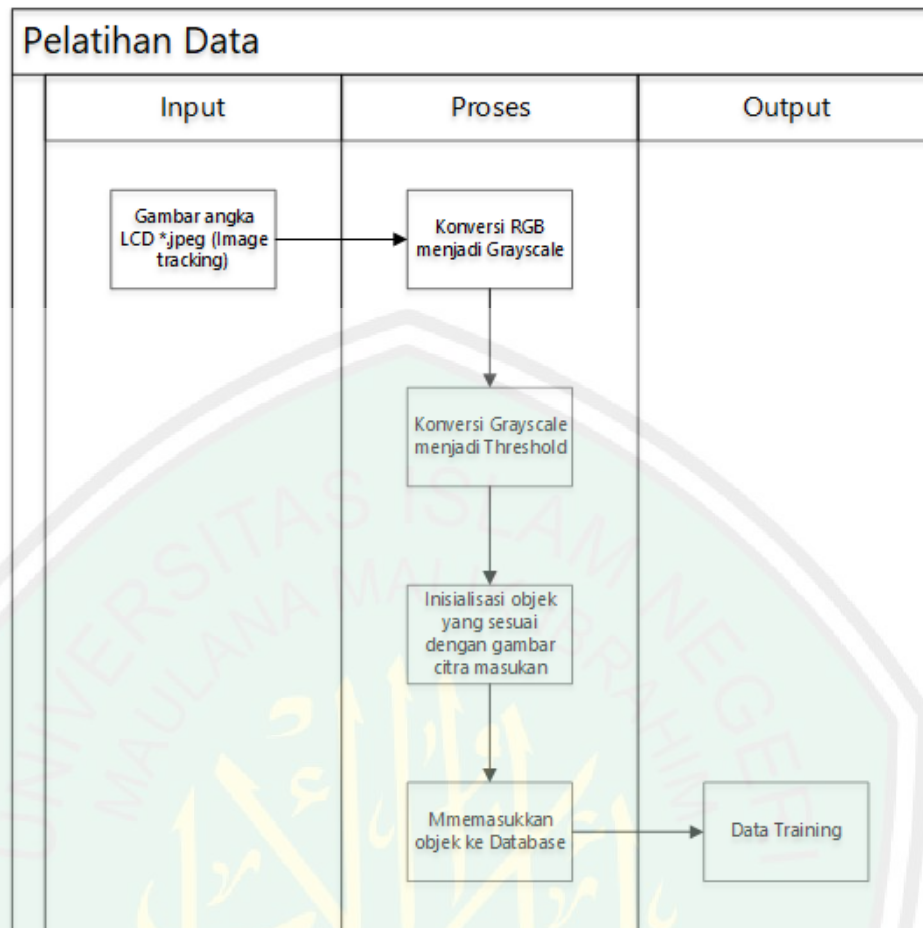
perhitungan. Dari rencana itu diharapkan mendapat hasil yang sesuai. Desain interface berisikan mengenai penjelasan bagaimana bentuk interface yang direncanakan dalam aplikasi ini.

3.8.1 Desain Data Sistem

Data yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah berupa citra digital angka. Data dibagi menjadi input, proses, dan output. Data-data tersebut adalah:

a. Pelatihan Data

Pada tahap pelatihan data merupakan citra LCD neraca angka 0-9 ke dalam *database* sehingga citra masukan tersebut menjadi objek data *training* yang nantinya data *training* ini akan menjadi citra pembandingan dalam proses pengenalan dan pengklasifikasian *template matching*. Adapun pelatihan data terdiri beberapa proses diantaranya yaitu citra angka berfungsi untuk mengubah RGB menjadi *grayscale* dan citra *grayscale* menjadi *threshold* lalu memasukkan ke dalam *database*.



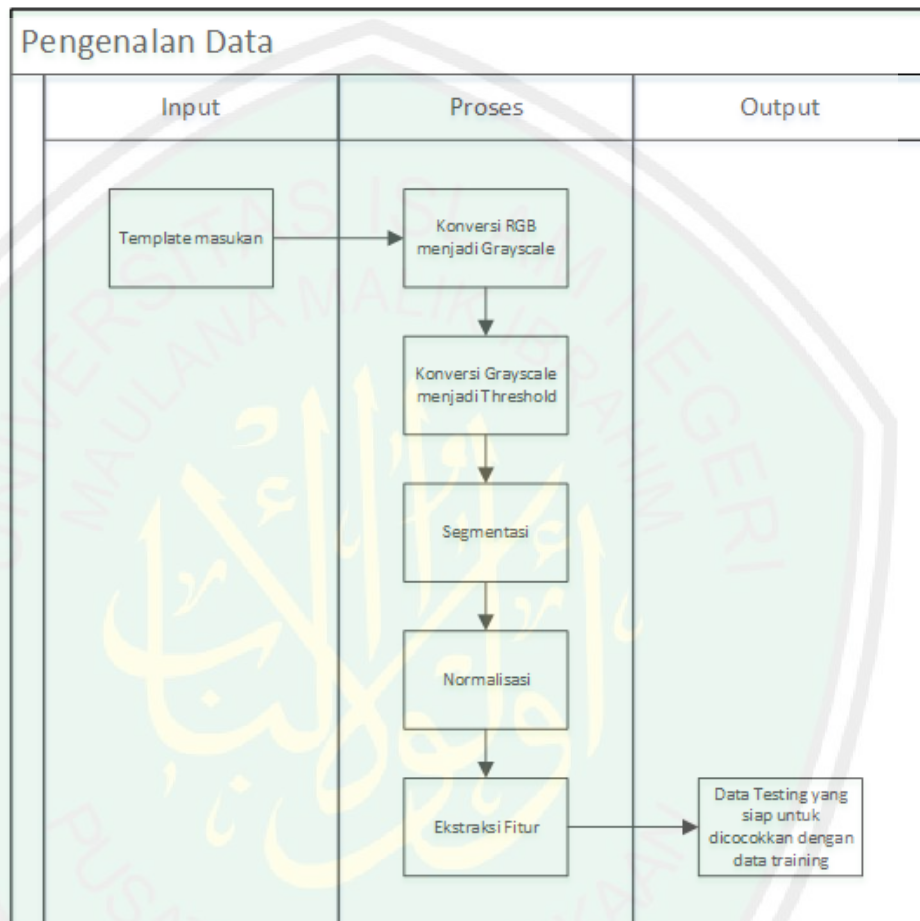
Gambar 3.4 Diagram rancangan sistem pelatihan data *Training*

b. Pengenalan Data

Pada tahap preprocessing citra sistem yang berupa RGB akan diubah menjadi citra grayscale yang sudah mengalami peningkatan kontras agar lebih tajam dan pengubahan menjadi citra biner berdasarkan tingkat threshold. Selanjutnya akan dilakukan erosi untuk memperjelas bentuk dari objek angka. Sedangkan citra latih mengalami proses pengubahan citra RGB ke citra grayscale, setelah itu dilakukan pengubahan citra ke bentuk biner.

Setelah mendapatkan hasil segmentasi akan dilanjutkan dengan proses matching yang ditujukan untuk mendapatkan informasi dari citra yang telah

tersegmentasi tersebut. Dalam tahap ini proses template matching berjalan dengan mencari nilai korelasi dan euclidian distance dari kedua citra dengan tujuan untuk mendapatkan lokasi objek pada citra uji.



Gambar 3.5 Diagram rancang sistem pelatihan data testing

c. Data Output

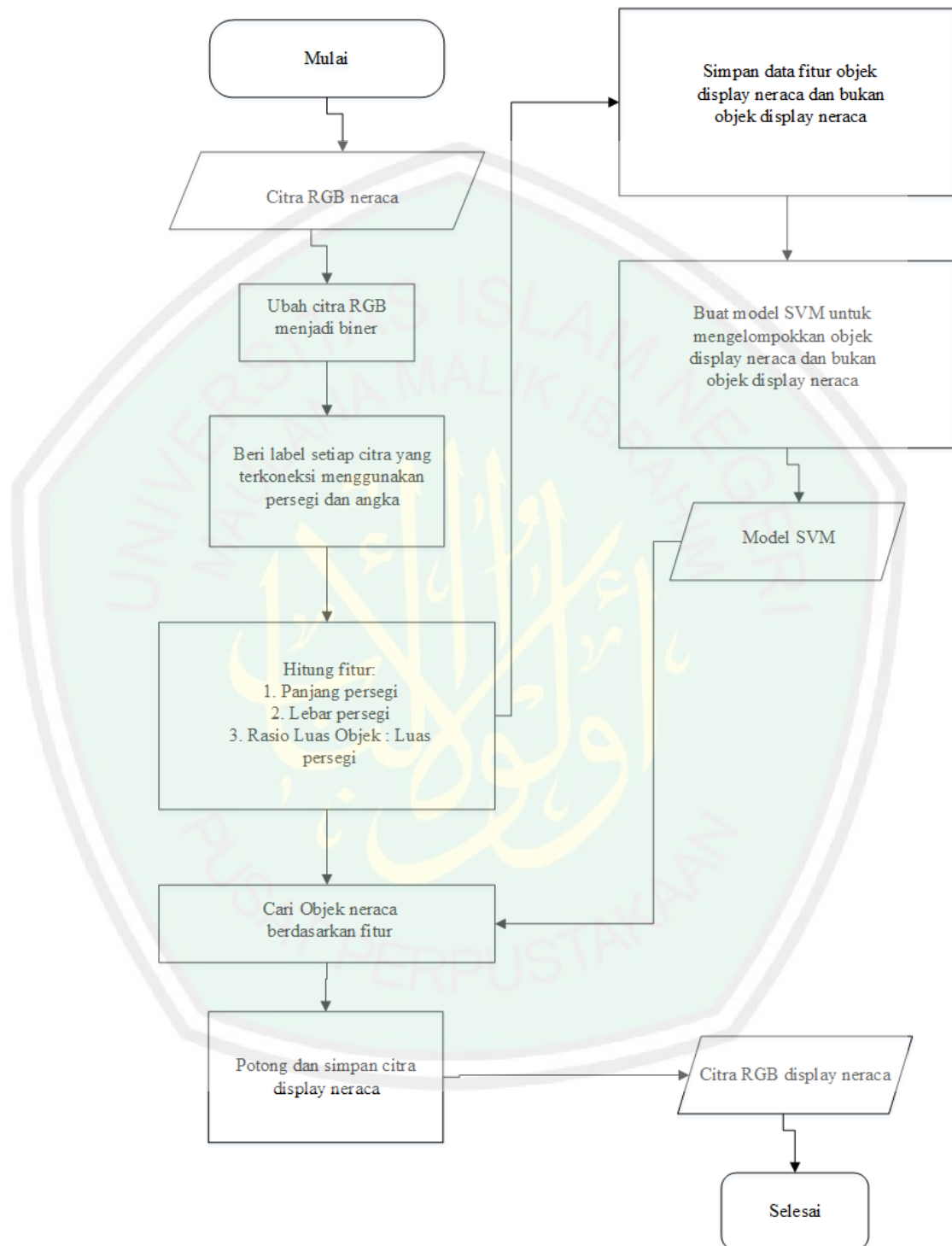
Data output adalah berupa data citra yang didapatkan dari hasil proses matching. Setelah itu akan dilanjutkan dengan perhitungan untuk menentukan kadar emas.

3.8.2 Desain Rancangan Aplikasi

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses dari sistem untuk pendeteksian angka menggunakan metode template matching. Desain ini digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang ada pada sistem tersebut. Gambaran umum perangkat lunak adalah gambaran yang menunjukkan alur dari proses sistem secara sederhana sehingga dapat dilihat gambaran secara jelas dari sistem. Perangkat lunak ini dimulai dengan proses membuka gambar sekaligus membaca spesifikasi citra yang dibuka kemudian masuk tahap preprocessing, dan kemudian dilakukan proses segmentasi. Dan akan dilanjutkan pada tahap matching yang merupakan tahap selanjutnya. Pada tahap ini citra latih mengalami preprocessing, dan disimpan pada database. Sebelum citra uji diproses lebih lanjut, perlu dilakukan preprocessing terlebih dahulu, yaitu pengelolaan citra dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang maksimal disaat proses segmentasi bahkan proses berikutnya sampai akhir. Gambar berikut ini menunjukkan tahapan dalam preprocessing ini.

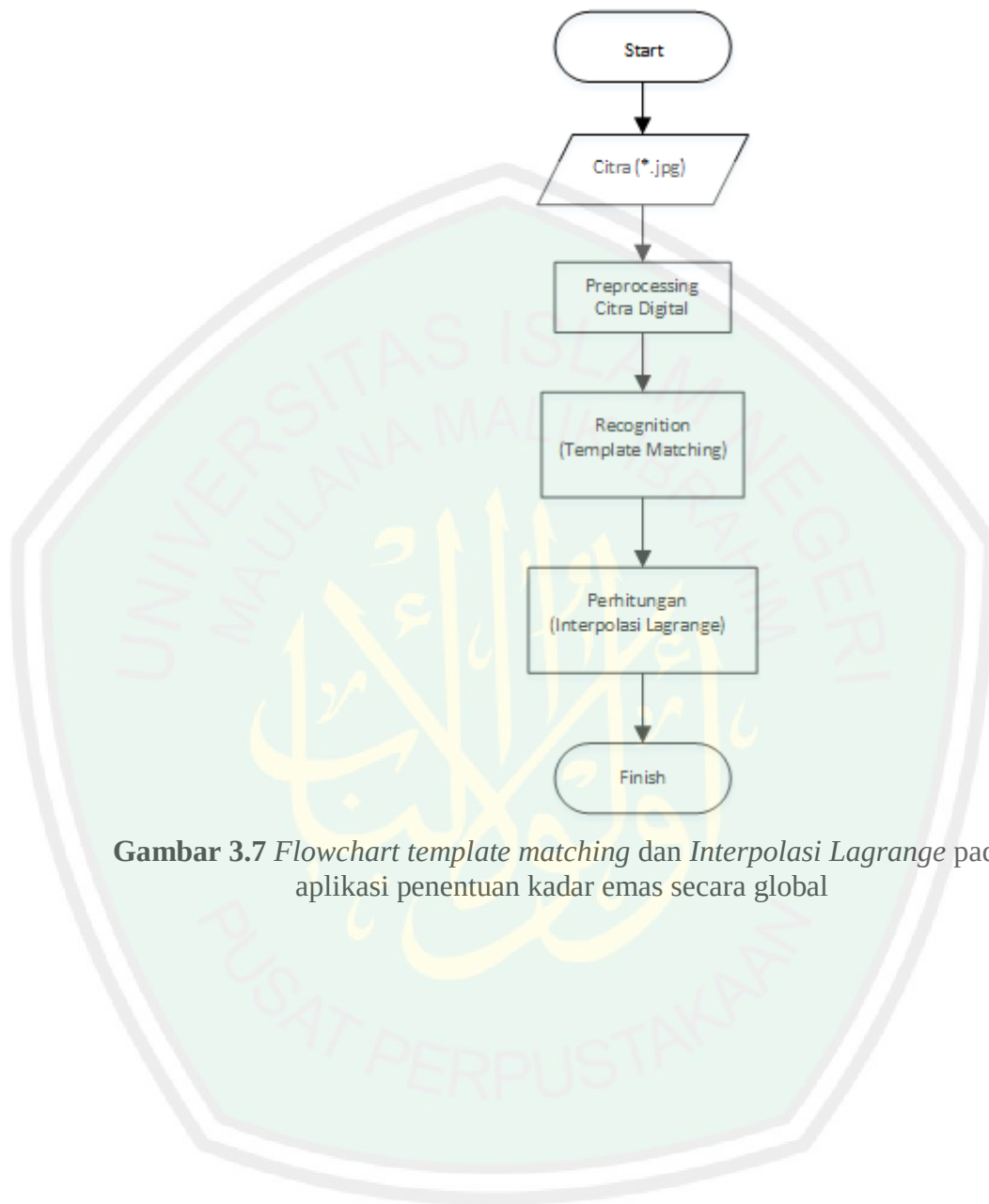
3.8.2.1 Rancangan Flowchart

a. Flowchart Pengenalan LCD Neraca



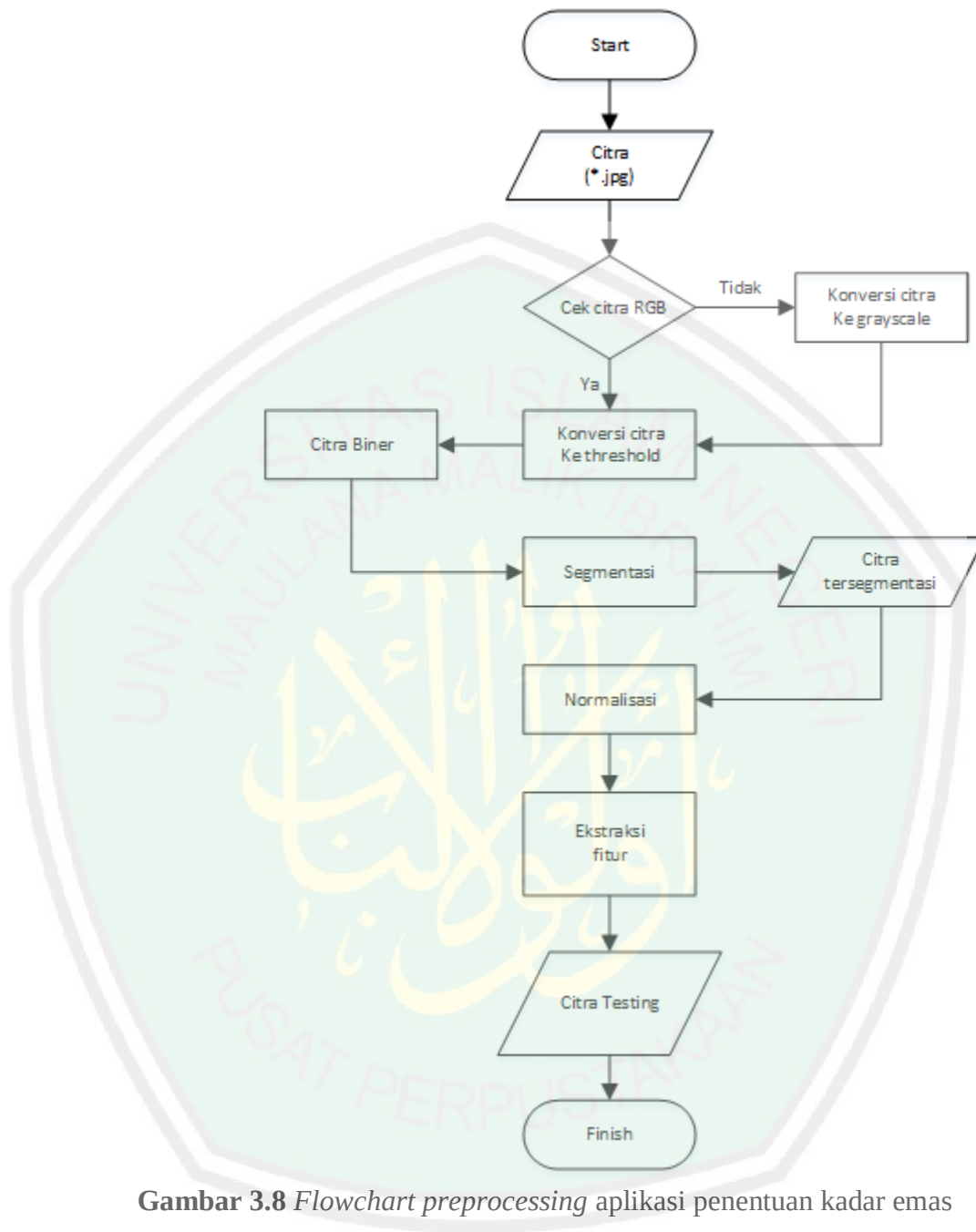
Gambar 3.6 Flowchart Pengenalan LCD Neraca

- b. *Flowchart template matching dan Interpolasi Lagrange* pada aplikasi penentuan kadar emas secara global

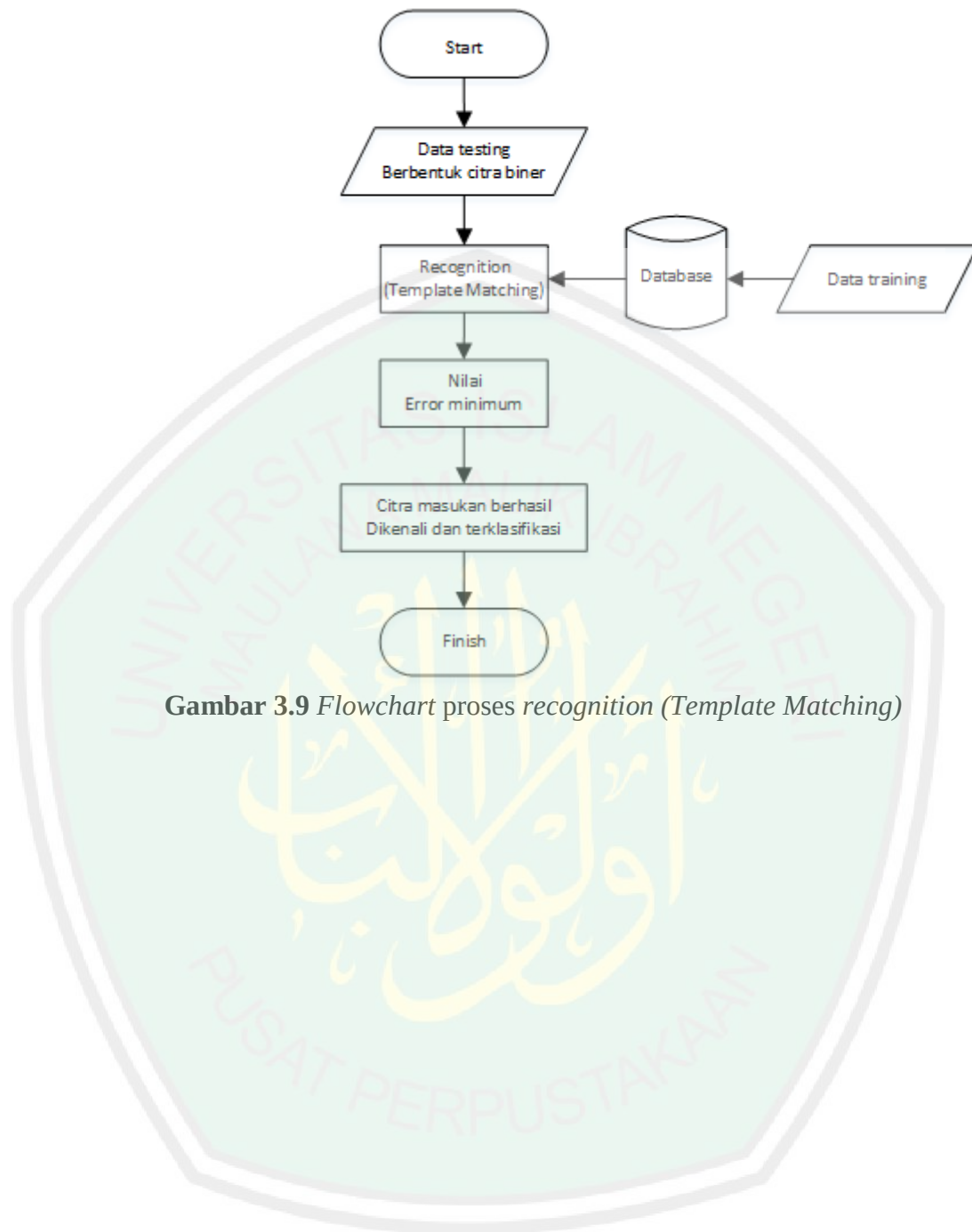


Gambar 3.7 *Flowchart template matching dan Interpolasi Lagrange* pada aplikasi penentuan kadar emas secara global

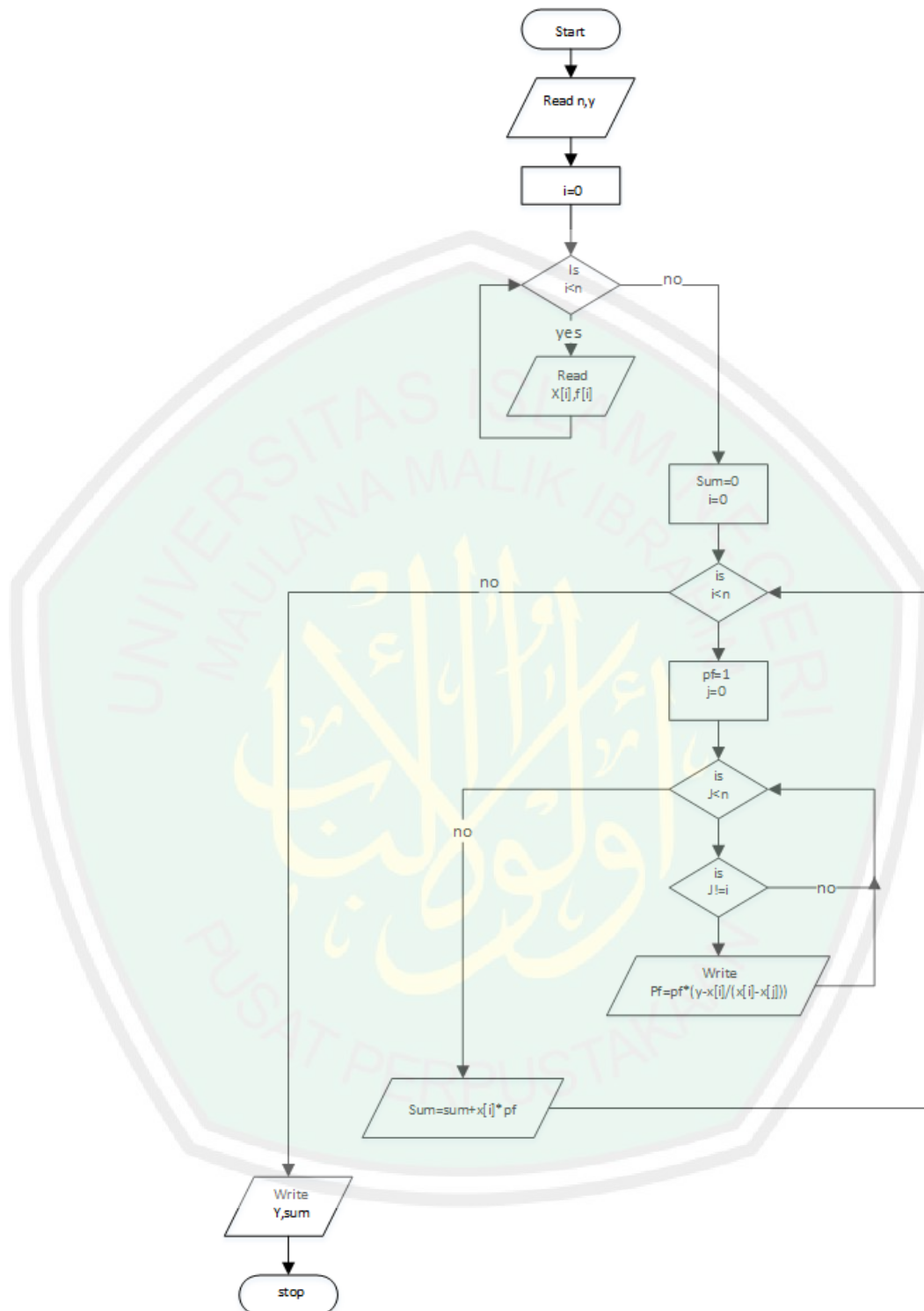
c. *Flowchart preprocessing*



Gambar 3.8 *Flowchart preprocessing* aplikasi penentuan kadar emas

d. Flowchart recognition (*template matching*)**Gambar 3.9** Flowchart proses recognition (*Template Matching*)

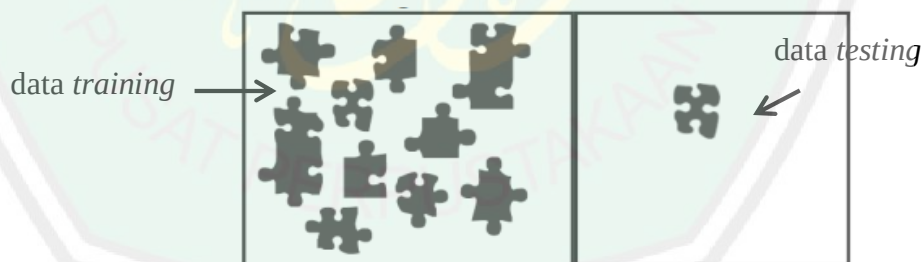
e. Flowchart Interpolasi Lagrange



Gambar 3.10 Flowchart Interpolasi Lagrange

3.9 Perancangan Metode *Template Matching*

Didalam ilmu pengolahan citra digital terdapat sebuah teknik sederhana yang biasa digunakan dalam mengklasifikasikan sebuah objek citra melalui pelacakan titik-titik ciri khas (*key point*) menggunakan bagian yang terdapat pada citra tersebut, teknik ini dinamakan dengan *template matching*. Cara kerjanya dengan membandingkan suatu citra masukan (*data testing*) yang memiliki pola *template* tertentu akan dibandingkan dengan data yang ada di basisdata (*data training*), kemudian menghitung seberapa banyak kesamaan titik atau ciri-ciri tersebut menggunakan aturan tertentu. Langkah ini akan dilakukan terus menerus sampai seluruh citra (*data training*) selesai dibandingkan dengan citra masukan (*data testing*). Hasil dari pencocokan citra dengan tingkat kemiripan yang nilainya paling tinggi atau nilai *error minimum* yang paling kecil antara citra masukan (*data testing*) dengan citra *template* (*data training*) yang ada didatabase menentukan bahwa citra tersebut merupakan citra *template* yang paling sesuai dengan citra masukan.



Gambar 3.11 Ilustrasi teknik *template matching*

Tingkat kesesuaian atau kemiripan *data testing* dengan *data training* dapat dihitung berdasarkan nilai *error minimum* dengan menggunakan persamaan berikut (Dewi, Kesiman, & Sunarya, 2014) :

$$\text{Min } e = \sum (I_{x,y} - T_{x,y})^2$$

Keterangan :

I = Pola pixel data *testing* yang akan di bandingkan

T = Pola pixel data *training* yang menjadi acuan

3.9.1 File Input

File inputan berupa data *capture* yang merupakan proses konversi yang di ambil dari suatu dokumen (hardcopy) menjadi suatu gambar atau citra digital. Proses konversi ini membutuhkan bantuan sebuah alat seperti kamera. File input pada aplikasi ini berupa citra neraca yang terdiri dari angka 0-9 dengan ber format *.jpg.



Gambar 3.12 Data *capture* berupa citra neraca

3.9.2 Preprocessing

Preprocessing merupakan proses awal untuk melakukan perbaikan pada suatu citra agar dapat menghilangkan *noise* atau bagian-bagian yang tidak diperlukan sehingga dapat melanjutkan ke proses berikutnya. Beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam proses *preprocessing* adalah binerisasi, segmentasi, normasisasi serta tambahan ekstrakti fitur.

a. Analisis Citra Neraca

Analisis citra berupa data gambar yang diperoleh dari pengambilan gambar LCD timbangan menggunakan kamera. Data citra tersebut selanjutnya dibedakan dalam folder yang berbeda. Jumlah keseluruhan data yang akan digunakan dalam penelitian sebesar 100 citra dengan penjabaran masing-masing angka 10 citra. Data citra tersebut kemudian akan ditangkap sebagai objek citra *display* neraca atau bukan. Untuk itu citra dibinerkan terlebih dahulu, kemudian setiap citra biner yang terkoneksi dikelompokkan 1 per 1 dan diberi tanda dengan angka. Komputer bisa menangkap objek salah satu caranya adalah menggunakan program kecerdasan buatan. Program diharapkan bisa secepat mungkin menangkap citra *display* neraca. Untuk itu disini dipilih program kecerdasan buatan dengan metode SVM (*Support Vector Machine*). SVM membutuhkan data pembelajaran. Untuk itu program ini digunakan untuk menangkap citra *display*. Selanjutnya fitur citra *display* diekstraksi, lalu fitur citra *display* dan fitur bukan *display* disimpan didalam file excel secara manual didalam sheet yang berbeda. Perbedaan kontras antara citra biner *display* dan yang citra objek lain salah satunya adalah ukuran objek (Panjang dan Lebar), serta rasio antara luas citra bernilai 1 dengan luas kotak penangkap citra objek secara keseluruhan $R = (\text{jumlah citra bernilai 1}) / (\text{luas kota penangkap objek})$. Berikut Source Codenya:

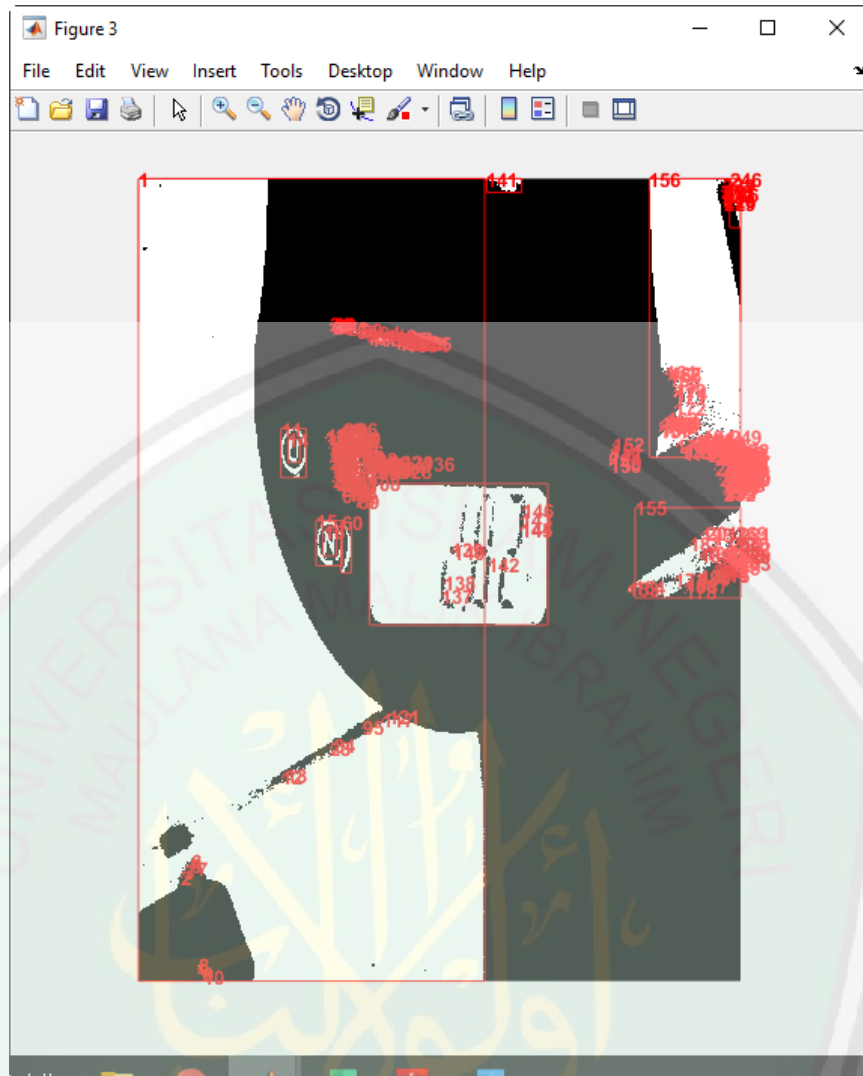
```

currentdir=fileparts(which('PP1_analisiscitra neraca.m'));
folder1=strcat(currentdir, '\DATA\700\');
%folder1=strcat(currentdir, '\Fitur tambahan\');
content=dir(strcat(folder1, '*.jpg'));
N=length(content);
%Images={ [] };
Mnew=800; Nnew=600;

tunggul=waitbar(0, 'Loading images. Please wait');
for n=1:N
    I=imread(strcat(folder1, content(n,1).name));
    I=imresize(I, [Mnew, Nnew]);
    Ig=rgb2gray(I);
    level = graythresh(Ig);
    BW = im2bw(Ig, level);
    [label, total]=bwlabel(BW, 8);
    Sdata=regionprops(label, 'BoundingBox');
    figure; imshow(BW);
    Datatrainloop=[];
    for i=1:total
        MAP=Sdata(i).BoundingBox;
        IC=imcrop(BW, MAP);
        AIC=sum(IC(:));
        AMAP=MAP(3)*MAP(4);
        ARAT=AIC/AMAP;
        Fitur=[MAP(3), MAP(4), ARAT];
        Datatrainloop=[Datatrainloop; Fitur];
        rectangle('position', MAP, 'edgecolor', 'r');
        text(MAP(1), MAP(2)-1, num2str(i), 'color', 'r', 'fontweight', 'bold')
    end
    Datatrain{n,1}=Datatrainloop;
    waitbar(n/N)
end
close(tunggul)

```

Gambar 3.13 Source Code Analisis Citra Neraca



Gambar 3.14 Labelling

b. Training SVM

Tujuan dari program ini adalah untuk mengklasifikasikan citra yang merupakan objek display neraca dengan objek yang bukan display neraca menggunakan metode SVM. Data di load dari excel yang sebelumnya telah diinputkan secara manual berdasarkan hasil program sebelumnya. Berikut source codenya :

```

Data1=xlsread('Data Neraca Bukan Neraca.xlsx',1);
Data0=xlsread('Data Neraca Bukan Neraca.xlsx',2);
T1=ones(length(Data1),1);
T0=zeros(length(Data0),1);

X=[Data1;Data0];
T=[T1;T0];

[~,N]=size(X);
[p1,p2,Nkombinasi]=kombinasifcn(N);
vars{1}='Panjang (horizontal)'; vars{2}='Lebar (vertikal)';
vars{3}='Rasio Luas';
wb=waitbar(0,'mohon tunggu...');
for n=1:Nkombinasi
    figure;

    SVMSTRUCTS{n,1}=svmtrain([X(:,p1(n)),X(:,p2(n))],T,'kernel_func
tion','rbf','rbf_sigma',0.1,'showplot','true');
    legend('Bukan Neraca','Neraca','Support Vectors')
    xlabel(vars{p1(n)})
    ylabel(vars{p2(n)})
    waitbar(n/Nkombinasi)
end
close(wb)

currentdir=fileparts(which('PP2_Training1_svmneraca.m'
save(strcat(currentdir,'\svmstructsneraca.mat'),'SVMSTRUCTS'))

```

Gambar 3.15 Source Code Training

c. Grayscale

Proses mengkonversikan citra RGB menjadi citra keabu-abuan. Citra *grayscale* memiliki tingkat kedalaman warna 8-bit dengan 256 kombinasi warna keabuan, dimana nilai 0 direpresentasikan dengan warna hitam sempurna dan nilai 255 direpresentasikan dengan warna putih. Untuk mengkonversikan citra RGB 24-bit hingga menjadi citra *grayscale* dengan menggunakan persamaan sederhana.

$$\text{Grayscale} : \frac{R + G + B}{3}$$

Atau yang biasa digunakan yaitu :

$$\text{Grayscale} : 0.2989 \cdot R + 0.5870 \cdot G + 0.1140 \cdot B$$

Keterangan :

Grayscale = nilai intensitas citra *grayscale*

R = nilai intensitas pixel pada kanal merah

G = nilai intensitas pixel pada kanal hijau

B = nilai intensitas pixel pada kanal biru

Contoh :



Terdapat sebuah citra angka dengan nilai angka 1

R = 45, G = 67, B = 227. Sedangkan *background*-nya

R = 238, G = 198, B = 26. Kemudian di konversikan ke citra *grayscale* sebagai berikut :

$$\text{Grayscale Angka 1} = \frac{R + G + B}{3} = \frac{45 + 67 + 227}{3} = \frac{339}{3} = 112$$

$$\text{Grayscale background} = \frac{R + G + B}{3} = \frac{238 + 198 + 26}{3} = \frac{462}{3} = 154$$

d. Binerisasi

Citra *thresholding* adalah sebuah proses citra digital yang hanya mempunyai 2 kemungkinan nilai pixel atau nilai intensitas warna yakni hitam (0) atau putih (1). Proses ini bertujuan untuk mengubah nilai suatu citra menjadi nilai biner dan untuk

menghilangkan *noise* dari citra. Selain itu, proses ini juga bisa digunakan sebagai pemisah antara *foreground* dengan *background* dari suatu citra.

Citra *grayscale* dapat dikonversikan menjadi citra biner dengan melalui proses *thresholding*. Didalam proses *thresholding* dibutuhkan suatu nilai *threshold* sebagai nilai pembatas konversi. Jika nilai intensitasnya lebih rendah dari nilai *thresholding* maka akan dikonversikan dengan nilai 0 atau berwarna hitam, tetapi jika nilai intensitasnya diatas atau sama dengan nilai *thresholding*-nya maka nilainya akan dikonversikan menjadi 1 atau berwarna putih. Jadi pada citra binet, untuk *background* akan diwakilkan dengan warna putih dan objek akan diwakilkan dengan warna hitam. Pada aplikasi pembelajaran bahasa isyarat ini nilai intensitas *thresholding* yang digunakan yakni 127.

$$f(\text{thresholding}) = \begin{cases} 1, & \text{jika } \text{pixel} \leq 127 \\ 0, & \text{jika } \text{pixel} > 127 \end{cases}$$

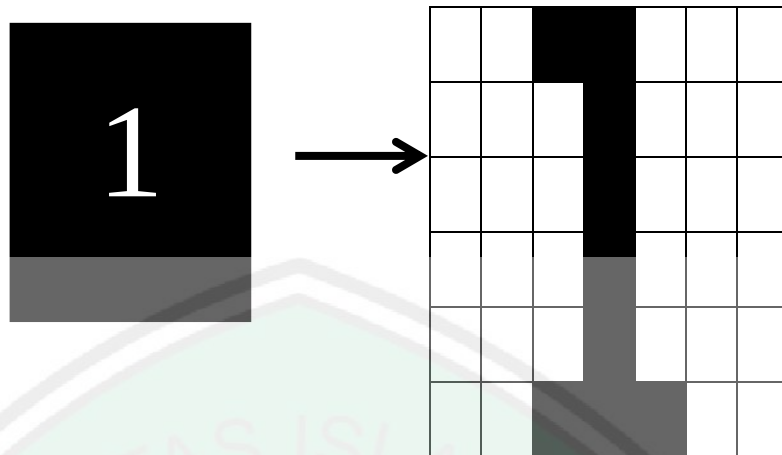
Keterangan :

$f(\text{thresholding})$ = Nilai pixel hasil *thresholding*

pixel = Nilai pixel yang telah dilakukan proses *grayscale*

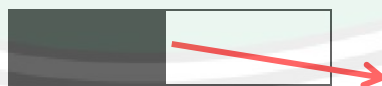
Contoh :

Jika sebuah citra *grayscale* memiliki pixel bernilai 112 untuk angka 1 dan bernilai 154 untuk *background*, jika akan dikonversikan kedalam citra biner maka akan bernilai 1 untuk citra angka 1 karena nilai *grayscale*-nya lebih rendah dari nilai intensitas *thresholding* yaitu 127 dan bernilai 0 untuk citra *background* karena nilai *grayscale*-nya lebih dari nilai intensitas *thresholding* yaitu 127.



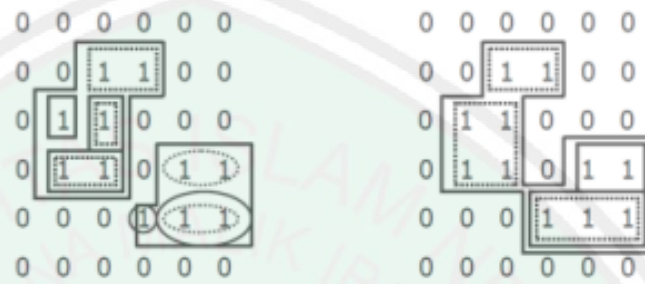
3.9.3 Segmentasi

Untuk mendapatkan area objek sesuai dengan yang diharapkan pada suatu citra, maka perlu adanya proses memisahkan antara area objek dengan *background* atau latar belakangnya menggunakan proses segmentasi. Jadi, tujuan dari proses segmentasi adalah untuk mengumpulkan *pixel-pixel* objek menjadi wilayah yang merepresentasikan suatu objek (Rohpandi, Sugiharto, & Winara, 2015). Setelah proses binerisasi, maka batas antara objek dengan latar belakangnya akan terlihat dengan jelas yaitu latar belakang berwarna hitam dan objek berwarna putih. Pertemuan *pixel* hitam dan *pixel* putih di modelkan dengan segmen garis. Pembuatan deretan keputusan untuk bergerak lurus, belok kanan dan belok kiri dapat ditelusuri dengan melihat batas wilayah tersebut.



Batasan wilayah atau segmen garis.

Beberapa proses segmentasi yang terdiri dari segmentasi baris dan segmentasi karakter. Untuk segmentasi karakter menggunakan metode *Connected component analysis*. Cara kerja metode *Connected component analysis* dengan memeriksa intensitas *pixel* disekitar *pixel* yang sedang dianalisis. Ilustrasi metode metode *Connected component analysis* dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3.16 Metode connected component analysis

```

currentdir=fileparts(which('PP3_Segmentasi.m'));
folder1=strcat(currentdir,'\DATA\Angka\');
folderfiturtambahan=strcat(currentdir,'\Fiturtambahan\');
contenttambahan=dir(strcat(folderfiturtambahan,'\*.jpg'));
if isempty(contenttambahan)==0
    wbdel=waitbar(0,'Deleting fitur tambahan...');
    LCT=length(contenttambahan);
    for j=1:LCT

delete(strcat(folderfiturtambahan,contenttambahan(j).name))
        waitbar(j/LCT)
    end
    close(wbdel)
end
content1=dir(folder1);
content1([1;2])=[];
SVMSTRUCTSload=load(strcat(currentdir,'\svmstructsneraca.mat')
);
SVMSTRUCTS=SVMSTRUCTSload.SVMSTRUCTS;
NSVM=length(SVMSTRUCTS);
[p1,p2,Nkombinasi]=kombinasifcn(NSVM);
fitursimpan=[];
wbmain=waitbar(0,'Main
progress...','position',[377.25,400,270,56.25]);
LCONTENT=length(content1);
for d=1:LCONTENT
    folder2=strcat(folder1,content1(d).name,'\');
    content=dir(strcat(folder2,'\*.jpg'));
    N=length(content);
    Mnew=800; Nnew=600;

    tunggu1=waitbar(0,'Loading images. Please wait');
    for n=1:N
        I=imread(strcat(folder2,content(n,1).name));
        I=imresize(I,[Mnew,Nnew]);
        Ig=rgb2gray(I);
        level = graythresh(Ig);
        BW = im2bw(Ig,level);
        [label,total]=bwlabel(BW,8);
        Sdata=regionprops(label,'BoundingBox');
        Y=[];
        for i=1:total
            MAP=Sdata(i).BoundingBox;
            IC=imcrop(BW,MAP);
            AIC=sum(IC(:));
            AMAP=MAP(3)*MAP(4);
            ARAT=AIC/AMAP;
            Fitur=[MAP(3),MAP(4),ARAT];
            for s=1:NSVM
YSVM(s)=svmclassify(SVMSTRUCTS{s,1},[Fitur(p1(s)),Fitur(p2(s))
]);
                end
                Y=[Y,mode(YSVM)];
            end
        end
        neracaidx=find(Y==1);
        if isempty(neracaidx)==0 && length(neracaidx)==1
            MAPY=Sdata(Y==1).BoundingBox;
            Iseg1=imcrop(I,MAPY);

```

```

imwrite(Iseg1, strcat(currentdir, '\Segmentasi\image', num2str(d)
, '-', num2str(n), '.jpg'))
    else
        imwrite(I, strcat(currentdir, '\Fiturtambahan\image', num2str(d),
        '-', num2str(n), '.jpg'))
    end
    waitbar(n/N)
end
close(tunggu1)
waitbar(d/LCONTENT)
end
close(wbmain)

```

Gambar 3.17 Source Code Segmentasi

a. Capture Angka

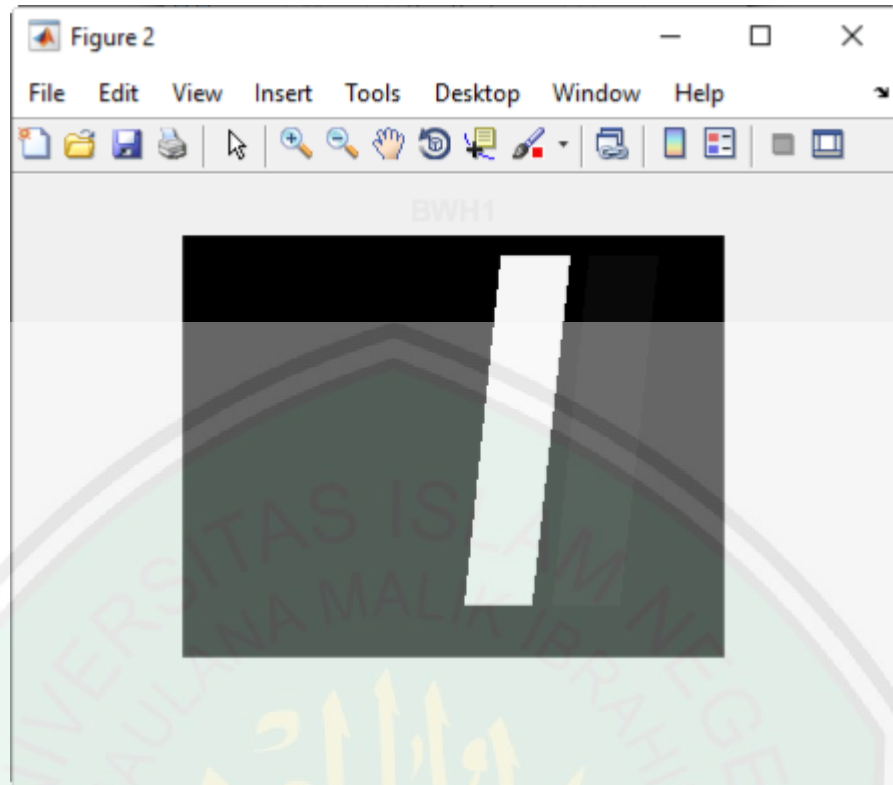
Tujuan Program ini adalah untuk mensegmentasi angka setiap digit dari citra display neraca tersegmentasi didalam folder “Segmentasi”. Proses segmentasi angka dilakukan menggunakan template yang ada di dalam “captureboxes.mat”. “captureboxes.mat” dibuat menggunakan program bernama “captureboxe.m”. Sedangkan gambar template dibuat menggunakan corel draw secara manual. Menggunakan paint juga bisa. Karena sulitnya mengcapture angka secara utuh menggunakan algoritma, maka cara ini diterapkan supaya lebih mudah. Ukuran template kemudian disesuaikan oleh program ini dengan ukuran citra yang akan disegmentasi dan diambil angkanya. Ide ini diambil karena posisi angka dari display neraca tidak akan jauh berubah. Berikut source codenya :

```

currentdir=fileparts(which('PP4_captureangka.m'));
folder1=strcat(currentdir, '\Segmentasi\');
content=dir(strcat(folder1, '*.jpg'));
L=length(content);
captureload=load(strcat(currentdir, '\captureboxes.mat'));
BWH=captureload.templatebox.BWH;
BWV=captureload.templatebox.BWV;
clear('captureload')
WB=waitbar(0, 'Please wait');
for n=1:L
    I=imread(strcat(folder1, content(n).name));
    level=graythresh(I);
    BW=im2bw(I, level);
    Noisel=imfill(BW, 'holes');
    Object1=~BW.*Noisel;
    [M,N]=size(Object1);
    if M>N
        [MC,NC]=size(BWV{1,1});
        Obj=imresize(Object1, [MC NC]);
        for i=1:5
            sdata=regionprops(BWV{i,1}, 'BoundingBox');
            objcap=Obj.*BWV{i,1};
            digit=imcrop(objcap, sdata.BoundingBox);
        end
        imwrite(digit, strcat(currentdir, '\Digit\d', num2str(n), '-
        ', num2str(i), '.jpg'));
    else
        [MC,NC]=size(BWH{1,1});
        Obj=imresize(Object1, [MC NC]);
        for i=1:5
            sdata=regionprops(BWH{i,1}, 'BoundingBox');
            objcap=Obj.*BWH{i,1};
            digit=imcrop(objcap, sdata.BoundingBox);
        end
        imwrite(digit, strcat(currentdir, '\Digit\d', num2str(n), '-
        ', num2str(i), '.jpg'));
    end
    waitbar(n/L)
end
close(WB)

```

Gambar 3.18 Source Code Capture Angka



Gambar 3.19 Salah satu *capture Box*

b. KNN

Cara kerja dari interpolasi *Nearest Neighbour* ini yaitu nilai piksel diambil dari piksel asal yang paling dekat dengan koordinat hasil perhitungan transformasi spasial. Berikut contoh memperbesar *size* gambar menggunakan metode interpolasi

Nearest Neighbour. Misalkan piksel sebuah gambar adalah $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ untuk

mengubah piksel tersebut menjadi 3x5 dapat dilihat ilustrasinya gambar 3.13.

0	10	21	35	03	00
0	40	54	62	06	00
0	70	87	98	09	00

Gambar 3.20 Ilustrasi metode *Interpolasi Nearest Neighbour*

Pertama yang harus dilakukan adalah menambah zero matrik pada kolom pertama dalam kolom kedua sehingga menjadi $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 0 & 4 & 5 \\ 0 & 7 & 8 \end{bmatrix}$ kemudian kolom

selanjutnya berisi kolom kedua dari matrik asal sehingga menjadi

$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & 0 & 5 & 4 \\ 0 & 7 & 0 & 8 & 7 \end{bmatrix}$ kemudian kolom selanjutnya adalah kolom ketiga dari matrik

asal sehingga menjadi $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 & 1 & 3 \\ 0 & 4 & 0 & 5 & 4 & 6 \\ 0 & 7 & 0 & 8 & 7 & 9 \end{bmatrix}$. Untuk kolom selanjutnya diisi

dengan kolom ketiga dari kiri dan kolom keempat dari kiri sampai akhirnya kembali pada kolom terakhir dari matriks asal. Kemudian dari bari matriks tersebut diambil

matriks kolom yang ganjil sehingga menjadi $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 4 & 5 & 6 \\ 0 & 0 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$.

Data *image* dimasukkan sebagai data input, selain itu mengambil Panjang, lebar dan tinggi dari *image* tersebut. Kemudian mengkalikan nilai lebar dengan nilai baris yang telah diinputkan dan mengkalikan nilai panjang dengan nilai kolom yang telah diinputkan. Menjadikan nilai zero atau 0 pada tiap baris dan kolom setelah di *resize*. Menjadikan tiap baris dan kolom yang telah di *resize* dengan nilai 0 menjadi nilai baris dan kolom tetangga. Proses akan berulah sesuai baris dan kolom yang diinputkan.

Tujuan program ini adalah untuk membuat database KNN yang nantinya bisa dipanggil di GUI untuk mendeteksi setiap angka dari citra display neraca. Citra angka terlebih dahulu di *resize* dengan ukuran 50x38 atau 38x50 tergantung orientasi citranya. Fitur yang digunakan untuk mendeteksi angka antara lain: orientasi (vertical = 1, horizontal = -1), jumlah seluruh piksel citra secara vertical,

dan jumlah seluruh piksel citra secara horizontal. Target pembelajaran juga disertakan dalam database. Database disimpan dalam format double, yang mana nanti untuk kategori bukan angka akan bernilai Nan. Berikut source codenya:

```
currentdir=fileparts(which('PP5_Digit_for_KNN.m'));
folderdatabase=strcat(currentdir,'\Database Digit\');
contentdb=dir(folderdatabase);
contentdb([1;2])=[];
Database=[];

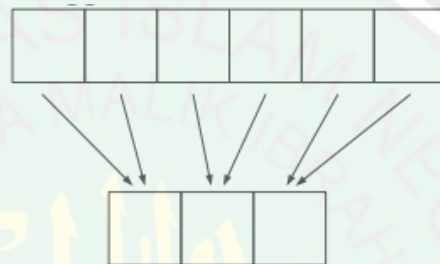
Mnew=50;
Nnew=38;
NC=length(contentdb);
wb=waitbar(0,'Sedang mengekstraksi fitur...');
for n=1:NC
    foldernum=strcat(folderdatabase,contentdb(n).name,'\');
    contentnum=dir(strcat(foldernum,'*.jpg'));
    Nnum=length(contentnum);
    T=str2double(contentdb(n).name);
    for i=1:Nnum
        I=imread(strcat(foldernum,contentnum(i).name));
        [M,N]=size(I);
        if M>N
            I=imresize(I,[Mnew,Nnew]);
            ORI=1;
        else
            I=imresize(I,[Nnew,Mnew]);
            ORI=-1;
        end
        level=graythresh(I);
        IB=im2bw(I,level);
        IB=double(IB);
        sum1=sum(IB,1);
        sum2=sum(IB,2);
        Database=[Database;[ORI,sum1,sum2',T]];
    end
    waitbar(n/NC)
end
close(wb)
save(strcat(currentdir,'\DatabaseAngka.mat'),'Database')
```

Gambar 3.21 Source Code Digit KNN

3.9.4 Normalisasi

Tujuan normalisasi untuk menyesuaikan data citra masukan (data *testing*) dengan data citra yang ada didalam database (data *training*). Salah satu proses normalisasi pada citra yang paling sederhana adalah dengan normalisasi ukuran

citra. Pada aplikasi penentuan kadar emas proses pengenalan pola menggunakan implementasi algoritma *template matching*, ukuran data citra masukan (data *testing*) harus disesuaikan dengan data citra yang ada didalam database (data *training*). Dengan menormalisasikan ukuran citra akan mengurangi resolusi citra yang gunanya pada saat proses pengenalan citra dan juga dapat meningkatkan nilai akurasi pengenalan. Tahapan normasilasi yang dilakukan adalah proses penskalaan terhadap citra agar citra mempunyai resolusi yang konsisten.

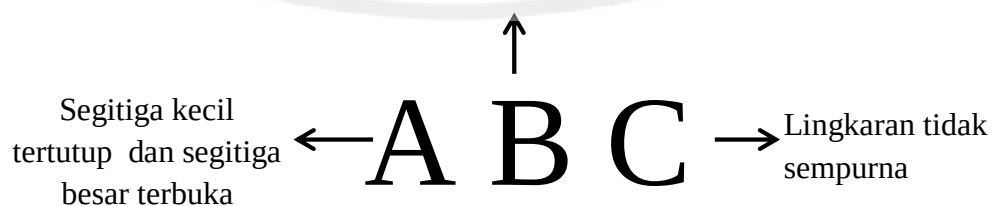


Gambar 3.22 Ilustrasi perubahan ukuran *pixel*

3.9.5 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur (*feature extraction*) adalah salah satu cara untuk mengenali suatu objek dengan cara melihat ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh objek tersebut. *Feature extraction* bertujuan untuk dapat melakukan perhitungan dan perbandingan yang hasilnya dapat dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan ciri-ciri yang dimiliki oleh setiap citra.

Tidak ada fitur terbuka dan
terdiri dari dua lingkaran



Gambar 3.23 Ilustrasi ekstraksi fitur

Ilustrasi ekstraksi fitur huruf ABC merupakan ilustrasi citra karakter dengan melihat ciri-ciri khususnya. Ciri-ciri citra yang sudah didapatkan kemudian akan disimpan kedalam *database*. Lalu menganalisa citra masukan yang dibandingkan dengan didasarkan pada ciri-ciri khusus citra tersebut. Ciri-ciri yang dimiliki oleh citra masukan akan diklasifikasi terhadap ciri-ciri citra *template*.

3.9.6 Recognition

Proses *recognition* dilakukan dengan implementasi metode *template matching*. Cara kerjanya dengan membandingkan suatu citra masukan (data testing) yang memiliki pola *template* tertentu akan dibandingkan dengan data yang ada di basisdata (data *training*), kemudian menghitung seberapa banyak kesamaan titik atau ciri-ciri tersebut menggunakan aturan tertentu. Langkah ini akan dilakukan terus menerus sampai seluruh citra (data *training*) selesai dibandingkan dengan citra masukan (data *testing*). Hasil dari pencocokan citra dengan tingkat kemiripan yang nilainya paling tinggi atau nilai *error minimum* yang paling kecil antara citra masukan (data *testing*) dengan citra *template* (data *training*) yang ada di database menentukan bahwa citra tersebut merupakan citra *template* yang paling sesuai dengan citra masukan.

Jarak *Euclidean* adalah perhitungan jarak dari dua buah titik dalam *Euclidean space*, diperkenalkan oleh seorang matematikawan dari Yunani. Untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. *Euclidean* ini biasanya diterapkan pada dua dimensi dan tiga dimensi. Tapi juga sederhana jika diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi.

Jarak *Euclidean* merupakan jarak yang paling umum yang digunakan untuk data numerik, untuk dua titik data x dan y dalam ruang d -dimensi (Putra D, 2010).

Bentuk umum *Euclidean distance* (d) dapat diperoleh dengan:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

$$d(x, y) = \sqrt{(y_1 - x_1)^2 + (y_2 - x_2)^2 + \dots + (y_n - x_n)^2} \quad (3.1)$$

Pada dua dimensi, misalkan ada 2 titik koordinat (x_{11}, x_{21}) dan (x_{12}, x_{22}) , maka dapat diketahui jarak *Euclidean* (d) tersebut seperti contoh berikut:

$$d(P_1, P_2) = \sqrt{(x_{21} - x_{11})^2 + (x_{22} - x_{12})^2}$$

Atau bisa dibentuk juga persamaan

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

(3.2)

Keterangan:

d_{ij} = jarak *Euclidean* objek data ke- i dan objek data ke- j

m = banyaknya peubah/parameter yang digunakan

x_{ik} = objek data ke- i pada peubah ke- k

x_{jk} = objek data ke- j pada peubah ke- k

Proses yang dilakukan dengan membandingkan kedekatan nilai jarak dari dua buah variable yaitu citra uji dan citra acuan untuk mencari nilai jarak dekat.

Hasil perhitungan yang digunakan sebagai perbandingan adalah nilai yang paling kecil (jarak yang paling dekat). Berikut source codenya:

```
function [Y]=knn(uji,datafitur,K)

[M,N]=size(datafitur);
fitur=datafitur(:,1:N-1);
target=datafitur(:,N);

if K>0.5*M;
    K=round(0.5*M);
end
for i=1:M
    for j=1:N-1
        Dj(1,j)=(uji(j)-fitur(i,j))^2;
    end
    sumDj=sum(Dj);
    D(i,1)=sqrt(sumDj);
end

if K==1
    minD=find(D==min(D));
    Y=target(minD(1,1));
else
    DK=[D,target];
    DKs=sortrows(DK,1);
    Y=mode(DKs(1:K,2));
end
```

Gambar 3.24 Source Code recognition

3.9.7 Interpolasi Lagrange

Interpolasi adalah proses menemukan dan mengevaluasi fungsi yang grafiknya melewati himpunan titik-titik yang diberikan. Interpolasi digunakan untuk memperkirakan suatu fungsi hanya dengan data-data yang telah diketahui. Pada subbab ini akan dibahas *Interplasi Lagrange* atau dikenal juga dengan nama Polinom Lagrange. Misalkan kita merumuskan polinomial interpolasi linier sebagai rata-rata tertimbang dari dua nilai yang kita hubungkan dengan garis lurus:

$$f(x) = L_1f(x_1) + L_2f(x_2) \quad (3.3)$$

Dimana L adalah koefisien bobot. Adalah logis bahwa koefisien pembobotan pertama adalah garis lurus yang sama dengan 1 di x_1 dan 0 di x_2 :

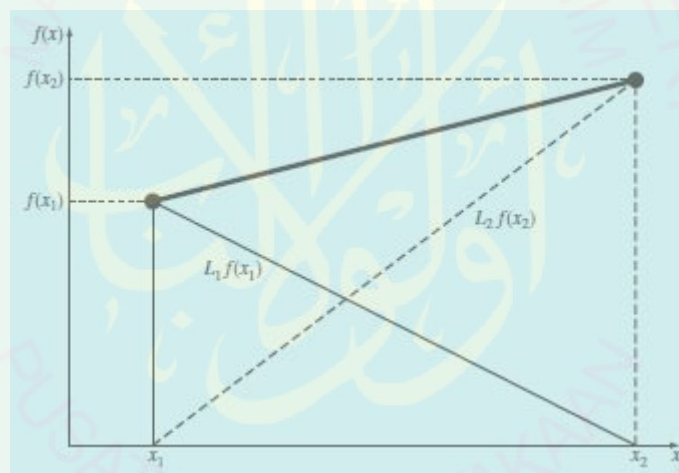
$$L_1 = \frac{x - x_2}{x_1 - x_2}$$

Demikian pula, koefisien kedua adalah garis lurus yang sama dengan 1 pada x_2 dan 0 di x_1 :

$$L_2 = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

Mengganti koefisien ini menjadi seperti persamaan 3.3 menghasilkan garis lurus yang menghubungkan pada gambar

$$f_1(x) = \frac{x - x_2}{x_1 - x_2} f(x_1) + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} f(x_2) \quad (3.4)$$



Gambar 3.25 Grafik persamaan 3.3

Dimana nomenklatur $f_1(x)$ menunjuk bahwa ini adalah orde pertama polinomial. Persamaan 3.4 disebut sebagai linear Lgrange interpolasi polinomial. Strategi yang sama dapat digunakan agar sesuai dengan parabola melalui tiga poin. Untuk kasus ini tiga parabola akan digunakan dengan masing-masing melewati salah satu poin dan setara nol di dua lainnya. Jumlah mereka kemudian akan

mewakili parabola unik yang menghubungkan tiga poin. Seperti urutan kedua Lagrange interpolasi polinomial dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_3(x) = \frac{(x-x_2)(x-x_3)}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)}f(x_1) + \frac{(x-x_1)(x-x_3)}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)}f(x_2) + \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_3-x_1)(x_3-x_2)}f(x_3) \quad (3.5)$$

Perhatikan bagaimana istilah pertama adalah sama dengan $f(x_1)$ di x_1 dan sama dengan nol di x_2 dan x_3 . Yang lain istilah bekerja dengan cara yang sama. Kedua pertama dan kedua orde versi serta Higher order Lagrange polinomial dapat diwakili secara ringkas sebagai:

$$f_{n-0}(x) = \sum_{i=0}^n L_i(x)f(x_i) \quad (3.6)$$

Dimana

$$L_i(x) = \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

Dimana n = jumlah titik data dan $\prod$ menunjuk pada produk.

Proses yang dilakukan untuk mencari 3 nilai terdekat penentuan kadar emas pada metode interpolasi lagrange. Berikut source codenya:

```
function yint = Lagrange(x,y,xx)
n = length(x);
if length(y)~=n, error('x and y must be same length'); end
s = 0;
for i = 1:n
product = y(i);
for j = 1:n
if i ~= j
product = product*(xx-x(j))/(x(i)-x(j));
end
end
s = s+product;
end
yint = s;
```

Gambar 3.26 Source Code Interpolasi Lagrange

3.10 Evaluasi dan Validasi Data

Hasil dari implementasi metode *template matching* dan *interpolasi lagrange* pada aplikasi penentuan kadar emas nantinya akan terdapat sebuah *rule*. *Rule* yang di hasilkan akan di pergunakan sebagai landasan prediksi nilai yang akan keluar. Agar diketahui seberapa akuratnya hasil prediksi yang akan dilakukan maka sebelum *rule* tersebut dibentuk, terlebih dahulu *rule* tersebut dievaluasi dan divalidasi dengan menggunakan perhitungan *Relative Error Percentage*.

Kesalahan numeric muncul dari penggunaan perkiraan untuk mewakili operasi matematis yang tepat dan kuantitas. Untuk kesalahan seperti itu, hubungan antara yang tepat, atau benar, hasil dan perkiraan dapat dirumuskan sebagai

$$\text{True Value} = \text{Approximation} + \text{Error} \quad (3.7)$$

Dengan mengatur persamaan 4.1, kita menemukan bahwa kesalahan numeric sama dengan perbedaan antara kebenaran dan perkiraan

$$E_t = \text{True value} - \text{Approximation} \quad (3.8)$$

Dimana E_t digunakan untuk menetapkan nilai kesalahan yang tepat. Subskrip t disertakan untuk menetapkan bahwa ini adalah kesalahan yang benar. Hal ini berbeda dengan kasus lain, seperti yang dijelaskan, mana perkiraan memperkirakan galat harus digunakan. Perhatikan bahwa kesalahan yang benar umumnya dinyatakan sebagai nilai absolut dan disebut sebagai kesalahan absolut. *Abshortcoming* definisi ini adalah bahwa hal itu tidak memperhitungkan urutan besarnya nilai di bawah pemeriksaan. Sebagai contoh, sebuah kesalahan sentimeter jauh lebih signifikan jika kita mengukur paku keeling daripada jembatan. Salah satu cara untuk memeperhitungkan besaran jumlah yang dievaluasi adalah untuk menormalkan kesalahan ke nilai sebenarnya, seperti dalam

$$\text{True Fractional Relative Error} = \frac{\text{True value} - \text{Approximation}}{\text{True Value}}$$

Kesalahan relative juga dapat dikalikan dengan 100% untuk mengekspresikan sebagai

$$\epsilon_t = \frac{\text{True Value} - \text{Approximation}}{\text{True Value}} 100\% \quad (3.9)$$

Dimana ϵ_t menunjuk kesalahan relatif persen sejati.

3.11 Desain UI (User Interface)

Desain UI yang dibuat berfungsi untuk para pengguna dalam sistem. Form-form yang dirancang meliputi konsep interaksi manusia dengan komputer dimana seorang pengguna hanya dapat melihat form untuk mengerti langkah apa yang akan dilakukan selanjutnya dalam penggunaan sistem.

3.11.1 Desain Form Utama

Form utama merupakan form yang pertama tampil saat aplikasi pertama kali dijalankan. Form ini memiliki nama home.fig. Halaman depan akan mengenalkan judul aplikasi serta tombol untuk input citra, axes, dan beberapa text box untuk memunculkan hasil.

Main_Program_GUI_Citra_Neraca_Emas

Program Pengukur Kadar Emas Berbasis Citra Angka Neraca

Neraca 1

Upload

0

Neraca 2

Upload

0

T1/T2 = 0 Persen = 0 Kadar emas = 0 Reset

Gambar 3.27 Form utama

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai langkah-langkah dalam uji coba, hasil percobaan dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan. Hasil dari uji coba penelitian yang telah dilakukan ini merupakan output dari sistem penentuan kadar emas. Proses yang digunakan pada penelitian ini meliputi proses *training* dan proses *testing* atau pengujian sistem. Melalui penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan serta memberi kemudahan bagi pedagang perhiasan emas dalam mengetahui kadar emas mulai yang paling banyak campuran logam lain hingga murni.

4.1 Prosedur Pengujian

Strategi pengujian dilakukan untuk mengintegrasikan metode yang digunakan dalam penelitian ini ke dalam langkah-langkah terencana yang tersusun rapi sehingga diperoleh hasil uji coba yang dapat diukur tingkat akurasi. Hal terpenting dalam strategi pengujian aplikasi adalah mendeskripsikan langkah-langkah yang akan dipakai sebagai bagian dari proses pengujian. Langkah-langkah ini direncanakan dan kemudian dijalankan sehingga dapat diperoleh nilai yang dibutuhkan untuk mengukur tingkat keberhasilan penelitian.

Berikut adalah beberapa tahapan dalam proses pengujian pada penelitian ini yang dapat diuraikan sebagai berikut:

4.1.1 Persiapan Data

Pada tahap persiapan ini data yang digunakan adalah berupa hasil pengambilan gambar obyek penelitian dalam hal ini adalah citra neraca yang

kemudian disimpan dalam direktori *file* pada perangkat komputer yang akan digunakan untuk pengujian sistem dimana masing-masing data pengujian memiliki karakteristik masing-masing.

Total jumlah data yang digunakan dalam proses pengujian adalah sebanyak 400 citra yang terbagi menjadi 2 kategori yakni, pada proses *training* 100 data angka 0 sampai 9, yang mana masing-masing 10 citra. Selanjutnya 150 data ini juga terdiri dari citra neraca berat sebenarnya dengan massa jenis, yang masing-masing 75 citra neraca berat sebenarnya dan 75 citra neraca massa jenis untuk proses *testing*.

4.1.2 Preproses

Proses ini merupakan tahapan awal dalam mempersiapkan pengolahan data pengujian yang kemudian akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Interpolasi Lagrange*. Secara umum tahapan ini terdiri dari 4 proses yaitu, deteksi citra *display*, Deteksi angka, *Template Matching*, dan yang terakhir perhitungan menggunakan *Interpolasi Lagrange*. Citra digital dalam hal ini adalah data pengambilan gambar LCD neraca yang kemudian di binerisasi, untuk diubah menjadi hitam putih, setelah dibinerisasi kemudian dilabelling lanjut dimapping. Untuk memudahkan itu digunakan metode *Support Vector Machine* (SVM).

Kedua adalah proses deteksi angka dari citra LCD yang ditangkap dari proses sebelumnya dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbour* untuk tujuan pengenalan angka. Pengenalan karakter pada proses ini dilakukan pengenalan terhadap karakter angka yang sudah terpisah melalui proses segmentasi. Masing-masing karakter akan dicocokkan menggunakan metode *K-Nearest Neighbour*

(KNN), yaitu metode yang menggunakan algoritma supervised dimana hasil dari *query instance* yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Classier tidak menggunakan model apapun untuk dicocokkan dan hanya berdasarkan pada memori. Data *training* pada KNN yang digunakan adalah angka 0 sampai 9.

Ketiga adalah proses *template matching* menggunakan perhitungan *Euclidean Distance*. *Euclidean Distance* adalah metode perhitungan dengan mencari nilai selisih terkecil sebagai hasil prediksi terbaik. Pada tahap ini citra sudah diidentifikasi jenisnya dengan membandingkan gambar asli citra secara manual.

Proses terakhir adalah proses perhitungan menggunakan metode *Interpolasi Lagrange*. *Interpolasi Lagrange* adalah untuk mencari harga suatu fungsi pada suatu titik diantara 2 titik yang nilai fungsi pada ke 2 titik tersebut sudah diketahui.

4.2 Hasil Uji Coba

Strategi *training* dan *testing* dilakukan untuk mengintegrasikan metode yang digunakan dalam penelitian ini ke dalam langkah-langkah terencana yang tersusun rapi sehingga diperoleh hasil yang diukur tingkat akurasinya. Yang terpenting dalam strategi pengujian aplikasi adalah mendeskripsikan langkah-langkah yang akan dipakai sebagai bagian dari proses pengujian. Langkah-langkah ini direncanakan dan kemudian dijalankan sehingga dapat diperoleh nilai yang dibutuhkan untuk mengukur tingkat keberhasilan penelitian.

Setelah sistem selesai dirancang, selanjutnya harus diuji tingkat akurasinya sistem dalam mengidentifikasi angka. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh

mana sistem dapat bekerja dalam mendeteksi angka yang sedang diuji, sekaligus sejauh mana dapat menghitung kadar emas. Sub bab ini akan membahas mengenai hasil dari sistem yang telah dirancang dan dibuat. Perincian akan diarahkan kedalam hasil dari proses *training* dan *testing* aplikasi.

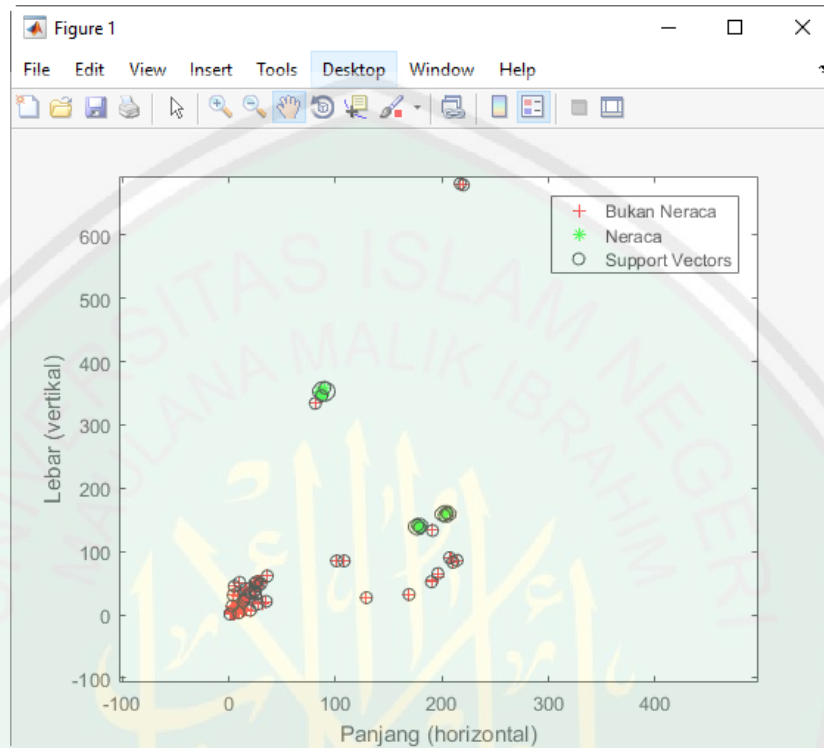
4.2.1 Hasil Proses *Training*

Pada hasil proses *training* SVM akan dilihat pengaruh perubahan sigma pada data *training*, prosentase kesalahan, dan akurasi yang dihasilkan oleh sistem. Dari 100 data yang di *training* untuk masing-masing kelas, diperoleh hasil yang berbeda-beda. Untuk masing-masing variasi terhadap citra data *training display* neraca. Hasil dari proses *training* yang telah dilakukan berdasarkan 3 model sigma dalam dapat dilihat pada Tabel berikut:

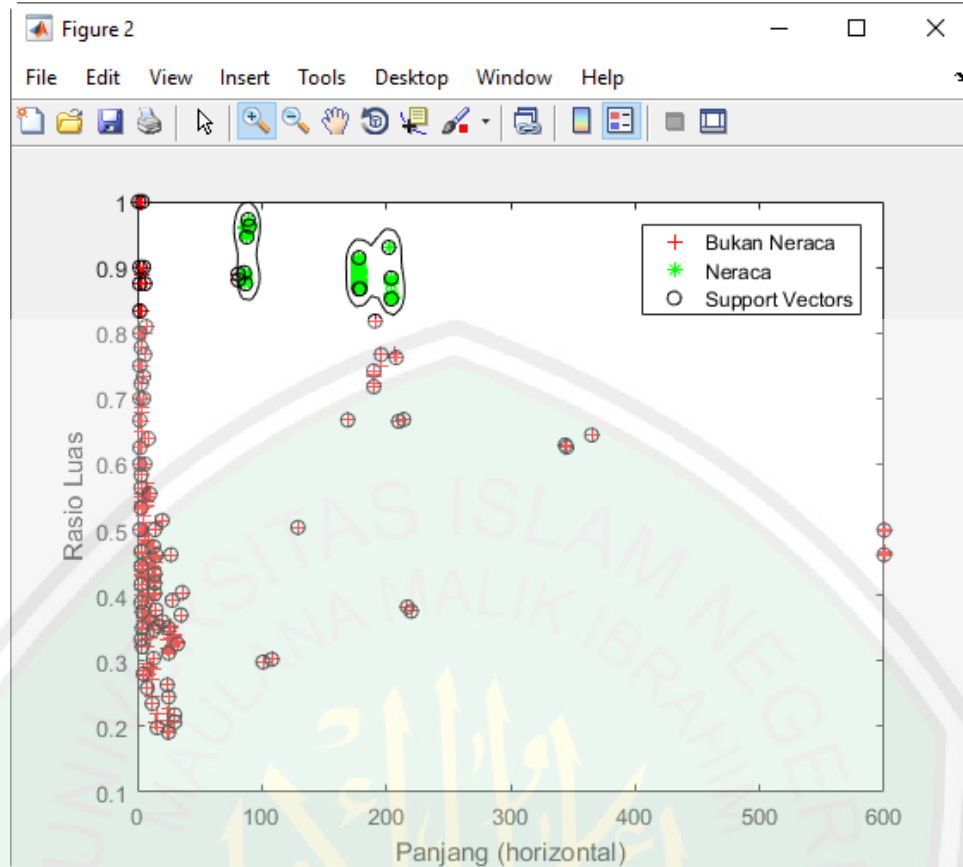
Tabel 4.1 Hasil Training dengan sigma 0,1

Sigma 0,1			
no	data	terbaca	tidak terbaca
1	0	10	0
2	1	3	7
3	2	8	2
4	3	10	0
5	4	10	0
6	5	10	0
7	6	10	0
8	7	10	0
9	8	10	0
10	9	10	0

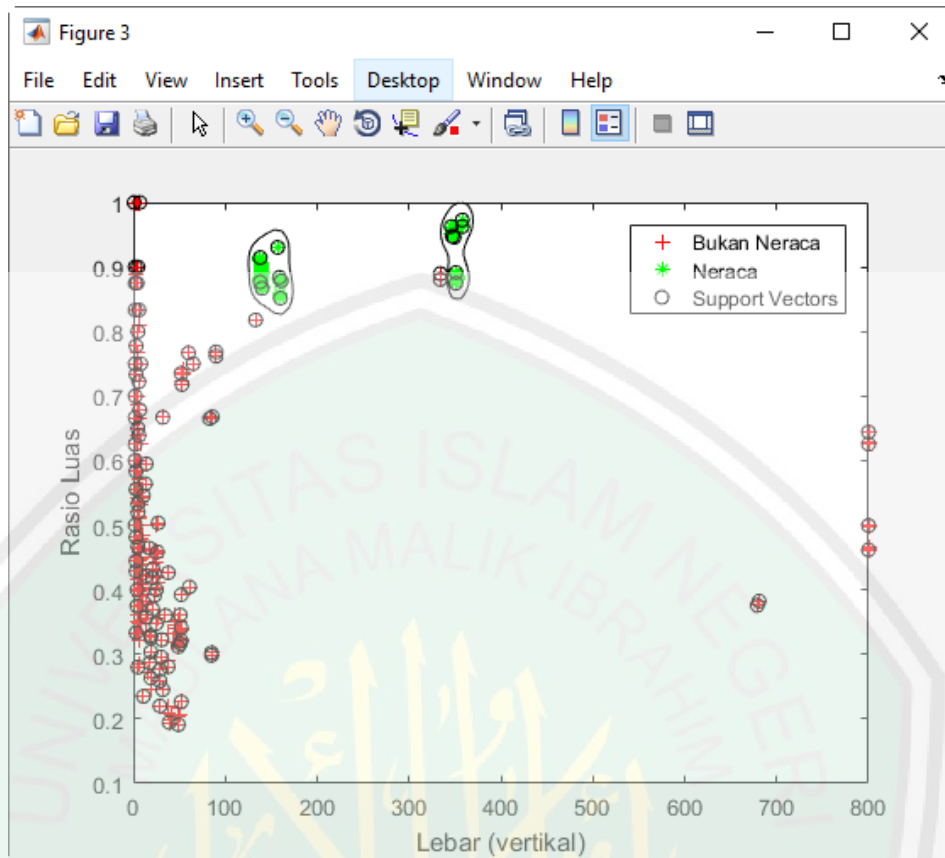
Dari Tabel 4.1 uji data *training* dengan sigma 0,1 menghasilkan akurasi 91% dan *error* 9% dari 100 data uji. Diperlihatkan pada Gambar 4.1 grafik fitur panjang X lebar yang dihasilkan dari sigma 0,1 :



Gambar 4.1 Grafik fitur Panjang x Lebar dengan sigma 0,1



Gambar 4.2 Grafik fitur Panjang x Rasio Luas dengan sigma 0,1



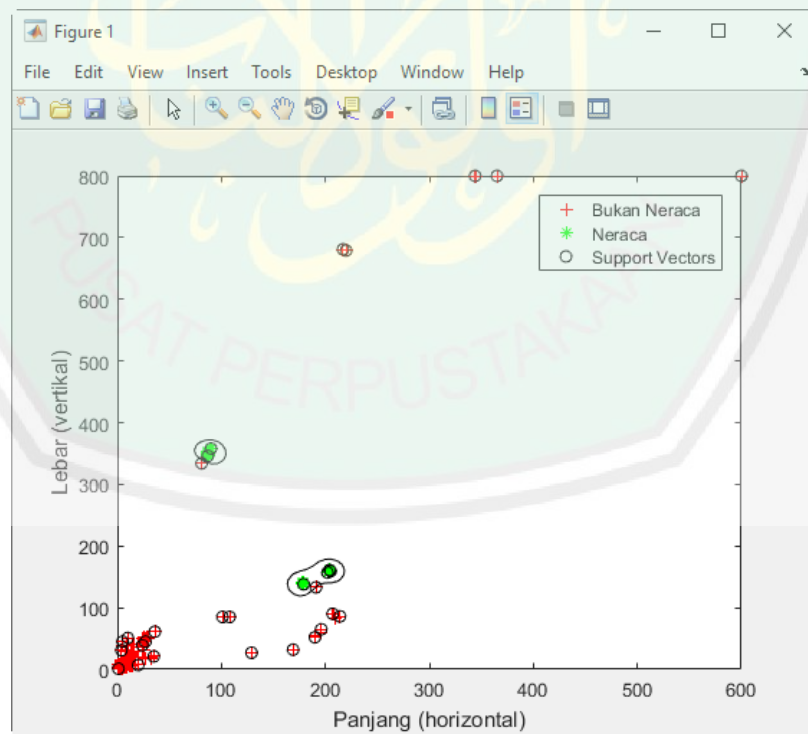
Gambar 4.3 Grafik fitur Lebar x Rasio Luas dengan sigma 0,1

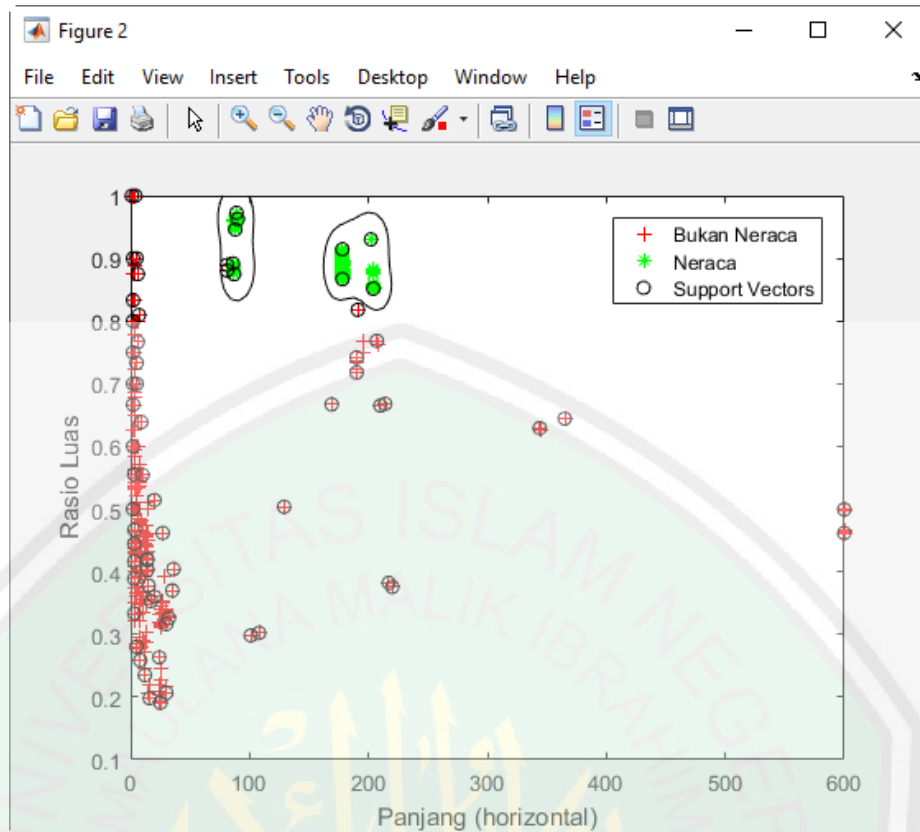
Selanjutnya adalah hasil dari proses data *training* yang telah dilakukan menggunakan sigma 0,15. Berikut Tabel dan Grafik fitur yang telah dilakukan dari proses *training*:

Tabel 4.2 Hasil Training dengan sigma 0,15

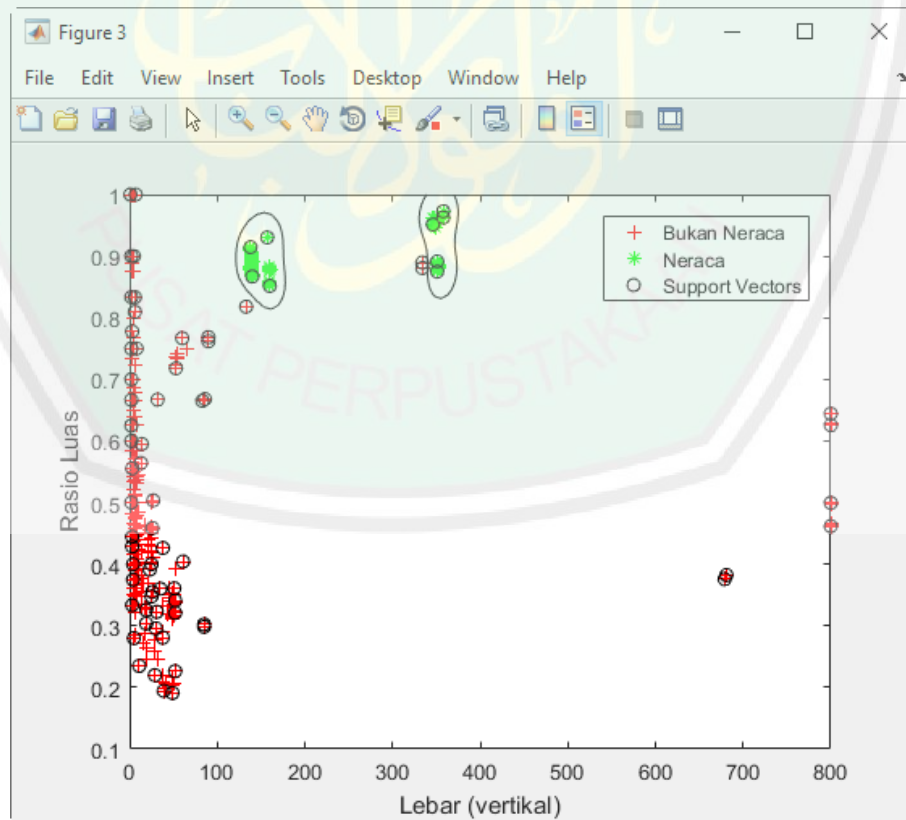
Sigma 0,15			
no	data	terbaca	tidak terbaca
1	0	10	0
2	1	10	0
3	2	10	0
4	3	10	0
5	4	10	0
6	5	10	0
7	6	10	0
8	7	10	0
9	8	10	0
10	9	10	0

Dilihat dari Tabel 4.2 menghasilkan akurasi yang sangat memuaskan yaitu hasil terbaca 100% dan tidak terbaca 0%. Diperlihatkan pada Gambar 4.4 grafik fitur yang dihasilkan dari proses *training* menggunakan sigma 0,15:

**Gambar 4.4** Grafik fitur Panjang x Lebar dengan sigma 0,15



Gambar 4.5 Grafik fitur Panjang x Rasio Luas dengan sigma 0,15



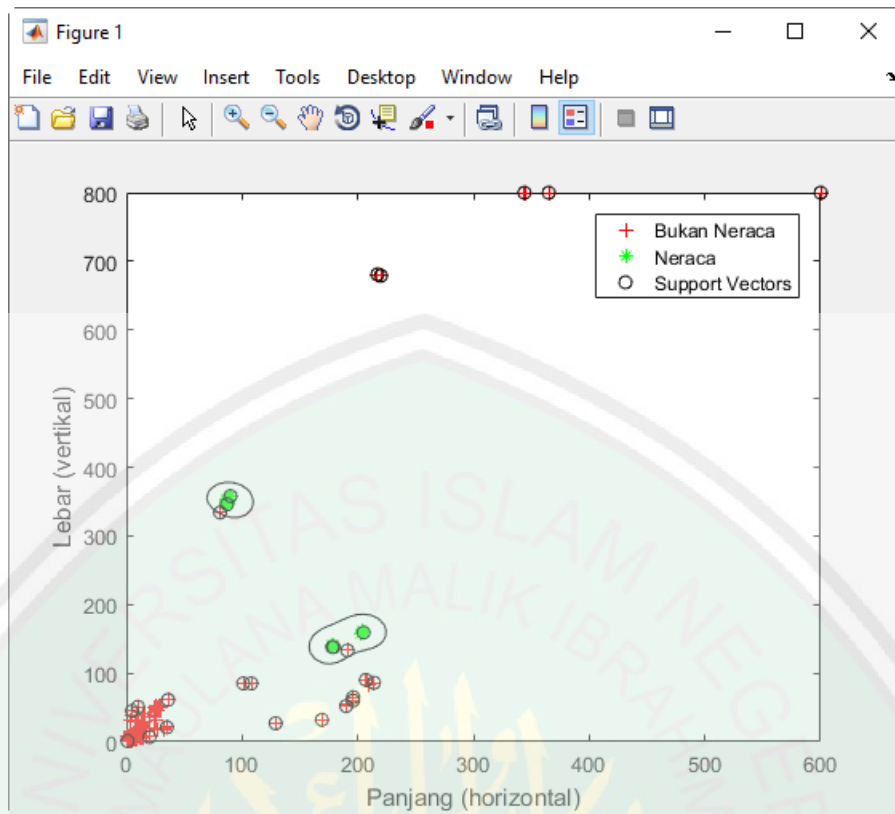
Gambar 4.6 Grafik fitur Lebar x Rasio Luas dengan sigma 0,15

Selanjutnya adalah hasil dari proses data *training* yang telah dilakukan menggunakan sigma 0,2. Berikut Tabel dan Grafik fitur yang telah dilakukan dari proses *training*:

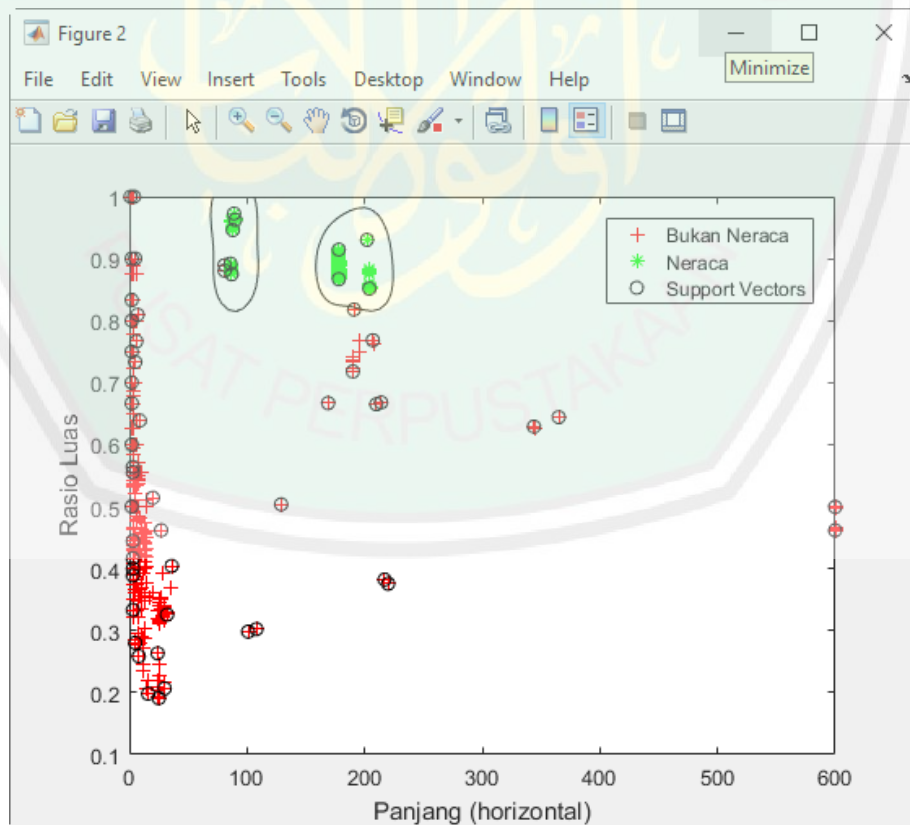
Tabel 4.3 Hasil Training dengan sigma 0,2

Sigma 0,2			
no	data	terbaca	tidak terbaca
1	0	6	4
2	1	10	0
3	2	10	0
4	3	10	0
5	4	10	0
6	5	10	0
7	6	10	0
8	7	10	0
9	8	10	0
10	9	10	0

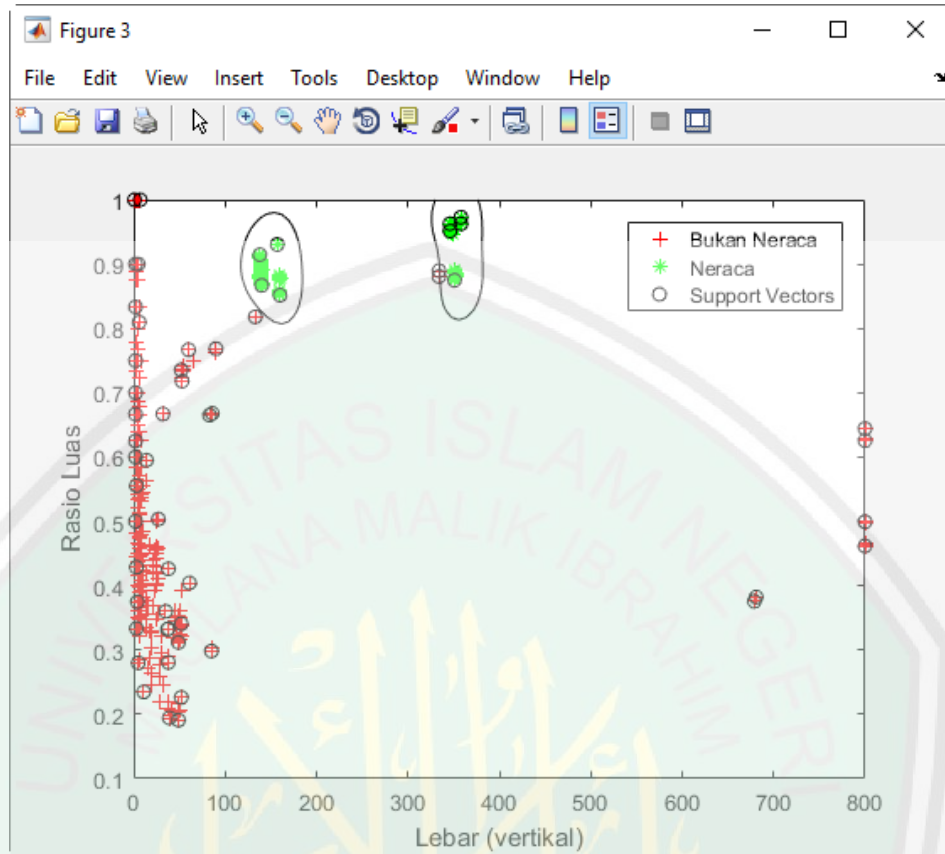
Dari Table 4.3 uji data *training* dengan sigma 0,1 menghasilkan akurasi 96% dan *error* 4% dari 100 data uji. Diperlihatkan pada Gambar 4.7 grafik fitur yang dihasilkan dari sigma 0,2 :



Gambar 4.7 Grafik fitur Panjang x Lebar dengan sigma 0,2



Gambar 4.8 Grafik fitur Panjang x Rasio Luas dengan sigma 0,2



Gambar 4.9 Grafik fitur Lebar x Rasio Luas dengan sigma 0,2

Berdasarkan data diatas didapatkan bahwa data *training* yang paling optimal menunjukkan untuk data citra dengan pengolahan pada sigma 0,15 dengan nilai akurasi 100%. Hasil sigma 0,2 pada *training* SVM memiliki nilai akurasi sebesar 96%. Selanjutnya hasil dari sigma 0,1 memiliki nilai paling rendah dibandingkan dengan sigma-sigma sebelumnya yaitu memiliki akurasi sebesar 91%. Berikut tabel hasil *training* SVM berdasarkan sigma.

Tabel 4.4 Hasil training SVM berdasarkan sigma

Sigma	Akurasi (%)	Error (%)
0,1	91	9
0,15	100	0
0,2	96	4

4.2.2 Hasil Proses *Testing*

Aplikasi sistem penentuan kadar emas perlu dilakukan *testing* untuk mengetahui besar kesalahan hasil perhitungannya. Total data yang digunakan dalam proses ini adalah sebanyak 150 data citra neraca. Data yang akan digunakan untuk *testing* adalah data hasil penimbangan peneliti dengan jumlah 75 data citra neraca dengan berat sesungguhnya dan 75 data citra neraca dengan berat massa jenis. Setelah dilakukan proses *testing* kemudian dihitung besar kesalahan dan diperoleh tingkat akurasi aplikasi. Data yang diujikan dalam sistem merupakan data yang belum dilatihkan dalam sistem. Hasil identifikasi oleh sistem dipaparkan berdasarkan model pengambilan data yang dilakukan.

Hasil output yang dimunculkan oleh sistem kemudian akan dicocokkan dengan data real. Berikut ini merupakan kinerja hasil uji coba proses *testing* yang dijelaskan dengan tabel berdasarkan percobaan dengan ditunjukkan hasil akurasi. Berikut disajikan Tabel 4.5 hasil akurasi uji coba data *testing* pada 150 data. Uji coba data *testing* langsung menggunakan hasil parameter uji *training* yang memiliki nilai akurasi yang paling optimal.

Tabel 4.5 Hasil data testing *Template Matching*

No	Data	Neraca 1			Neraca 2		
		Input	Hasil	Keterangan	Input	Hasil	Keterangan
1	300		2.77	Benar		0.27	Benar
2	300 + 420		2.13	Benar		0.19	Benar
3	375		2.21	Benar		0.2	Benar
4	420		2.36	Benar		0.21	Benar
5	700		2.82	Benar		0.2	Benar
6	700 + 300		2.08	Benar		2.08	Salah
7	700 + 420		2.06	Benar		2.06	Salah
8	Cincin <300		2.08	Salah		2.08	Salah
9	Cincin 300		2.09	Benar		0.2	Benar
Jumlah Data							18
Benar							14
Salah							4
Total (%)							77,78%

Dari Tabel 4.5 hasil dari 9 data testing *Template Matching* menghasilkan nilai akurasi 77,78% dengan nilai kesalahan 22,22%. Hasil tersebut didapat dari rumus

$$\varepsilon_t = \frac{\text{True Value} - \text{Approximation}}{\text{True Value}} \times 100\%.$$

Dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi ini cukup akurat dalam pembacaan angka.

Tabel 4.6 Hasil Data testing emas leburan *Interpolasi Lagrange*

No	Kode Emas	Kadar		ε_t	Error
		True Value	Sistem (Approximation)		
1	300	6,00	6,03	$\frac{6,00 - 6,03}{6,00}$	0,005%
2	300+420	9,18	9,21	$\frac{9,18 - 9,21}{9,18}$	0,003%
3	375	8,71	8,71	$\frac{8,71 - 8,71}{8,71}$	0%
4	420	9,34	9,30	$\frac{9,34 - 9,30}{9,34}$	0,004%
5	700	16,43	16,43	$\frac{16,43 - 16,43}{16,43}$	0%
6	700+300	12,30	12,26	$\frac{12,30 - 12,26}{12,30}$	0,003%
7	700+420	13,72	13,78	$\frac{13,72 - 13,78}{13,72}$	0,004%
8	Cincin <300	6,85	6,78	$\frac{6,85 - 6,78}{6,85}$	0,01%
9	Cincin 300	6,67	6,67	$\frac{6,67 - 6,67}{6,67}$	0%
Rata-Rata Error					0,003%

Dari Tabel 4.6 hasil data testing *Interpolasi Lagrange* menghasilkan rata-rata error 0,003%. Hasil tersebut didapat dari rumus $\varepsilon_t = \frac{\text{True Value} - \text{Approximation}}{\text{True Value}} \times 100\%$. Dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi ini cukup akurat dalam perhitungan kadar emasnya. *True Value* diambil dari Tabel 4.7 kadar kebenaran yang dikeluarkan oleh perusahaan emas (PT. Almega, 1993), berikut Tabel 4.7 kadar kebenaran:

Tabel 4.7 Tabel Kadar Kebenaran

T1/T2	Persen	Kadar
10,00	20,83	5,00
10,05	21,63	5,19
10,10	22,43	5,38
10,15	23,23	5,58
10,20	24,03	5,77
10,25	25,00	6,00
10,30	25,59	6,14
10,35	26,33	6,32
10,40	27,08	6,50
10,45	27,80	6,67
10,50	28,56	6,85
10,55	29,16	7,00
10,60	30,01	7,20
10,65	30,74	7,38
10,70	31,45	7,55
10,75	32,17	7,72
10,80	32,89	7,89
10,85	33,33	8,00
10,90	34,26	8,22
10,95	34,94	8,39
11,00	35,61	8,55
11,05	36,28	8,71
11,10	36,95	8,87
11,15	37,50	9,00
11,20	38,27	9,18
11,25	38,93	9,34
11,30	39,58	9,50
11,35	40,23	9,66
11,40	40,88	9,81

11,45	41,66	10,00
11,50	42,14	10,11
11,55	42,76	10,26
11,60	43,67	10,41
11,65	43,98	10,56
11,70	44,59	10,70
11,75	45,21	10,85
11,80	45,83	11,00
11,85	46,48	11,16
11,90	47,13	11,31
11,95	47,78	11,47
12,00	48,46	11,62
12,05	49,08	11,78
12,10	50,00	12,00
12,15	50,12	12,03
12,20	50,76	12,18
12,25	51,24	12,30
12,30	51,92	12,41
12,35	52,19	12,53
12,40	52,67	12,64
12,45	52,15	12,76
12,50	53,63	12,87
12,55	54,16	13,00
12,60	54,54	13,09
12,65	55,04	13,20
12,70	55,59	13,34
12,75	56,11	13,47
12,80	56,64	13,59
12,85	57,17	13,72
12,90	57,69	13,85
12,95	58,33	13,40
13,00	58,66	14,08
13,05	59,16	14,20
13,10	59,62	14,31
13,15	60,08	14,42
13,20	60,55	14,53
13,25	61,01	14,64
13,30	61,47	14,75
13,35	61,94	14,87
13,40	62,50	15,00
13,45	62,83	15,08
13,50	63,29	15,19
13,55	63,73	15,30

13,60	64,18	15,40
13,65	64,62	15,51
13,70	65,06	15,61
13,75	65,50	15,72
13,80	65,94	15,83
13,85	66,39	15,93
13,90	66,66	16,00
13,95	67,23	16,14
14,00	67,63	16,23
14,05	68,04	16,33
14,10	68,45	16,43
14,15	68,86	16,53
14,20	69,27	16,62
14,25	69,68	16,72
14,30	70,09	16,82
14,35	70,50	16,92
14,40	70,83	17,00
14,45	71,28	17,11
14,50	71,66	17,20
14,55	72,03	17,29
14,60	72,41	17,38
14,65	72,79	17,47
14,70	73,17	17,56
14,75	73,85	17,72
14,80	73,93	17,74
14,85	74,31	17,83
14,90	74,69	17,93
14,95	75,00	18,00
15,00	75,41	18,10
15,05	75,97	18,23
15,10	76,12	18,27
15,15	76,47	18,35
15,20	76,83	18,44
15,25	77,10	18,52
15,30	77,53	18,64
15,35	77,80	18,67
15,40	78,24	18,78
15,45	78,59	18,86
15,50	78,94	18,95
15,55	79,16	19,00
15,60	79,62	19,11
15,65	79,95	19,19
15,70	80,20	19,27

15,75	80,61	19,35
15,80	80,94	19,43
15,85	81,27	19,50
15,90	81,60	19,58
15,95	81,93	19,66
16,00	82,27	19,74
16,05	82,60	19,82
16,10	82,93	19,90
16,15	83,33	20,00
16,20	83,35	20,00
16,25	83,87	20,13
16,30	84,17	20,18
16,35	84,53	20,19
16,40	84,77	20,34
16,45	85,08	20,42
16,50	85,38	20,49
16,55	85,68	20,56
16,60	85,90	20,64
16,65	86,29	20,71
16,70	86,59	20,78
16,75	86,89	20,85
16,80	87,19	20,93
16,85	87,50	21,00
16,90	87,77	21,06
16,95	88,04	21,13
17,00	88,31	21,19
17,05	88,59	21,22
17,10	88,86	21,33
17,15	89,13	21,39
17,20	89,41	21,46
17,25	89,68	21,52
17,30	89,96	21,59
17,35	90,23	21,66
17,40	90,50	21,72
17,45	90,78	21,79
17,50	91,05	21,85
17,55	91,33	21,92
17,60	91,66	22,00
17,65	91,68	22,00
17,70	91,70	22,01
17,75	91,83	22,04
17,80	92,62	22,23
17,85	92,87	22,29

17,90	93,15	22,36
17,95	93,38	22,41
18,00	93,64	22,47
18,05	93,89	22,53
18,10	94,14	22,59
18,15	94,40	22,66
18,20	94,65	22,72
18,25	94,91	22,78
18,30	95,16	22,84
18,35	95,42	22,90
18,40	95,67	22,96
18,45	95,80	23,00
18,50	95,86	23,01
18,55	96,30	23,13
18,60	96,62	23,19
18,65	96,85	23,24
18,70	97,02	23,30
18,75	97,32	23,36
18,80	97,56	23,41
18,85	97,79	23,47
18,90	98,03	23,53
18,95	98,26	23,58
19,00	98,49	23,64
19,05	98,73	23,70
19,10	98,96	23,75
19,15	99,19	23,81
19,20	99,43	23,86
19,25	99,67	23,92
19,30	99,90	23,93
19,35	100,00	24,00

Keterangan :

T1: Berat sebenarnya emas.

T2 : Berat massa jenis emas.

Persen : Presentase kandungan emas.

Kadar : Jumlah kadar emas yang terkandung.

4.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil uji coba data *testing* menunjukkan bahwa secara umum data dengan proses yang dijalankan menggunakan SVM dan KNN menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi serta tingkat kesalahan yang rendah jika dibandingkan dengan proses pengolahan tanpa metode pembantu tersebut. Tingkat akurasi dapat diketahui dengan membandingkan hasil yang diperoleh aplikasi dengan data *real* yang telah diambil peneliti.

Beberapa model data proses *testing* menghasilkan tingkat akurasi yang kurang optimal, hal ini disebabkan oleh berbagai macam factor utama dalam proses akuisisi data. Pertama adalah tidak fokusnya kamera dalam pengambilan citra neraca sehingga citra yang dihasilkan menjadi kabur.

Kedua adalah masalah gelembung udara yang masih menempel pada emas saat penimbangan. Jika terdapat gelembung udara yang menempel pada sisi luar emas akan mengakibatkan kurang optimal dalam hasil uji coba.

Kurangnya sosialisasi dalam pengetahuan tentang emas akan memungkinkan kerugian yang tidak diharapkan. Sehingga emas yang seharusnya bisa diketahui kadarnya menjadi tidak diketahui. Ilmu pengetahuan dalam berdagang adalah sangat penting. Sepenting-penting sesuatu yang dicari dan merupakan sesuatu yang bermanfaat, dari pada selainnya. Sesuai dengan firman Allah SWT dalam pentingnya pengetahuan dalam berbisnis maupun untuk kehidupan didunia ini terdapat pada Qur'an surat An-Nahl ayat 43 :

وَمَا أَرْسَلْنَا مِنْ قَبْلِكَ إِلَّا رِجَالًا نُوْحِيْ اِلَيْهِمْ فَسَلُّوْا اَهْلَ الدِّكْرِ اِنْ كُنْتُمْ لَا تَعْلَمُوْنَ ۚ

Artinya : *“Dan Kami tidak mengutus sebelum kamu, kecuali orang-orang lelaki yang Kami beri wahyu kepada mereka; maka bertanyalah kepada orang yang mempunyai pengetahuan jika kamu tidak mengetahui”* (An-Nahl: 43).

Asy-Syaikh Abdurrahman As-Sa'di rahimahullah dalam Tafsirnya mengatakan : *“Sesungguhnya Allah telah memerintahkan kepada siapa saja yang tidak mengetahui untuk kembali kepada mereka (Ulama) dalam segala hal. Dan dalam kandungan ayat ini, terdapat pujian terhadap ulama dan rekomendasi untuk mereka dari sisi di mana Allah memerintahkan untuk bertanya kepada mereka”*.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا هَلْ أَذِلُّكُمْ عَلَىٰ تَجَرَّةٍ تُنَجِّيكُمْ مِّنْ عَذَابِ ٱلْأَلِيمِ ۚ تَوَاصَوْا بِٱللَّهِ وَرَسُولِهِۦ
وَتُجَاهِدُوا فِي سَبِيلِ ٱللَّهِ بِأَمْوَالِكُمْ وَأَنفُسِكُمْ ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنتُمْ تَعْلَمُونَ ۝ يَغْفِرْ لَكُمْ
ذُنُوبَكُمْ وَيُدْخِلْكُمْ جَنَّاتٍ تَجْرَىٰ مِن تَحْتِهَا ٱلْأَنْهَارُ وَمَسَاكِنَ طَيِّبَةً فِي جَنَّاتٍ عَدْنٍ ذَٰلِكَ
ٱلْفَوْزُ ٱلْعَظِيمُ ۝

Artinya : *“Hai orang-orang yang beriman, sukakah kamu Aku tunjukkan suatu perniagaan yang dapat menyelamatkan kamu dari azab yang pedih? (yaitu) kamu beriman kepada Allah dan Rasul-Nya dan berjihad di jalan-Nya dengan harta dan jiwamu, itulah yang lebih baik bagimu jika kamu mengetahuinya. Niscaya Allah akan mengampuni dosa-dosamu dan memasukkan kamu ke dalam surga yang mengalir di bawahnya sungai-sungai, dan (memasukkan kamu) ke tempat tinggal yang baik di surga ‘Adn. Itulah keberuntungan yang besar”* (Ash-Shaff: 10-12).

Imam asy-Syaukani berkata, “Allah menjadikan amalan-amalan (shalih) tersebut kedudukannya seperti ‘perniagaan’, karena orang-orang yang melakukannya akan meraih keuntungan (besar) sebagaimana mereka meraih keuntungan dalam perniagaan (duniawi), keuntungan (besar) itu adalah masuknya mereka ke dalam surga dan selamat dari (siksa) neraka.”

Inilah ‘perniagaan’ yang paling agung, karena menghasilkan keuntungan yang paling besar dan kekal abadi selamanya, inilah ‘perniagaan’ yang dengannya akan diraih semua harapan kebaikan dan terhindar dari semua keburukan yang ditakutkan, inilah perniagaan yang jelas lebih mulia dan lebih besar keuntungannya daripada perdagangan duniawi yang dikejar oleh mayoritas manusia.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang system yang menggunakan metode Interpolasi *Lagrange* dalam menentukan kadar emas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

Berdasarkan hasil uji coba pada data *Training* citra neraca, data yang digunakan adalah sebanyak 100 data dimana kesemua data tersebut dibagi menjadi 10 yakni per angka dari 0-9 masing-masing 10 data citra. Didapat hasil akurasi terbaik adalah 100% yang diperoleh dari sigma 0,15. Dan hasil uji coba data *testing* dari 18 citra yang masing-masing 9 citra neraca dari berat sebenarnya dan 9 citra neraca dari berat massa jenis emas menghasilkan akurasi 77,78%. Dan untuk perhitungan Interpolasi *Lagrange* hanya *error* 0,003%. Beberapa perlakuan data dalam proses akusisi citra menghasilkan tingkat akurasi yang kurang optimal, hal ini disebabkan karena beberapa faktor seperti jarak kamera dan posisi kamera yang tidak konsisten.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem penentuan kadar emas dimasa yang akan datang, diperlukan beberapa perbaikan untuk mencapai hasil yang lebih optimal, diantaranya:

- a. Menggunakan neraca dengan 3 angka dibelakang koma.

- b. Implementasi sistem penentuan menggunakan sistem berbasis *mobile* yang lebih praktis.
- c. Menggunakan algoritma metode lain untuk mengetahui hasil yang lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, As-Sa'di. Dkk. 2008. *Fiqih Jual Beli*. Jakarta : Senayan Publishing.
- Chapra, Steven C. 2010. *Numerical Method for Engineers Sixth Edition*. New York. McGraw-Hill.
- Dwi Hartono, Kristoko. 2006. *Implementasi Metode Interpolasi Linear untuk Pembesaran Resolusi Citra*. Salatiga : Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana.
- Giancoli, Douglas C. 2014. *Physics: Principles with Application Seventh Edition*. Jakarta. Erlangga.
- Krisnawati. 2007. *Implementasi Interpolasi Lagrange untuk Prediksi Nilai Data Berpasangan dengan Menggunakan Matlab*. Yogyakarta. STIMIK AMIKOM Yogyakarta.
- Laina Farsiah, Taufik Faudi Abidin, Khairul Munadi. 2013. *Klasifikasi Gambar Berwarna Menggunakan Metode K-NN dan Support Vector Machine*. Banda Aceh.
- Permadi Budiyono, Edi. 2010. *Analisa Klasifikasi Kadar Karat Emas Menggunakan Metode K-Nearest Neighbours (KNN)*. Batam. Jurusan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH).
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Andi.
- PT. Almega Sejahtera. 1993. *Tabel Kebenaran Perhitungan Kadar Emas*. Surabaya.
- PT. Untung Bersama Sejahtera. 1981. *Kode Emas*. Surabaya.
- Ridha, Muhammad dan Darminto. 2016. *Analisis Densitas, Porositas, dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi menggunakan Metode Archimedes dan Software Image-J*. Surabaya : Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Institut Sepuluh November.
- Sukandarrumidi. 2007. *Geologi Mineral Logam untuk Explorer Muda*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Supriadidjaja, Achdia. 2007. *Penentuan Kadar Emas (Au) dan Perak (Ag) Metoda Fire Assay : Perbandingan Hasil Analisis Peleburan Tungku Gas Terhadap Tungku Solar*. Sukabumi. UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jjampang Kulon-LIPI

LAMPIRAN-LAMPIRAN



a. Data Training Citra Angka 0

No.	Citra	No.	Citra
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	

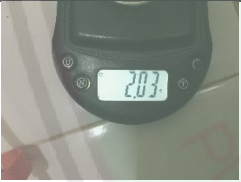
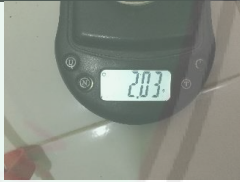
5		10	
---	---	----	---

b. Data Training Citra Angka 1

No.	Citra	No.	Citra
1		6	
2		7	
3		8	

4		9	
5		10	

c. Data Training Citra Angka 2

No.	Citra	No.	Citra
1		6	

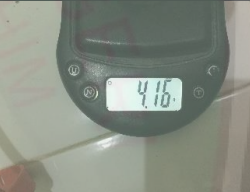
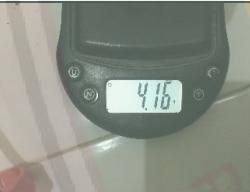
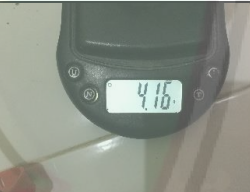
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

d. Data Training Citra Angka 3

No.	Citra		No.	Citra	
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		

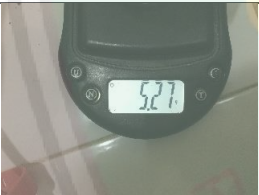
5		10	
---	---	----	---

e. Data Training Citra Angka 4

No.	Citra	No.	Citra
1		6	
2		7	
3		8	

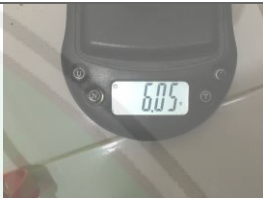
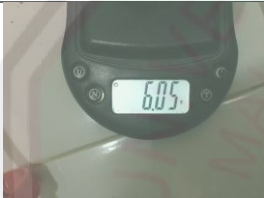
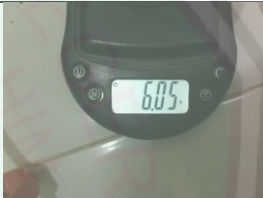
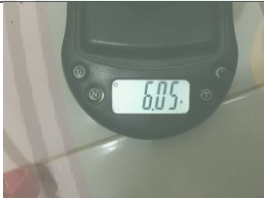
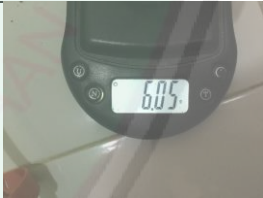
4		9	
5		10	

f. Data Training Citra Angka 5

No.	Citra	No.	Citra
1		6	
2		7	

3		8	
4		9	
5		10	

g. Data Training Citra Angka 6

No.	Citra		No.	Citra	
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		

5		10	
---	---	----	---

h. Data Training Citra Angka 7

No.	Citra	No.	Citra
1		6	
2		7	
3		8	

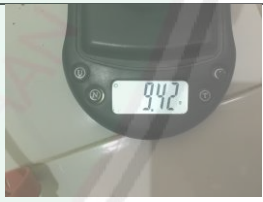
4		9	
5		10	

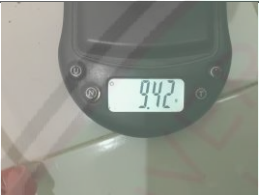
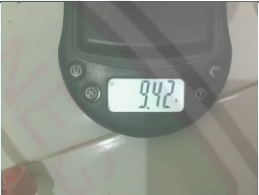
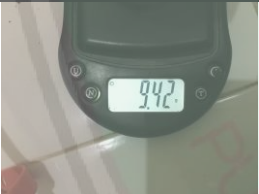
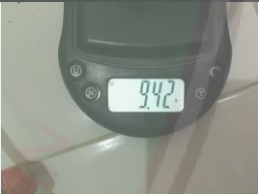
i. Data Training Citra Angka 8

No.	Citra	No.	Citra
1		6	
2		7	

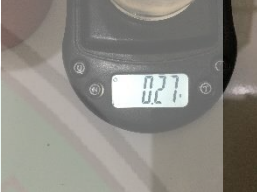
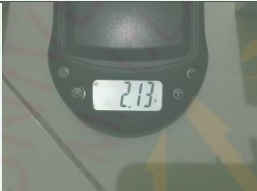
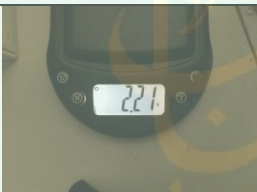
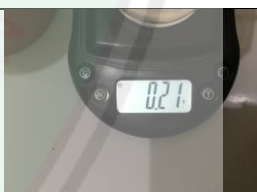
3		8	
4		9	
5		10	

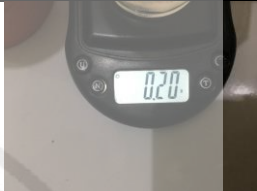
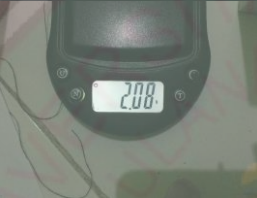
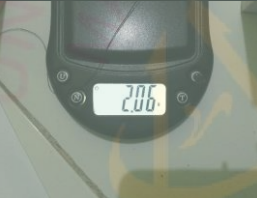
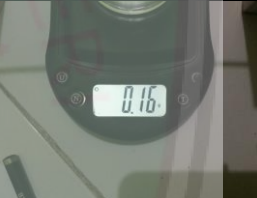
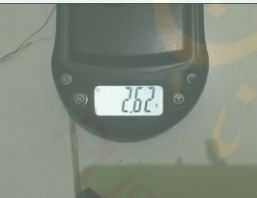
j. Data Training Citra Angka 9

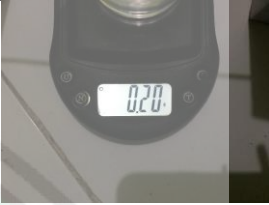
No.	Citra	No.	Citra
1		6	

2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

k. Data Testing Citra Neraca

No .	Kode Emas	Citra Neraca Berat Emas		Citra Neraca Berat Massa Jenis	
1	300				
2	300+420				
3	375				
4	420				

5	700		
6	700+300		
7	700+420		
8	Cincin <300		

9	Cincin 300		
---	---------------	---	---



