

**IDENTIFIKASI NILAI NOMINAL DAN KEASLIAN UANG
KERTAS RUPIAH MENGGUNAKAN *NAÏVE BAYESSIAN***

SKRIPSI

oleh :

MOH. ABDUL AZIZ ALWA

NIM. 09650069



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

2013

**IDENTIFIKASI NILAI NOMINAL DAN KEASLIAN UANG KERTAS
RUPIAH MENGGUNAKAN NAÏVE BAYESSIAN**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

oleh :

MOH. ABDUL AZIZ ALWA

NIM. 09650069

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

2013

**IDENTIFIKASI NILAI NOMINAL DAN KEASLIAN UANG KERTAS
RUPIAH MENGGUNAKAN NAÏVE BAYESSIAN**

SKRIPSI

**Oleh :
Moh. Abdul Aziz Alwa
NIM. 09650069**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 9 September 2013

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200511007

Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 2011011004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 197404242009011008

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI NILAI NOMINAL DAN KEASLIAN UANG KERTAS RUPIAH MENGGUNAKAN *NAÏVE BAYESSIAN*

SKRIPSI

oleh :

MOH. ABDUL AZIZ ALWA
NIM. 09650069

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: September 2013

Susunan Dewan Penguji :		Tanda Tangan	
1. Penguji Utama	: Dr. Cahyo Crysdian NIP. 197404242009011008	(	)
2. Ketua	: Ririen Kusumawati, M.Kom NIP. 197203092005012002	(	)
3. Sekertaris	: Dr. Muhammad Faisal, M.T NIP. 197405102005011007	(	)
4. Anggota	: Yunifa Miftachul Arif, M.T NIP. 198306162011011004	(	)

Mengetahui dan Mengesahkan
Fakultas Sains dan Teknologi
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 197404242009011008

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Moh Abdul Aziz Alwa

NIM : 09650069

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Penelitian : Identifikasi Nilai Nominal Dan Keaslian Uang Kertas
Rupiah Menggunakan *Naïve Bayessian*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti atau dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut,

Malang, 17 September 2013

Penulis

Moh. Abdul Aziz Alwa

NIM. 09650069

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ

*karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.*

“Khairunnas anfa’uhum linnas”

*“Sebaik-baik manusia diantaramu adl yg paling banyak mamfaat bagi orang
lain.”*

(Nabi Muhammad SAW)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Allah SWT dariMu semua hal ini berawal dan kepadaMu semuanya akan berakhir...

Nabi Muhammad SAW semua atas tuntunanmu manusia dapat menapaki jalan yang terang..Shollu ‘Ala Nabiyy

Untuk Ayah dan Ibuku (Ali Arifin & Siti Munawaroh) tercinta yang telah memberikan segalanya, semoga persembahan ini menjadi sebuah awal dari petualangan hidup yang lebih baik.

Untuk adikku (Muh Ichlasul Arifin) kuharap kau akan tersenyum melihat tulisan ini. Your the next & prove that you can. Sukses dunia akhirat untukmu.

Seluruh keluargaku di Tulungagung bule,om , kakak,adik serta keluarga di Balikpapan Budhe,Bule,Om, Kakak-kakaku, Adik-adik.

Dosen-dosenku & Karyawan Teknik Informatika

Pak Faisal + Pak Yunifa (dosen pembimbing saya), dan semua sivitas akademika UIN Maliki.

Teman-teman yang tak bisa kusebutkan satu persatu

Teman-teman sekontrakan (Misbah,Agil,Bang Jack,Fory,Andang,Koko,Tyo) ayo sukses bareng-bareng, teman-teman di UKM Simfoni FM (dari para pendiri sampai yang menjadi calon anggota baru). Forum UKM Bersama (FUB),Rio (Nahwa Travelindo selalu menunggu),Keluarga terbaru di Radio Andalus (tak terkecuali), teman-teman TI 09 FC dan teman-teman angkatan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT Dzat yang maha pengasih, yang telah mengajarkan Al-Qur'an, yang telah menciptakan manusia dan mengajarkannya pandai. Ucapan sholawat serta salam tertuju kepada Rosulullah SAW insan termulia yang telah menghabiskan waktu hanya untuk menuntun manusia ke keselamatan hidup dunia dan akhirat.

Skripsi ini tidak akan terwujud tanpa dukungan berbagai pihak, baik yang berupa moril ataupun materil. Ucapan terimakasih tak terlupa penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Cahyo Crysdian, selaku ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang mendukung dan memberikan pengarahan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Muhammad Ainul Yaqin, M.Kom, selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan yang berharga selama ini.
5. Muhammad Faisal, M.T dan Yunifa Miftachul Arif, M.T, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pengarahan dan masukan-masukan serta bimbingan yang berharga.

6. Segenap civitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
7. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moriil.

Sebagai penutup, penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya. Apa yang menjadi harapan penulis, semoga karya ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 22 September 2013

Penulis

Moh. Abdul Aziz Alwa

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengajuan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Pernyataan	vi
Halaman Motto	vii
Halaman Persembahan	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Abstrak	xv
Abstract	xvi
BAB I Pendahuluan	1
1.1.Latar belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	4
1.3.Batasan Masalah	4
1.4.Tujuan Penelitian	4
1.5.Manfaat Penelitian	5
1.6.Sistematika Penulisan Skripsi	5
BAB II Tinjauan Pustaka	7
2.1. Uang Kertas Rupiah	8
2.1.1 Sejarah Uang di Indonesia	9
2.1.2 Ciri-Ciri Keaslian Uang Kertas	11
2.2. Automatic Ticket Vending Machine	13
2.3. Pengolahan Citra Digital	14
2.3.1 Tahapan Pengolahan Citra	14
2.3.2 Operasi Morfologi	16
2.4. Naïve Bayessian	17
2.5. Penelitian Terkait	21

2.6. Landasan Keislaman dalam Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah	22
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM	25
3.1.Lingkungan Perancangan Perangkat Keras.....	25
3.2.Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak.....	26
3.3.Deskripsi Sistem	27
3.4.Desain Sistem	29
3.4.1 Desain Data	30
3.4.2 Desain Proses	31
3.4.3 Perancangan Antar Muka	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1. Lingkungan Implementasi.....	56
4.2.Penjelasan Program	57
4.2.1Proses Menampilkan Halaman Utama	57
4.2.2Proses Input Citra	58
4.2.3Proses Menampilkan Hasil	59
4.3. Uji Coba	60
4.3.1 Pelatihan	61
4.3.2 Pengujian	61
BAB V PENUTUP	71
5.1.Kesimpulan	71
5.2.Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Frekuensi 19

Tabel 2.1 Tabel likelihood 19

Tabel 2.3 Contoh perhitungan distribusi normal 21

Tabel 3.1 Data *Training* Uang Kertas Rupiah 46

Tabel 3.2 Data *Mean dan Standar Deviasi* 48

Tabel 3.3 Data Uji 49

Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba 56

Tabel 4.2 Tabel Perbandingan Hasil Identifikasi Manual dan Perangkat Lunak Nilai Nominal Uang Kertas Rupiah..... 62

Tabel 4.3 Tabel Perbandingan Hasil Identifikasi Manual dan Perangkat Lunak Keaslian Uang Kertas Rupiah..... 62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Masukan Data Uang Kertas Rupiah	9
Gambar 2.2 Mata Uang Gulden Hindia-Belanda	10
Gambar 2.3 URIPS-Uang Republik Indonesia Propinsi Sumatera	17
Gambar 2.5 Aturan bayes	18
Gambar 2.3 URIPS-Uang Republik Indonesia Propinsi Sumatera	10
Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah	27
Gambar 3.2 Hasil Scanning Uang Rp20.000,00 dan Rp50.000,00	27
Gambar 3.3 Alat Penyinaran Citra UV	30
Gambar 3.4 Hasil pengambilan data UV pecahan uang Rp20.000,00 dan Rp50.000,00	30
Gambar 3.5 Blok Diagram Proses secara Umum	31
Gambar 3.6 Citra Uang Kertas Rupiah Hasil Pemindaian dan Penyinaran UV	32
Gambar 3.7 Area Pemotongan (kiri) Citra Hasil Pemotongan pada Uang Pecahan Rp50.000,00	33
Gambar 3.8 Citra Grayscale (kiri) dan Hasil Penyeragaman Intensitas Citra	34
Gambar 3.9 Citra Hasil Segmentasi	35
Gambar 3.10 Citra Hasil Smoothing	36
Gambar 3.11 Citra Hasil Pengisian <i>Gap</i> pada Pola Nominal Uang	37
Gambar 3.12 Area Pemotongan (kiri) Citra Hasil Pemotongan pada Uang Pecahan Rp50.000,00 Hasil Penyinaran UV (kanan).....	38
Gambar 3.13 Blok Diagram Analisis <i>Texture</i> Berdasarkan Kedekatannya ...	40
Gambar 3.14 Blok Diagram Analisis <i>Texture</i> Berdasarkan Nilai <i>Entropy</i>	42
Gambar 3.15 Blok Diagram rata-rata nilai pixel RGB.....	43
Gambar 3.16 Citra 20.000_asli_07.jpg	45
Gambar 3.17 Menu Perangkat Lunak	52

Gambar 3.18 Desain Interface	53
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama	56
Gambar 4.2 Gambar Proses Akuisisi citra pecahan Rp 100.000,00	58
Gambar 4.3 Proses identifikasi uang kertas pecahan Rp1000.000,00.....	59



Alwa, Moh Abdul Aziz Alwa. 2013. 09650069. **IDENTIFIKASI NILAI NOMINAL DAN KEASLIAN UANG KERTAS RUPIAH MENGGUNAKAN NAÏVE BAYESSIAN**

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

Pembimbing : (I) Dr. Muhammad Faisal,M.T (II) Yunifa Miftachul Arif,M.T

Kata kunci : pengolahan citra, identifikasi uang kertas rupiah, *naïve bayeessian*

Uang merupakan hal yang sangat dicari oleh manusia. Negara di dunia memiliki mata uang kertas mereka sendiri. Nilai mata uang dari setiap Negara berbeda, tergantung dengan keadaan Negara tersebut. Dikarenakan betapa pentingnya uang terhadap sebuah Negara dan warga di dalamnya banyak sekali terjadi kasus pemalsuan uang. Padahal di dalam Islam sangat dijelaskan mengenai *muamalah* bahwa dalam transaksi hendaklah melalui jalan yang hak (Q.S An Nisa [4]:29). Adanya kenyataan manusia yang semakin aktif (*mobile*) menjadikan transaksi merupakan sebuah hal yang sangat diperlukan sehingga terciptalah sebuah mesin transaksi. Namun karena kasus yang pemalsuan uang yang setiap tahun meningkat dalam mesin ini diperlukan sebuah teknologi klasifikasi dari nominal dan keaslian uang.

Penelitian ini dibangun untuk membuat sebuah sistem identifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas melalui serangkaian proses pengolahan citra menggunakan *Naïve Bayessian*. Proses pengenalan dilakukan dengan mengambil setiap ciri-ciri nominal dan keaslian uang dan dijadikan sebagai data pembanding untuk menentukan nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah. Proses pencitraan uang kertas rupiah diperoleh dari dua sumber yakni citra tampak (*visible image*) yang berasal dari *scanner* 300 dpi, dan citra tak tampak (*invisible image*) yang menggunakan sinar *ultraviolet* (UV).

Proses identifikasi pada penelitian terdiri atas dua tahap yakni tahap identifikasi nilai nominal kemudian dilanjutkan dengan identifikasi keaslian uang. Identifikasi nominal dilakukan dengan mengambil pola-pola tertentu pada citra hasil pemindaian. Pola disini yang diambil adalah pola angka yang terdapat di setiap pecahan uang kertas rupiah di sisi yang terdapat benang pengaman. Sedangkan identifikasi keaslian rupiah dilakukan dengan mengambil pola tertentu pada citra hasil penyinaran UV.

Total data yang digunakan dalam identifikasi nilai nominal uang kertas rupiah sebanyak 95 set, dimana 60 diantaranya sebagai data *training* dan sebanyak 35 data digunakan sebagai data *testing*. Sedangkan untuk identifikasi keaslian uang kertas rupiah total data adalah sebanyak 80 set, dimana 50 set digunakan sebagai data *training* dan sisanya sebanyak 30 data digunakan sebagai data *testing*. Hasil simulasi menunjukkan aplikasi mampu mengenali nilai nominal dengan tingkat akurasi 88.8% dan keaslian uang kertas rupiah dengan akurasi 100%. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa identifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah menggunakan *Naïve Bayessian* dapat digunakan secara tepat dan akurat.

Alwa, Moh Abdul Aziz. 2013. 09650069. **IDENTIFICATION OF NOMINAL VALUE AND AUTHENTICITY OF RUPIAH BANK NOTES USING NAÏVE BAYESSIAN**

Information Technology Faculty, Science and Technology Department Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang

Advisors : (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Keywords : image processing, identification of rupiah bank note, *naïve bayessian*

Money is very sought after by humans. Countries in the world have their own paper currency. The value of the currencies of each country is different, depending on the State of the country. Due to the importance of money against a country and citizens in it an awful lot of money counterfeiting cases occurred. Whereas in Islam is described regarding the transaction that in let muamalah by rights (Q. S An Nisa [4]: 29). The existence of the human reality that increasingly active (mobile) make transaction is an indispensable thing resulting in a transaction. But because the money counterfeiting cases each year increased in this engine required a technological classification of the nominal and the authenticity of the money.

This research was built to create a system for the identification of the nominal value and the authenticity of paper money through a series of image processing using a Naïve Bayesian. The process of introduction is done by taking each nominal characteristics and originality of the money and was used as the comparison data to determine the face value and the authenticity of paper money in rupiah. The imaging process rupiah banknotes were obtained from two sources: the image looked (visible image) derived from scanner 300 dpi, and the image of the invisible (the invisible image) that uses ultraviolet light (UV).

Research on the identification process consists of two phases: phase identification nominal value then proceed with the identification of the authenticity of the money. Nominal identification is performed by taking certain patterns in the scanned image. The pattern here is a pattern of numbers drawn in any paper money fractional rupiah on the side that there is a security thread. Whereas the identification of the originality of the rupiah is done by taking a specific pattern in the image results of UV shines.

Total data used in the identification of banknote nominal values the rupiah by as much as 95 set, where 60 of them as data and as much as 35 training data used as the data testing. As for the identification of authenticity of banknotes rupiah total data is as much as 80 sets, where 50 sets were used as training data and the remaining 30 data used as the data testing. Simulation results demonstrate the application is capable of recognizing a face value with 88.8% degree of accuracy and authenticity of paper money in rupiah with 100% accuracy. Based on the test results it can be concluded that the identification of the nominal value and the authenticity of paper money rupiah using Naïve Bayesian can be used appropriately and accurately.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Uang dalam ilmu ekonomi tradisional didefinisikan sebagai setiap alat tukar yang dapat diterima secara umum. Alat tukar itu dapat berupa benda apapun yang dapat diterima oleh setiap orang di masyarakat dalam proses pertukaran barang dan jasa. Uang merupakan satu hal yang penting dalam setiap perkembangan ekonomi suatu bangsa.

Sebuah bangsa yang besar pasti berbanding lurus dengan nilai tukar mata uang negara tersebut. Semakin besar ekonomi suatu bangsa semakin besar pula kebutuhan warganya untuk bertransaksi. Dalam beberapa negara maju telah diterapkan proses otomasi dalam transaksi, mulai dari penjualan makanan ringan, minuman ringan, tiket, dan lain – lain.

Oleh sebab itu diperlukan sebuah perancangan perangkat keras maupun lunak untuk mendeteksi nilai nominal dan keaslian uang. Identifikasi nilai nominal dan keaslian mata uang kertas sangat perlu karena dalam tiga tahun terakhir jumlah kasus pemalsuan uang cenderung meningkat.

Dalam Alqur'an Allah telah dijelaskan mengenai diciptakannya perbedaan supaya saling mengenal dan mempelajari dalam QS An Nisa 29:

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً

عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا ﴿٢٩﴾

Artinya: Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang Berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. dan janganlah kamu membunuh dirimu; Sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu. (Q.S An Nisa 29)

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah melarang manusia untuk saling memakan harta sesame dengan jalan yang tidak baik (bathil) dan haram. Allah menganjurkan untuk melalui jalan perniagaan yang saling meridhoi. Ayat ini tidak membolehkan manusia untuk menipu dan dalam kasus uang palsu adalah suatu bentuk penipuan dalam transaksi jual beli.

Proses identifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah sangat penting karena tercatat selama kurun waktu 2010, terdapat 31 kasus pemalsuan rupiah dengan melibatkan 42 tersangka dan barang bukti 1.519 lembar uang palsu. Pada tahun 2011 meningkat menjadi 36 kasus dengan 36 tersangka dan 3.467 lembar uang palsu sebagai barang bukti.

Hingga September 2012, kasus pemalsuan meningkat hampir 3 kali lipat. Ada 87 kasus dengan 97 tersangka dan 61.943 lembar uang palsu (upal). Bahkan, hingga Juli 2012, Bank Indonesia menemukan 50.134 lembar uang palsu. Artinya 5 lembar uang yang diduga palsu dalam satu juta lembar uang yang beredar (Zaelani, 2012). Kasus uang palsu paling terakhir di media adalah kasus di Sumenep, Madura dengan jumlah yang tidak diketahui karena pelaku tertangkap di pasar saat hendak bertransaksi dengan penjual di pasar (Harian Surya Cetak, 12/03/2013).

Sebelumnya banyak penelitian mengenai pengolahan citra menggunakan metode seperti *naive bayesian* (Sopharak, A.dkk), *Learning Vector Machine (LVQ)* (Omatsu, Sigeru & Kosa, Toshihisa Kosa, 2003), *Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation* (Wicaksono D, Dawud Gedhe. 2008).

LVQ memiliki kelebihan pada prediksi nonlinear, kuat di *parallel processing* namun memiliki kelemahan pada banyaknya data train dan menggunakan metode lain (Euclidean minimum distance) sebagai classifier sehingga memerlukan waktu yang relative lebih lama (Omatsu, Sigeru & Kosa, Toshihisa Kosa, 2003). JST menggunakan metode *Backpropagation* juga bagus atas dasar data masukan dapat relative lebih kecil namun hasil pendeteksian kurang mendekati klasifikasi (Wicaksono D, Dawud Gedhe. 2008).

Dalam penelitian ini *naïve bayes classifier* digunakan untuk mengklasifikasi nominal dan keaslian uang kertas rupiah karena memiliki akurasi dan kecepatan yang tinggi saat diaplikasikan ke dalam database dengan data yang besar.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana mengidentifikasi nominal dan keaslian mata uang berdasarkan ciri-ciri keaslian citra dengan menggunakan metode *Naïve Bayes* klasifier?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih sistematis dan terarah, ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Citra yang digunakan adalah citra uang kertas rupiah.
2. Format file citra menggunakan format .jpeg
3. Pendeteksian ditentukan untuk uang pecahan Rp1.000,-;Rp2.000,-;Rp5000,-;Rp10.000,-. Rp20.000,-;Rp50.000,-; Rp100.000,-.
4. Perangkat lunak tidak membedakan keadaan uang lama,baru,rusak atau robek.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menjawab rumusan untuk mengidentifikasi nominal dan keaslian uang berdasarkan hasil penyinaran UV dan ciri-ciri keaslian uang menggunakan metode *Naïve Bayessian*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi bagi perkembangan pengolahan citra digital dalam bidang perekonomian khususnya dalam identifikasi uang.
2. Membantu ahli keuangan, bank, masyarakat dalam mengklasifikasikan keaslian uang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode dari penelitian mengenai identifikasi dan keaslian uang kertas rupiah menggunakan metode *naïve bayessian*, kasus-kasus yang pernah terjadi, serta sistematika penulisan laporan penelitian tugas akhir.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini akan menjelaskan mengenai landasan teori, penelitian terkait, dan landasan keislaman. Landasan teori akan membahas mengenai uang kertas rupiah, membedakan keaslian uang kertas rupiah, pengolahan citra digital dan metode *naïve bayessian*. Penelitian terkait membahas mengenai penelitian sebelumnya yang telah membahas mengenai keaslian uang kertas. Landasan keislaman membahas mengenai integrasi antara penelitian dan keislaman.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai analisis dan perancangan aplikasi Identifikasi Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah Menggunakan Metode Naïve bayyesian.

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

Bab ini akan membahas implementasi metode, penjelasan program, hasil pelatihan, dan hasil uji coba program.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil data yang diperoleh pada bab sebelumnya, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian serta kemungkinan dikembangkan pada perangkat keras pendukung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

أَقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ﴿١﴾ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ﴿٢﴾ أَقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ﴿٣﴾
 الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ﴿٤﴾ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ﴿٥﴾

Artinya: 1. Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang Menciptakan, 2. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. 3. Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha pemurah, 4. yang mengajar (manusia) dengan perantaran kalam, 5. Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya. (Q.S Al ALaq 1-5).

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa manusia diciptakan dari segumpal darah dan kita sebagai manusia diharapkan untuk mempelajari ilmu pengetahuan dengan membaca (iqro') dalam arti sebenarnya. Yang mengajarkan manusia melalui kalam (alqur'an) dan Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya.

Dengan jaminan dari Allah bahwa setiap manusia yang berusaha untuk mencari akan diberikannya hidayah pengetahuan.

Manusia memiliki banyak sekali pertanyaan dan masalah dalam hidup mereka, dari dahulu manusia yang belum menemukan cara bertransaksi sampai sekarang menggunakan uang sebagai media transaksi dalam jual-beli.

Dengan uang manusia dapat mendapatkan barang, uang bukanlah tujuan. Dalam perjalanan sejarahnya uang yang dijadikan standar media transaksi pernah berulang kali disalahgunakan yakni dalam kasus pemalsuan, pencucian, terror ekonomi. Dalam laporan ini penulis akan memfokuskan pada kasus pemalsuan uang dimana selalu menjadi masalah utama di setiap wilayah/negara.

Dapat disimpulkan bahwa uang merupakan suatu hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia serta sebagai tanda pertumbuhan ekonomi. Dengan pertumbuhan ekonomi meningkat serta kebutuhan manusia akan transaksi semakin besar dengan banyaknya mesin-mesin penjual otomatis. Oleh karena itu pengembangan penelitian terhadap uang khususnya mengenai otentifikasi/keaslian serta nominal sangatlah penting mengingat kasus-kasus tersebut.

2.1 Uang Kertas Rupiah

Uang kertas rupiah adalah uang dalam bentuk lembaran yang terbuat dari bahan kertas atau bahan lainnya (yang menyerupai kertas) yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia, dalam hal ini Bank Indonesia, dimana penggunaannya dilindungi oleh UU No. 23 tahun 1999 dan sah digunakan sebagai alat tukar pembayaran di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (Dawud Gede Wicaksono D, 2008).

Dalam penelitian ini uang yang akan diteliti adalah uang dengan pecahan Rp1.000,- ; Rp2.000,- ; Rp5.000,- ; Rp10.000,- ; Rp20.000,- ; Rp50.000,- dan Rp100.000,- sisi yang akan diteliti adalah pada bagian tema uang kertas, bukan sisi foto pahlawan nasional. Pemilihan sisi ini didasarkan adanya benang keaslian dan

pengaman Ultra Violet (UV) (Dawud Gede Wicaksono D, 2008). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini, yang menunjukkan gambaran visual uang kertas rupiah yang akan diidentifikasi dalam skripsi ini.

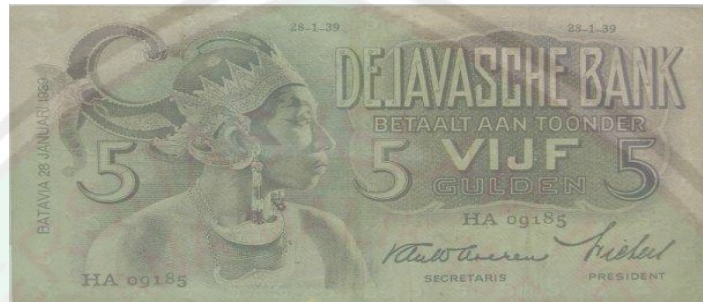


Gambar 2.1 Masukan Data Uang Kertas Rupiah

2.1.1 Sejarah Uang di Indonesia

Perkataan “rupiah” berasal dari perkataan “Rupee”, satuan mata uang India. Indonesia telah menggunakan mata uang Gulden Belanda dari tahun 1610 hingga 1817. Sejak tahun 1818, diperkenalkan mata uang Gulden Hindia-Belanda. Mata uang rupiah pertama kali diperkenalkan secara resmi pada waktu Pendudukan Jepang sewaktu Perang Dunia II, dengan nama rupiah Hindia Belanda. Setelah berakhirnya

perang, Bank Jawa (Javaans Bank, selanjutnya menjadi Bank Indonesia) memperkenalkan mata uang Rupiah Jawa sebagai pengganti.



Gambar 2.2 Mata Uang Gulden Hindia-Belanda

Mata uang gulden NICA yang dibuat oleh Sekutu dan beberapa mata uang yang dicetak kumpulan gerilya juga berlaku pada masa itu. Pada 8 April 1947, Gubernur Propinsi Sumatera mengeluarkan rupiah URIPS-Uang Republik Indonesia Propinsi Sumatera. Sejak 2 November 1949, empat tahun setelah merdeka, Indonesia menetapkan Rupiah sebagai mata uang kebangsaannya yang baru. Kepulauan Riau dan Irian Barat memiliki variasi rupiah mereka sendiri tetapi penggunaan mereka dibubarkan pada tahun 1964 di Riau dan 1974 di Irian Barat.



Gambar 2.3 URIPS-Uang Republik Indonesia Propinsi Sumatera

2.1.2 Ciri-Ciri Keaslian Uang Kertas

Dalam setiap mata uang rupiah terdapat berbagai macam yang menandakan keaslian uang tersebut. Semakin besar nominal uang, semakin banyak pula pengaman-pengaman yang terletak pada uang tersebut. Berdasarkan Bank Indonesia (BI) ciri-ciri keaslian rupiah ada 8 (yang digunakan dalam penelitian hanya pada Cetakan tidak kasat mata (*Invisible Ink*) dan Cetakan dalam *Intaglio*). Berikut ciri-ciri keaslian rupiah tersebut:



Tanda Air (*Watermark*) dan *Electrotype*

Pada kertas uang terdapat tanda air berupa gambar yang akan terlihat apabila diterawangkan ke arah cahaya.



Benang Pengaman (*Security Thread*)

Ditanam atau dianyam pada bahan kertas uang sehingga tampak sebagai garis melintang dari atas ke bawah. Pada pecahan tertentu akan memendar apabila dilihat dengan sinar ultraviolet.



Cetakan Dalam/*Intaglio*

Cetakan yang terasa kasar apabila diraba. Dalam penelitian ini untuk *Intaglio* yang digunakan adalah nominalnya bukan pada kasarnya.



Gambar Saling Isi (Rectoverso)

Pencetakan suatu ragam bentuk yang menghasilkan cetakan pada bagian muka dan belakang beradu tepat dan saling mengisi jika diterawangkan ke arah cahaya.



Tinta Berubah Warna (Optically Variable Ink)

Hasil cetak tinta khusus yang akan berubah warna apabila dilihat dari sudut pandang yang berbeda.



Tulisan Mikro (Microtext)

Tulisan berukuran sangat kecil yang hanya dapat dibaca dengan menggunakan kaca pembesar.



Cetakan Tidak Kasat Mata (Invisible Ink)

Hasil cetak tidak kasat mata yang akan memendar di bawah sinar ultraviolet. Setiap nominal memiliki karakter yang berbeda, letak karakter terdapat pada sisi kiri tengah uang pada bagian yang terdapat benang pengaman bukan pada yang bergambar pahlawan. (digunakan sebagai identifikasi keaslian dalam skripsi ini)



Gambar Tersembunyi (Latent Image)

Hasil cetak berupa gambar atau tulisan tersembunyi yang dapat

dilihat dari sudut pandang tertentu.

Dalam penelitian ini identifikasi nominal dan keaslian rupiah difokuskan pada tanda cetakan dalam (*intaglio*) dan cetakan tidak kasat mata (*Invisible Ink*) dikarenakan tanda-tanda ini yang tidak dapat disaksikan secara kasat mata (tanda invisible ink) dan hanya bisa disaksikan melalui penyinaran UV.

2.2 Automatic Ticket Vending Machine

Sistem identifikasi nominal dan keaslian uang kertas rupiah dapat diaplikasikan pada mesin anjungan mandiri swalayan atau *Automatic Ticket Vending Machine (ATVM)*. ATVM digunakan untuk menggantikan transaksi pembelian yang masih secara manual ke mesin otomatis. Dalam kenyataannya sendiri saat ini transaksi yang dapat dilakukan mesin ATVM seperti transaksi makanan/minuman ringan, tiket kereta dan lain-lain.

Fungsi identifikasi hanyalah salah satu dari banyak fitur yang terdapat pada mesin. ATVM sendiri dapat diletakkan ditempat-tempat umum seperti stasiun, mall, terminal untuk melayani konsumen.

Dalam mesin ATVM terdapat suatu alat validasi yang memiliki mekanisem menarik uang kertas yang dimasukkan kemudian mengidentifikasinya. Mesin ATVM sendiri telah banyak digunakan di berbagai Negara maju seperti di Eropa, Amerika dan beberapa Negara Asia seperti Jepang, Korea Selatan dan Singapura.

2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi *geometric*), melakukan pemilihan citra ciri (*features images*), melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, dan waktu proses data. Input dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan outputnya adalah ciri hasil pengolahan (T. Sutoyo dkk, 2009:5).

2.3.1 Tahapan Pengolahan Citra

1. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra *digital*. Tahapan ini diawali dengan memilih obyek citra yang akan diidentifikasi yaitu citra uang kertas rupiah, persiapan alat (pengambilan citra uang kertas rupiah menggunakan *scanner* 300 dpi dan penyinaran lampu UV) sampai pada pencitraan. Pencitraan adalah proses untuk merubah citra analog menjadi citra digital.

2. *Preprocessing*

Pada tahapan ini dilakukan beberapa tahapan penting yang bertujuan untuk memperlancar proses / tahapan berikutnya. Hal-hal penting yang akan dilakukan pada tingkatan ini di antaranya adalah (T. Sutoyo dkk, 2009):

- a. Peningkatan kualitas citra (*contrast*, *brightness*, dan lain-lain)
- b. Menghilangkan *noise*

- c. *Perbaikan citra (Image Restoration)*
- d. *Transformasi citra (Image Transformation)*
- e. Menentukan bagian citra yang akan diobservasi

3. Segmentasi

Tahapan ini bertujuan untuk mempartisi citra menjadi bagian-bagian pokok yang mengandung informasi penting. Misalnya, memisahkan objek dan latar belakang.

4. Representasi dan Deskripsi

Dalam hal ini representasi merupakan suatu proses untuk merepresentasikan suatu wilayah sebagai suatu daftar titik-titik koordinat dalam kurva yang tertutup, dengan deskripsi luasan atau perimeternya. Setelah suatu wilayah dapat direpresentasikan, proses selanjutnya adalah melakukan deskripsi citra dengan cara seleksi ciri dan ekstraksi ciri atau ekstraksi *fitur*.

5. Pengenalan dan Interpretasi

Tahap pengenalan bertujuan untuk memberi label pada sebuah objek yang informasinya disediakan oleh *descriptor*, sedangkan tahap interpretasi bertujuan untuk memberi arti atau makna kepada kelompok objek-objek yang dikenali.

6. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan digunakan sebagai basis data pengetahuan yang

berguna untuk memandu operasi dari masing-masing modul proses dan mengontrol interaksi antara modul-modul tersebut. Bisa juga dijelaskan sebagai metode yang akan diterapkan pada suatu proses pengolahan citra. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Naïve Bayessian*.

2.3.2 Operasi Morfologi

Operasi morfologi adalah beberapa operasi pengolahan citra untuk menganalisis bentuk citra. Dalam operasi morfologi terdapat dua operasi dasar yang digunakan yaitu dilatasi dan erosi. Cara kerja erosi adalah dengan menghilangkan piksel pada bata-batas objek dalam gambar dengan mengubah piksel *background*, shrink objek dan memecah suatu obyek. Disisi sebelah lain dilakukan pelebaran, dengan menambah piksel dengan batas-batas objek dengan mengubah piksel *background* sekitarnya. Dengan perlakuan ini akan memperbesar suatu obyek dan beberapa obyek bisa bergabung menjadi satu. (Image Processing Toolbox, diakses: 2013).

Opening atau *closing* adalah sebuah fungsi dengan kombinasi antara pelebaran dan erosi. Dalam *opening* pertama gambar akan menjalani *erosi* yakni pengurangan pixel gambar kemudian dilanjutkan dengan pelebaran (perluasan sambil tetap dalam operasi *closing*). Tujuannya adalah untuk menghilangkan pixel *background* yang kecil sebelum kemudian memperbesar sisanya. Dengan cara ini kontur akan lebih halus dan objek kecil yang renggang akan menyatu. Fungsi-fungsi ini membantu untuk mengurangi noise di sekitar citra atau menyesuaikan noise-noise tersebut.



Gambar 2.4 Hasil dari Operasi Morfologi: (a) *Original Image* (b) *Erosion* (c) *Dilation* (d) *Opening* (e) *Closing* (Sumber: Steven, W. Smith, 2012)

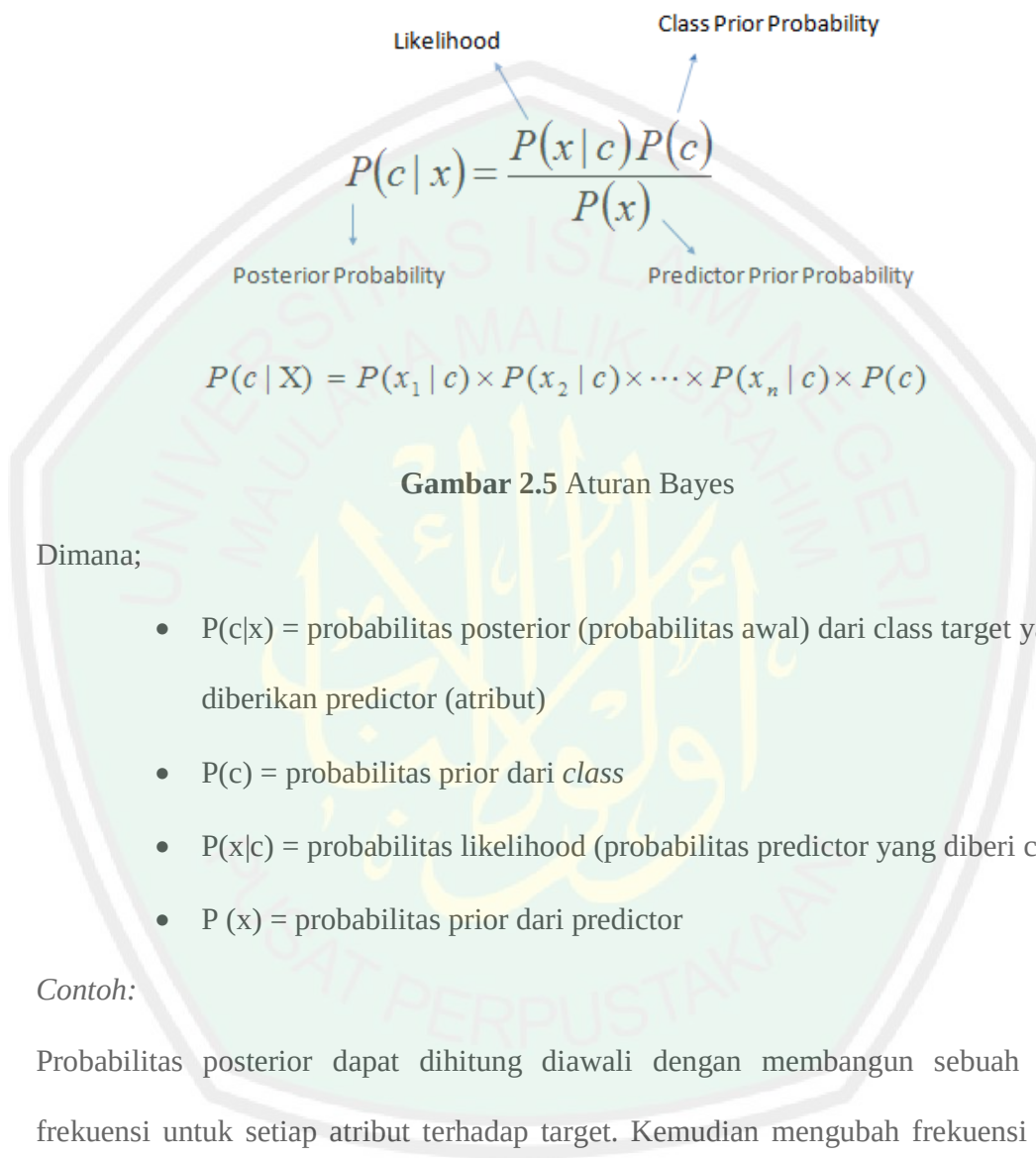
2.4 Naïve Bayessian

Teori keputusan bayes adalah pendekatan secara statistic yang fundamental dalam pengnelan pola sebuah cirri-ciri (fitur). Pendekatan ini didasarkan pada kuantitatif antara berbagai keputusan klasifikasi dengan menggunakan probabilitas dan ongkos yang ditimbulkan dalam keputusan-keputusan tersebut.

Naïve Bayes Classifier didasarkan pada teorema Bayes dengan asumsi ciri tidak saling berkaitan (*independence*). Model Naïve Bayessian mudah untuk dibangun dengan tidak ada estimasi parameter yang rumit yang sangat berguna untuk data set yang sangat besar.

Algoritma

Teorema Bayes menyediakan cara untuk menghitung probabilitas posterior, $P(c|x)$, dari $P(c)$, $P(x)$, dan $P(x|c)$. Naïve Bayes Classifier berasumsi bahwa efek nilai predictor (x) (bisa juga dimaksudkan untuk ciri/fitur) pada kelas tertentu (c) independen dari nilai-nilai prediksi lainnya. Asumsi ini disebut sebagai kelas bersyarat yang merdeka (*class conditional independence*).



Gambar 2.5 Aturan Bayes

Dimana;

- $P(c|x)$ = probabilitas posterior (probabilitas awal) dari class target yang diberikan predictor (atribut)
- $P(c)$ = probabilitas prior dari class
- $P(x|c)$ = probabilitas likelihood (probabilitas predictor yang diberi class)
- $P(x)$ = probabilitas prior dari predictor

Contoh:

Probabilitas posterior dapat dihitung diawali dengan membangun sebuah tabel frekuensi untuk setiap atribut terhadap target. Kemudian mengubah frekuensi yang ada ke tabel likelihood dan akhirnya menggunakan persamaan *Naïve Bayessian* untuk menghitung kemungkinan posterior untuk setiap kelas. **Kelas dengan posterior probabilitas tertinggi adalah hasil prediksi.**

Tabel 2.1 Tabel Frekuensi

Tabel Frekuensi		Main Golf	
		Ya	Tidak
Cuaca	Cerah	3	2
	Sedikit Bersalju	4	0
	Hujan	2	3

Tabel 2.2 Tabel Likelihood

Tabel Likelihood		Main Golf		
		Ya	Tidak	
Cuaca	Cerah	3/9	2/5	5/14
	Sedikit Bersalju	4/9	0/5	4/14
	Hujan	2/9	3/5	5/14
		9/14	5/14	

Probabilitas Posterior $P(c|x) = P(Ya | Cerah) = 0.33 \times 0.64 / 0.36 = 0.60$

Prediksi yang bersifat Numerik

Variabel numerik diperlukan untuk diklasifikasikan ke dalam satu kategori ciri tersendiri. Sebelum membuat tabel frekuensinya. Dalam pilihan lain dapat menggunakan distribusi variable numeric. Contohnya adalah mengasumsikan distribusi normal untuk variabel numerik.

Fungsi probabilitas untuk distribusi normal didefinisikan oleh dua parameter yakni mean dan standar deviasi.

Rumus Standar Deviasi

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_1 - \mu x)}}{n - 1}$$

Dimana,

σ = Standar deviasi (dari masing-masing kelas dan masing-masing ciri)

μx = Mean (nilai rata-rata dari $x_1 \dots n$)

x_1 = Nilai parameter/fitur

Persamaan Distribusi Normal

$$f(x|c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana,

$f(x|c)$ = Probabilitas prior (untuk menghitung nilai estimasi tiap kelas)

σ = Standar deviasi (dari masing-masing kelas dan masing-masing ciri)

μ = Mean (nilai rata-rata dari masing-masing kelas dan masing-masing ciri)

x = Nilai parameter yang akan diuji

Contoh:

Tabel 2.3 Contoh Perhitungan Distribusi Normal

		Kelembaban									Mean	StDev
Bermain	Ya	86	96	80	65	70	80	70	90	75	79.1	10.2
	Tidak	85	90	70	95	91					86.2	9.7

$$P(\text{kelembaban}=74 \mid \text{bermain}=ya) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(10.2)} e^{-\frac{(74-79.1)^2}{2(10.2)^2}} = 0.0344$$

$$P(\text{kelembaban}=74 \mid \text{bermain}=tidak) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(9.7)} e^{-\frac{(74-86.2)^2}{2(9.7)^2}} = 0.0187$$

Jadi dari data kelembaban sebesar 74 maka dari perhitungan tersebut tetap dinyatakan untuk bermain.

2.5 Penelitian Terkait

(Euisun Choi dkk, 2006) Dalam penelitiannya, ekstraksi fitur menggunakan metode transformasi wavelet. Gambar catatan bank pertama di pra proses dengan melakukan deteksi tepi untuk memfasilitasi fitur ekstraksi wavelet. Fitur vektor dibangun menggunakan thresholding dan menghitung koefisien nilai wavelet yang tinggi pada setiap detail.

(Toshihisa Kosaka & Sigeru Omatu, 2003) Dalam penelitian ini peneliti mengungkapkan bahwa hasilnya telah menunjukkan hasil yang lebih efektif bila dibandingkan dengan metode pattern matching konvensional. Dalam hal ini juga

diungkapkan untuk mengurangi peluang kesalahan klasifikasi dilakukan penilaian threshold.

Pada penelitian lainnya (Dawud Gede Wicaksono D, 2008) sistem identifikasi uang rupiah menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) backpropagation mampu mengidentifikasi uang ruoiah bergantung terhadap jumlah data train. JST dengan sedikit input memiliki tingkat keberhasilan lebih baik. Namun struktur JST dengan dua lapisan tersembunyi menghasilkan waktu operasi yang lebih lama dengan tingkat akurasi yang sama terhadap satu lapisan tersembunyi.

2.6 Landasan Keislaman dalam Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang

Kertas Rupiah

Alqur'an merupakan kitab yang paling akhir diturunkan, dalam alqur'an banyak sekali dijelaskan mengenai hal-hal mengenai kehidupan. Salah satu yang dijelaskan yakni mengenai penipuan, Allah telah jelas memberikan peringatan bahwa penipuan seperti mengurangi timbangan dan takaran sangatlah tidak dianjurkan dan merupakan perbuatan yang diharamkan. Dalam kasus uang palsu sangat berhubungan dengan tindakan penipuan karena membuat sesuatu yang illegal dan mengurangi bahkan meniadakan nilai uang tersebut. Dalam Al-Qur'an telah jelas dijelaskan dalam surat Al-An'am ayat 152:

وَلَا تَقْرَبُوا مَالَ الْيَتِيمِ إِلَّا بِالَّتِي هِيَ أَحْسَنُ حَتَّىٰ يَبْلُغَ أَشُدَّهُ^ط وَأَوْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ بِالْقِسْطِ^ط
 لَا تُكَلِّفُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا^ط وَإِذَا قُلْتُمْ فَاعْدِلُوا وَلَوْ كَانَ ذَا قُرْبَىٰ^ط وَبِعَهْدِ اللَّهِ أَوْفُوا^ط ذَٰلِكُمْ
 وَصْنُكُمْ بِهِ^ط لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿١٥٢﴾

“Dan janganlah kamu dekati harta anak yatim, kecuali dengan cara yang lebih bermanfaat, hingga sampai ia dewasa. Dan sempurnakanlah takaran dan timbangan dengan adil. Kami tidak memikulkan beban kepada seseorang melainkan sekedar kesanggupannya. Dan apabila kamu berkata, maka hendaklah kamu berlaku adil, kendatipun ia adalah kerabat (mu). Dan penuhilah janji Allah, yang demikian itu diperintahkan Allah kepadamu agar kamu ingat” (Q.S. Al-An’am: 152).

Dalam ayat tersebut seorang muslim dilarang untuk memakan harta yang bukan haknya. Selain itu seorang muslim harus bertindak jujur dan adil dengan menyempurnakan timbangan. Uang palsu merupakan suatu bentuk tidak hanya mengurangi takaran lebih dari itu yaitu menghilangkan takaran, karena menghilangkan nilai dari uang tersebut.

Di bagian lain dari Al-Quran juga terdapat kisah mengenai kaum nabi Syuaib yang dijelaskan agar mereka mencukupkan takaran dan timbangan. Dan dilarang untuk merugikan sesama manusia.

وَيَقْوِمُوا أَوْفُوا الْمِكْيَالَ وَالْمِيزَانَ بِالْقِسْطِ ۖ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْتُوا فِي
الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٨٥﴾

“Dan Syu'aib berkata: "Hai kaumku, cukupkanlah takaran dan timbangan dengan adil. Dan janganlah kamu merugikan manusia terhadap hak-hak mereka dan janganlah kamu membuat kejahatan di muka bumi dengan membuat kerusakan” (Q.S. Al-Huud: 85).

Semua dalil diatas merupakan suatu pedoman bagi siapapun muslim untuk selalu berlaku adil dan jujur. Sesungguhnya islam merupakan agama yang sempurna sampai masalah kecurangan dalam muamalah dibahas. Sehingga dengan dorongan ayat-ayat tersebut menjadikan para ilmuwan untuk selalu mencari proses identifikasi nilai nominal dan keaslian uang sehingga dapat dipergunakan oleh masyarakat yang lebih banyak.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai metode penelitian untuk mengidentifikasi nominal dan keaslian pada citra *digital* uang kertas rupiah menggunakan metode *Naïve Bayessian*. Dalam metode penelitian ini akan membahas mengenai lingkungan perancangan perangkat keras, lingkungan perancangan perangkat lunak, deskripsi sistem, desain sistem, desain data sistem, desain proses sistem, dan perancangan antarmuka. Penjelasan akan diuraikan sebagai berikut ini:

3.1 Lingkungan Perancangan Perangkat Keras

Untuk merancang dan membuat program yang dapat mengidentifikasi nominal dan keaslian uang kertas rupiah menggunakan metode *Naïve bayessian*, spesifikasi perangkat computer yang digunakan penulis adalah sebagai berikut:

1. Processor Intel® Atom™ CPU N570 @ 1.66GHz 1.67 GHz
2. Intel(R) Graphics Media Accelerator HD
3. RAM 2048MB
4. Harddisk 320 GB
5. Perangkat output monitor LED 12"
6. Keyboard dan mouse

3.2 Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak

Untuk merancang dan membuat program identifikasi nominal dan keaslian uang kertas rupiah menggunakan metode Naïve bayessian, ada beberapa perangkat lunak yang digunakan, yaitu:

1. Sistem Operasi Windows 7 Ultimate 32-bit

Sitem operasi windows 7 Ultimate digunakan sebagai susunan arahan yang dapat difahami oleh komputer. Dibuat untuk mengarahkan komputer melaksanakan, mengawal, menjadwalkan, dan menyelaraskan sesuatu operasi komputer.

2. Matlab R2013a

Matlab merupakan sebuah lingkungan komputasi numerical dan bahasa pemrograman komputer yang memungkinkan manipulasi matriks, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna dan pengantarmukaan program dengan bahasa lainnya. Matlab digunakan sebagai tool dalam melakukan pemrograman dan pembangunan sistem ini.

3. Microsoft Office 2007

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

3.3 Deskripsi Sistem

Subbab ini akan membahas mengenai deskripsi sistem yang dikerjakan dalam skripsi ini. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat program yang mampu mengklasifikasi nominal dan keaslian uang kertas rupiah (dalam hal ini penulis menggunakan *Naïve Bayessian*).

Pertama yang dilakukan adalah memasukkan input data berupa citra (akuisisi citra) uang kertas baik citra normal maupun uv. Sebelum identifikasi sistem akan melakukan *preprocessing*. Preprocessing ini dilakukan untuk mendapatkan hasil citra yang optimal sehingga mudah untuk melakukan proses selanjutnya.

Dalam penelitian ini preprocessing dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama citra digital uang kertas normal hasil *scanning* dilakukan beberapa langkah yakni pemotongan citra pada bagian nominal, konversi citra RGB ke *Grayscale* dan penyeragaman intensitas citra, menghilangkan *background* dan mendeteksi pola nominal uang serta pengisian *gap* pada pola nominal uang. Sedangkan tahap kedua untuk citra uang kertas rupiah hasil penyinaran UV akan dilakukan pemotongan citra pada bagian *invisible ink*, yang akan dibahas lebih lanjut pada bagian proses sistem.

Setelah preprocessing selesai, proses selanjutnya adalah ekstraksi fitur. Fitur yang diambil berasal dari texture analysis yakni nilai *entropy*, nilai *contrast*, nilai *correlation*, nilai *energy* dan nilai *homogeinity* untuk citra uang kertas rupiah hasil

scanning , sedangkan untuk citra uang kertas hasil penyinaran uv akan diambil rata-rata piksel R,G dan B.

Setelah tahap *preprocessing* selesai, proses selanjutnya adalah identifikasi dengan menggunakan metode *Naïve Bayesian* , sehingga akan diperoleh nilai akhir berupa identifikasi nominal dan keaslian uang kertas rupiah.



Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah

Pada gambar blok diagram 3.1 merupakan alur proses identifikasi secara garis besar dalam penelitian ini. Berikut adalah keterangan dari blok tersebut :

- a. Mengambil citra uang (akuisisi citra) dari *drive* komputer untuk di load dalam aplikasi. Proses training ini mengambil sejumlah n gambar data training/ latihan, sedangkan proses testing hanya menggunakan satu inputan.
- b. *Preprocessing* merupakan proses penyiapan citra sebelum diidentifikasi yang mempunyai beberapa tahapan yang akan dijelaskan lebih lanjut pada sub bab berikutnya.
- c. Citra *digital* yang telah melalui tahap *preprocessing* selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi fitur pada data latihan (*train*) dan data uji coba (*testing*).
- d. Bagian ini adalah identifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas menggunakan metode *Naïve Bayessian*.
- e. Hasil identifikasi (output) akan ditampilkan dalam 2 jenis klasifikasi untuk setiap nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah.

3.4 Desain Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain aplikasi untuk implementasi metode *Naïve Bayessian* dalam proses identifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah. Desain sistem ini meliputi desain data dan desain proses dalam sistem yang digambarkan dengan diagram alir dan perancangan antar muka.

3.4.1 Desain Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan untuk citra pindai (*scan*) sebanyak total 95 data citra yang terdiri atas 60 citra untuk data pelatihan (*train*) dan 35 citra untuk data pengujian (*testing*). Citra untuk pelatihan maupun pengujian diperoleh dalam 2 tahap sebagai berikut :

Tahap 1.

Pengambilan data menggunakan pemindai pemindai dengan resolusi 300 dpi. Hasil pemindaian gambar berupa gambar *digital* RGB berformat *.jpeg* dengan ukuran citra bervariasi antara 1636 x 736 pixel hingga 1780 x 768 pixel. Hasil pemindaian uang kertas dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Hasil Scanning Uang Rp20.000,00 dan Rp50.000,00

Tahap 2.

Pengambilan data kedua adalah dengan menggunakan kamera digital yang menangkap hasil penyinaran UV pada uang kertas dari jarak 18 cm. Alat untuk proses penyinaran UV dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 Alat Penyinaran Citra UV

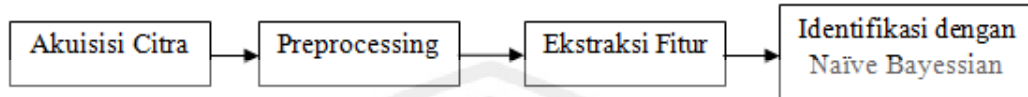
Pengambilan citra uv disimulasikan sedemikian hingga sehingga hampir sama dengan kondisi pada alat transaksi pada umumnya. Sebagai contoh hasil pengambilan data dengan penyinaran UV dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Hasil pengambilan data UV pecahan uang Rp20.000,00 dan Rp50.000,00

3.4.2 Desain Proses

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses dari sistem untuk mengidentifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah. Desain ini digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang ada pada sistem tersebut.



Gambar 3.5 Blok Diagram Proses secara Umum

Berikut keterangan dari blok diagram proses diatas:

1. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah proses yang pertama kali dilakukan untuk memasukkan data masukan yang berupa data hasil pemindaian uang dan penyinaran UV. Berikut adalah *sourcecode* dan hasil akuisisi citra.

```

% --- Executes on button press in inputbutton.
function inputbutton_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputbutton (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
[FileName, FilePath] = uigetfile(...
    {'*.bmp;*.jpg;*.tif', 'Files of type (*.bmp;*.jpg;*.tif)';
    '*.bmp', 'File Bitmap (*.bmp)';
    '*.jpg', 'File Jpeg (*.jpg)';
    '*.tif', 'File Tif (*.tif)';
    '*.*', 'All Files (*.*)'}, 'Open Image');

if ~isequal(FileName,0)
    handles.path = imread(fullfile(FilePath, FileName));
    guidata(hObject,handles);
    axes(handles.axescitra);
    imshow(handles.path);
    %set(handles.textpath, 'String', fullfile(FilePath,
FileName));
else
    errordlg('File belum dipilih. Silahkan ambil file yang akan
diproses.','Information');
    return;
end
  
```

```

% --- Executes on button press in inputbuttonuv.
function inputbuttonuv_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputbuttonuv (see GCBO)
  
```

```

% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
[FileNameUV, FilePathUV] = uigetfile(...
    {'*.bmp;*.jpg;*.tif', 'Files of type (*.bmp,*.jpg,*.tif)';
    '*.bmp', 'File Bitmap (*.bmp)';
    '*.jpg', 'File Jpeg (*.jpg)';
    '*.tif', 'File Tif (*.tif)';
    '.*', 'All Files (*.*)'}, 'Open Image');

if ~isequal(FileNameUV,0)
    handles.pathuv = imread(fullfile(FilePathUV, FileNameUV));
    guidata(hObject,handles);
    axes(handles.axescitrauv);
    imshow(handles.pathuv);
    % set(handles.textpathuv, 'String', fullfile(FilePathUV,
    FileNameUV));
else
    errordlg('File belum dipilih. Silahkan ambil file yang akan
    diproses.','Information');
    return;
end

```



Gambar 3.6 Citra Uang Kertas Rupiah Hasil Pemindaian dan Penyinaran UV Rp50.000,00

2. Preprocessing

Preprocessing dilakukan untuk mendapatkan citra yang maksimal pada saat proses selanjutnya yaitu proses identifikasi untuk mendapatkan hasil identifikasi terbaik. Preprocessing dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama untuk citra uang kertas hasil scanning, sedangkan tahap kedua untuk untuk uang kertas hasil penyinaran UV. Adapun tahap-tahap yang ada dalam preprocessing adalah sebagai berikut:

Tahap 1

a. Pemotongan Citra pada pola nominal uang.

Hasil pemindaian dan pemotretan yang berbeda sehingga diperlukan proses pemotongan citra agar data set seragam. *Sourcecode* dan hasil dari proses pemotongan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

```
% Proses Cropping
input = handles.path;
crop = imcrop(input,[35 30 160 325]);

% Proses Rotating
putar = imrotate(crop, -90);
```

Dalam kode tersebut dijelaskan mengenai proses cropping menggunakan fungsi matlab `imcrop` dengan data masukan input dan region (wilayah) pemotongan berdasarkan nilai `x1,x2,y1` dan `y2`. Kemudian citra hasil pemotongan dirotasi sebanyak -90 derajat dengan fungsi `imrotate`.



Gambar 3.7 Area Pemotongan (kiri) Citra Hasil Pemotongan pada Uang Pecahan Rp50.000,00 (kanan)

b. Konversi citra RGB ke citra Grayscale dan Penyeragaman Intensitas Citra

Dalam tahap ini dilakukan proses dari citra RGB ke citra *grayscale*. Hal ini dilakukan citra hasil pemotongan memiliki warna latar belakang yang bervariasi, sehingga perlu diseragamkan.

Kemudian dilakukan penyesuaian intensitas citra dengan fungsi *imadjust* untuk memperjelas objek yang ada pada citra. Dikarenakan kondisi setiap uang kertas berbeda sehingga diperlukan proses penyesuaian intensitas. Sourcecode dan hasil dari proses ini ditunjukkan pad gambar 3.8 berikut.

```
% Proses Grayscale dan Penyeragaman Intensitas
grayscale = rgb2gray(putar);
grayscale_bright = imadjust(grayscale);
axes(handles.axesproses);
imshow(grayscale_bright);
```

Kode tersebut diawali dengan membuat image hasil pemotongan sebelumnya menjadi citra *grayscale* atau abu-abu kemudian mencerahkan hasilnya dengan fungsi *grayscale_bright*. Sementara fungsi *imadjust* adalah fungsi dasar pada matlab yang digunakan untuk transformasi intensitas pada citra *grayscale*. Intensitas disini dibuat untuk memperjelas citra dari yang agak buram menjadi lebih jelas.



Gambar 3.8 Citra *Grayscale* (kiri) dan Hasil Penyeragaman Intensitas Citra (kanan)

c. Penghilangan *Background* dan Pendeteksian Pola Nomial Uang

Pada tahap ini akan dilakukan penghilangan background untuk mendapatkan nilai fitur yang baik pada saat dilakukan proses ekstraksi fitur. Proses penghilangan *background* menggunakan fungsi active contour sehingga akan sangat jelas tampilan nilai nominal. . *Sourcecode* dan hasil dari proses ini ditunjukkan pada gambar 3.9.

```
% Proses Segmentasi dengan active contour
mask = zeros(size( grayscale_bright ));
mask(70:end-70,45:end-45) = 1;
bw = activecontour( grayscale_bright, mask, 300);
```

Dalam proses segmentasi tersebut diawali dengan menspesifikasi contour. Kemudian dilakukan segmentasi dengan metode default dan 300 iterasi.



Gambar 3.9 Citra Hasil Segmentasi

Setelah itu dilakukan proses erosi untuk Setelah itu dilakukan proses erosi untuk menghilangkan sisa-sisa dari *background*. Persamaan operasi erosi adalah jika A dan B himpunan dalam Z^2 , erosi A oleh B dinyatakan dengan $A \ominus B$, didefinisikan sebagai:

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa erosi A oleh B adalah kumpulan semua titik dimana B ditranslasikan oleh z di dalam isi A. B disini adalah *strel*. *Strel* (*structuring element*) adalah refleksi dan translasi yang digunakan untuk menformulasikan operasi yang digunakan secara luas dalam morfologi. *Strel* yang digunakan dalam proses ini adalah *strel* bertipe '*diamond*'. Sourcecode dan hasil dari penghilangan background dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut ini.

```
% Smoothing
seD = strel('diamond',1);
BWfinal = imerode(bw,seD);
BWfinal1 = bwareaopen(BWfinal,500);
```



Gambar 3.10 Citra Hasil Smoothing

d. Pengisian *Gap* pada Pola Nominal Uang

Gap adalah gambar seperti bintang-bintang yang tampil pada gambar 3.10. Dalam pengisian *gap* sendiri menggunakan operasi morfologi yaitu *closing*. Operasi *closing* merupakan penggabungan antara operasi erosi dan dilasi. Hanya saja operasi dilasi dilakukan terlebih dahulu kemudian baru diikuti dengan operasi erosi. Fungsi dilasi digunakan untuk memperluas area nominal sedangkan fungsi erosi berguna untuk menghilangkan *gap* pada nominal. Operasi *closing* dari himpunan A oleh *strel* B, dinyatakan oleh $A \bullet B$, di definisikan sebagai:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

Dapat dikatakan bahwa *closing* A oleh B adalah dilasi A oleh B, diikuti oleh erosi hasilnya oleh B (Alvian, 2012). Sourcecode dan hasil pengisian *gap* pada pola nominal uang dapat dilihat pada gambar 3.11 berikut ini.

```
% Fill gap
se = strel('diamond',2);
bwfill = imclose(BWfinal1,se);
axes(handles.axeshasil);
imshow(bwfill);
```



Gambar 3.11 Citra Hasil Pengisian *Gap* pada Pola Nominal Uang

Tahap 2

Proses pemotongan pada bagian pola *invisible ink* tidak hanya berfungsi untuk menghilangkan bagian latar belakang saja tapi juga untuk memilih area dengan ciri khusus untuk tiap uang hasil penyinaran UV. Sourcecode dan hasil proses pemotongan dapat dilihat pada gambar 3.12 berikut ini.

```
% Proses Cropping
inputuv = handles.pathuv;
cropuv = imcrop(inputuv, [60 35 830 617]);
axes(handles.axesprosesuv);
imshow(cropuv);
```



Gambar 3.12 Area Pemotongan (kiri) Citra Hasil Pemotongan pada Uang Pecahan Rp50.000,00 Hasil Penyinaran UV (kanan)

3. Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur akan dilakukan berdasarkan nilai rata-rata piksel R,G dan B untuk citra hasil penyinaran dengan UV dan untuk citra hasil pemindaian berdasarkan *texture analysis* yang berupa nilai *entropy*, nilai *contrast*, nilai *correlation*, nilai *energy* dan nilai *homogeneity* yang nantinya akan digunakan sebagai parameter dalam proses klasifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah. Penjelasan dan blok diagram dari masing-masing proses adalah sebagai berikut:

a. Analisis *Texture* Berdasarkan Kedekatan

Analisis *texture* adalah deskripsi daerah dari suatu gambar dengan variasi *texture* dalam intensitas piksel atau tingkat abu-abu seperti dilihat dari kekasaran, kelembutan atau keteraturan. Dasar jenis perhitungan bersifat struktural, statistik dan spektral. Struktural adalah susunan elemen tekstur sedangkan spektrum adalah analisis berdasarkan domain frekuensi spasial. Statistik didasarkan pada hubungan intensitas piksel dalam fitur statistik seperti *Gray Level Cooccurrence Matriks* (GLCM) yang merupakan perhitungan frekuensi masing-masing pasangan piksel

yang terjadi untuk kombinasi yang berbeda dari kecerahan nilai piksel dalam gambar. *Cooccurrence matriks* menangkap distribusi spasial tingkat abu-abu dan memperoleh fitur seperti kontras, energi, homogenitas dan korelasi.

Pengukuran nilai-nilai tekstur tersebut didefinisikan antara lain sebagai berikut (Usman Ahmad, 2005):

1. *Contrast*

Untuk mengukur intensitas kontras antara sebuah piksel dan tetangganya dalam seluruh gambar dan didefinisikan sebagai berikut:

$$\sum_i \sum_j (i - j)^2 p_{i,j}$$

2. *Correlation*

Korelasi menunjukkan ketergantungan linier derajat keabuan dari piksel-piksel yang saling bertetangga dalam suatu citra abu-abu. Persamaan korelasi disimbolkan sebagai berikut:

$$\sum_i \sum_j p_{i,j} \frac{(i - m_i)(j - m_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

3. *Energy*

Energi merupakan fitur GLCM yang digunakan untuk mengukur konsentrasi pasangan intensitas pada matriks GLCM dan didefinisikan sebagai berikut:

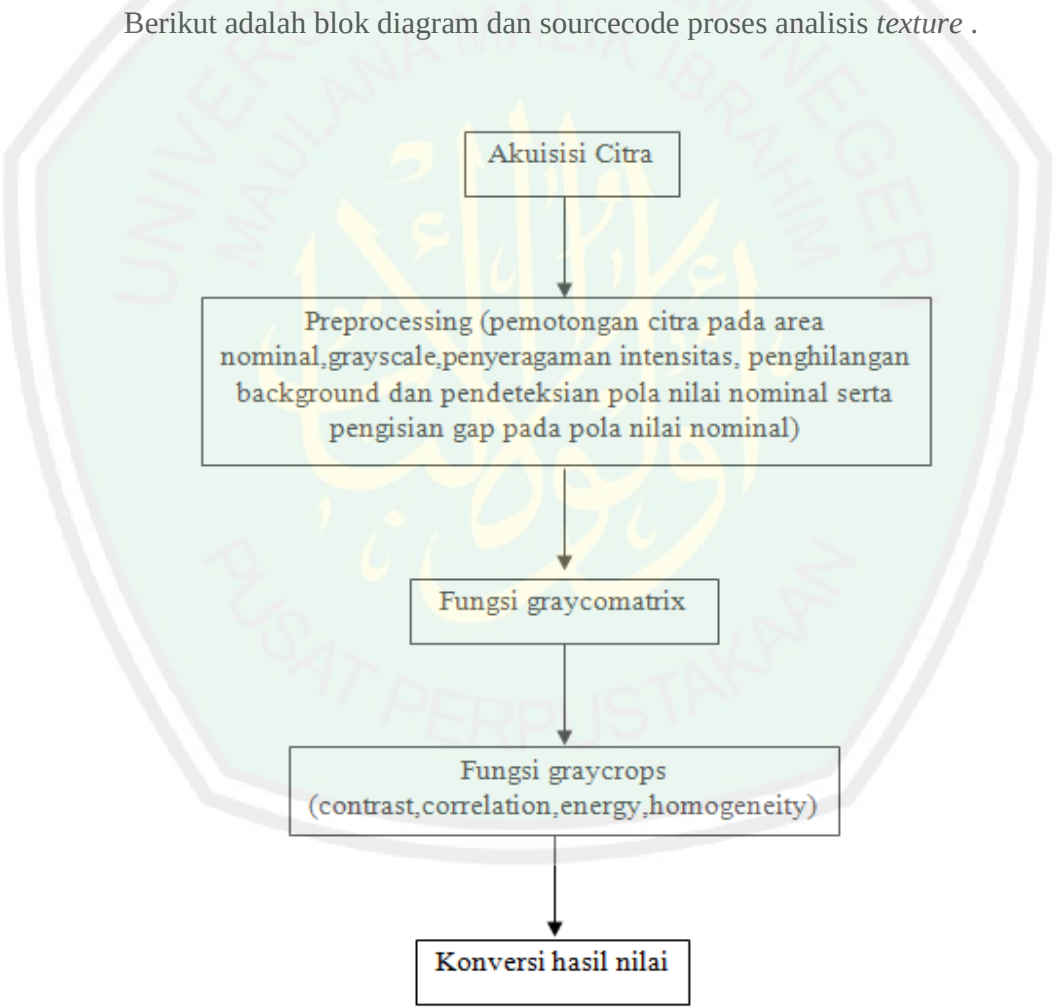
$$\sum_i \sum_j p_{i,j}^2$$

4. Homogeneity

Menunjukkan kehomogenan variasi intensitas dalam citra. Persamaan homogenitas adalah sebagai berikut:

$$\sum_i \sum_j \frac{p_{i,j}}{1 + |i - j|}$$

Berikut adalah blok diagram dan sourcecode proses analisis *texture* .



Gambar 3.13 Blok Diagram Analisis *Texture* Berdasarkan Kedekatannya


```

glcmcontrast = graycomatrix(input);
contraststruct = graycoprops(glcmcontrast, {'contrast'});
contrastcell = struct2cell(contraststruct);
contrastvalue = cell2mat(contrastcell);

glcmcorrelation = graycomatrix(input);
correlationstruct = graycoprops(glcmcorrelation, {'correlation'});
correlationcell = struct2cell(correlationstruct);
correlationvalue = cell2mat(correlationcell);

glcmenergy = graycomatrix(input);
energystruct = graycoprops(glcmenergy, {'energy'});
energycell = struct2cell(energystruct);
energyvalue = cell2mat(energycell);

glcmhomogeneity = graycomatrix(input);
homogeneitystruct = graycoprops(glcmhomogeneity, {'homogeneity'});
homogeneitycell = struct2cell(homogeneitystruct);
homogeneityvalue = cell2mat(homogeneitycell);

end

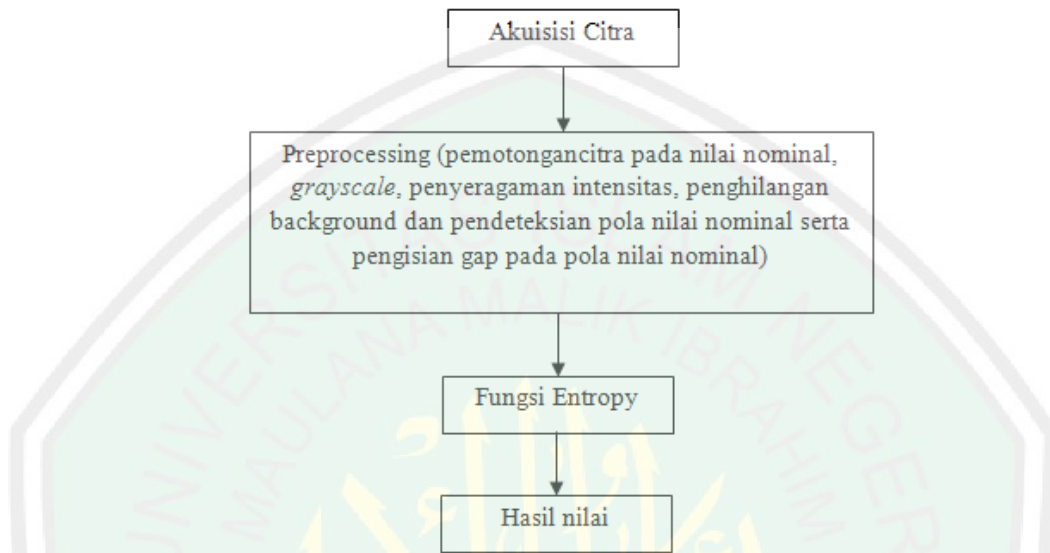
```

b. Analisis *Texture* Berdasarkan Nilai *Entropy*

Analisis *texture* berdasarkan nilai *entropy* adalah ukuran statistik keacakan yang dapat digunakan untuk menggambarkan *texture* citra masukan. Entropi didefinisikan sebagai:

$$a. -\text{Sum}(p.*\log_2(p))$$

dimana p berisi jumlah histogram dari fungsi `imhist`. Secara default, entropi menggunakan dua buah tempat untuk array logis dan 256 bins untuk `uint8`, `uint16` atau `double` array yang diterapkan di matlab (Gonzalez, R.C., R.E. Woods, S.L. Eddins, 2003). Adapun blok diagram analisis *texture* dengan mengambil nilai *entropy* suatu citra masukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.14 Blok Diagram Analisis *Texture* Berdasarkan Nilai *Entropy*

Berikut adalah sourcecode ekstraksi fitur analisis *texture* berdasarkan nilai *entropy*.

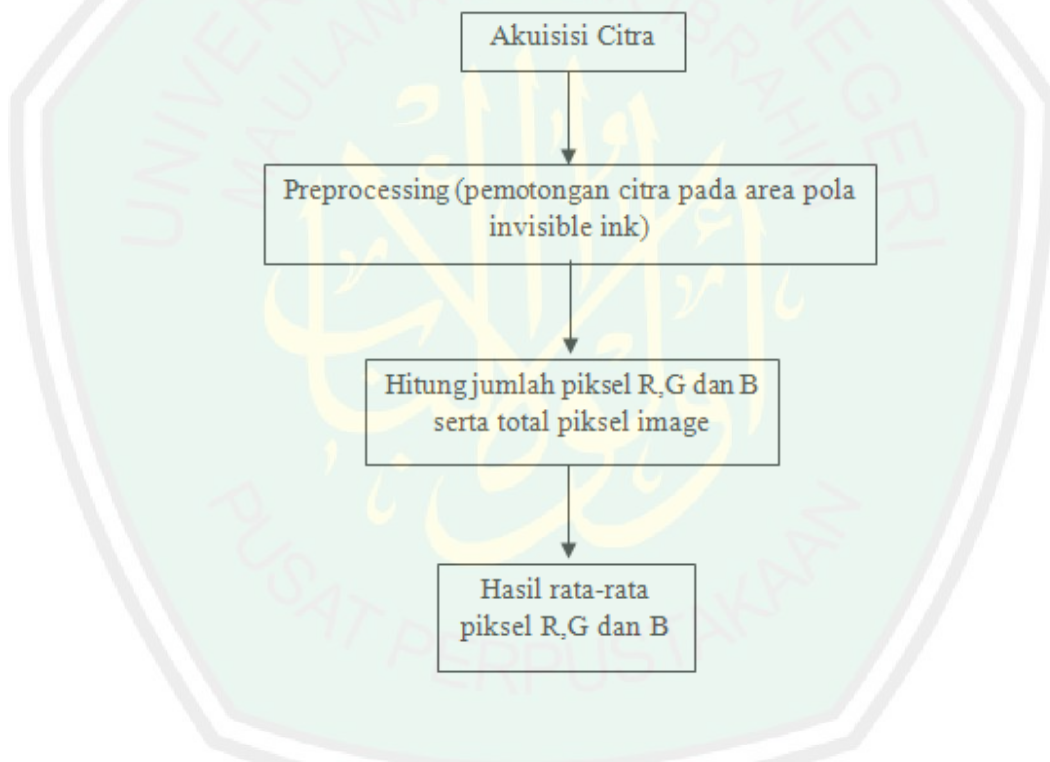
```

function [entropyvalue, contrastvalue, correlationvalue,
energyvalue, homogeneityvalue] = functiontextureanalysis(input)
%FUNCTIONTEXTUREANALYSIS
% Fungsi untuk mengekstrak fitur dari grayscale image berupa
entropy,
% contrast, correlation, energy dan homogeneity yang akan
menjadi input
% untuk training dan testing Naive.

entropyvalue = entropy(input);
  
```

c. Rata-rata Nilai Piksel RGB

Fitur citra warna dibagi menjadi indeks indeks warna merah (R), indeks warna hijau (G) dan indeks warna biru (B). Ekstraksi fitur dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata piksel R, G dan B dari citra warna. Berikut adalah blok diagram dan sourcecode proses ekstraksi fitur rata-rata nilai piksel RGB.



Gambar 3.15 Blok diagram rata-rata nilai piksel RGB

```

function [meanR, meanG, meanB] = functionmeanrgb(input)
%FUNCTIONMEANRGB
% Fungsi untuk mengekstrak fitur mean dari RGB citra yang
% akan menjadi input untuk training
% dan testing Naive Bayessian.

R = input(:,:,1);
G = input(:,:,2);
B = input(:,:,3);

sumR = sum(sum(R));
sumG = sum(sum(G));
sumB = sum(sum(B));

s = size(input);
jumlahPiksel = s(1)*s(2);

meanR = sumR/jumlahPiksel;
meanG = sumG/jumlahPiksel;
meanB = sumB/jumlahPiksel;

end

```

4. Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah

Proses identifikasi merupakan bagian inti dari sistem, setelah proses identifikasi akan keluar output berupa hasil identifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah. Dalam proses ini digunakan perangkat lunak MATLAB R2013a.

Dalam proses identifikasi nilai nominal dan keaslian menggunakan *Naïve Bayessian* dilakukan dalam dua tahap yakni tahap pelatihan dan pengujian. Dalam tahap pelatihan ini digunakan mendapatkan nilai *classifier* dan disimpan yang nantinya digunakan sebagai parameter dalam tahap pengujian.

Adapun langkah-langkah algoritma *Naïve Bayessian* untuk klasifikasi adalah sebagai berikut:

1. Mengambil citra yang akan diklasifikasi,



Gambar 3.16 Citra 20.000_asli_07.jpg

2. Menghitung *mean* dan standar deviasi untuk masing-masing ciri dari masing-masing kelas dari data training. Berikut adalah data training.

Tabel 3.1 Data Training uang kertas rupiah

No	Nama File	Mean R	Mean G	Mean B
1	5.000_asli_01	145.6995	57.9129	253.8849
2	5.000_asli_02	146.8534	76.9956	254.0292
3	5.000_asli_03	149.5498	84.1163	254.0146
4	5.000_asli_04	148.4287	73.0073	253.8721
5	5.000_asli_05	143.1865	81.7726	253.5509
6	10.000_asli_01	163.9107	71.5573	254.0913
7	10.000_asli_02	168.4817	80.6010	254.1947
8	10.000_asli_03	159.0397	59.3028	254.2577
9	10.000_asli_04	163.3057	73.2125	254.2313
10	10.000_asli_05	164.6600	72.7752	253.5927
11	20.000_asli_01	130.1244	75.1911	252.8783
12	20.000_asli_02	122.5979	74.1433	253.3123
13	20.000_asli_03	123.0454	79.4882	253.8469
14	20.000_asli_04	127.0283	89.8027	252.6505
15	20.000_asli_05	132.2561	93.4421	253.3812
16	50.000_asli_01	147.2541	74.7582	253.9413
17	50.000_asli_02	141.7360	73.6876	254.0293
18	50.000_asli_03	148.5757	73.5704	254.1415
19	50.000_asli_04	156.6505	96.9636	253.8764
20	50.000_asli_05	157.9603	96.7139	253.9442
21	100.000_asli_01	142.2171	85.4864	252.9273
22	100.000_asli_02	135.9949	79.9362	252.2694

No	Nama File	Mean R	Mean G	Mean B
23	100.000_asli_03	140.8485	83.3232	252.2395
24	100.000_asli_04	145.8201	70.3997	253.2800
25	100.000_asli_05	143.5550	74.5061	254.0950
26	5.000_palsu_01	0.5450	151.8806	245.9438
27	5.000_palsu_02	0.5287	153.1739	245.6033
28	5.000_palsu_03	0.7712	152.0807	245.2443
29	5.000_palsu_04	0.6894	156.0855	244.9111
30	5.000_palsu_05	0.8982	155.4718	246.0468
31	10.000_palsu_01	0.8706	147.9834	241.2627
32	10.000_palsu_02	0.4918	153.1063	242.3479
33	10.000_palsu_03	1.0674	150.3472	242.6328
34	10.000_palsu_04	0.8698	148.3130	241.4626
35	10.000_palsu_05	0.8031	149.3978	243.8959
36	20.000_palsu_01	0.7548	150.7609	233.2609
37	20.000_palsu_02	0.6097	156.8216	232.1197
38	20.000_palsu_03	0.8158	158.8785	237.7287
39	20.000_palsu_04	0.6857	174.2745	231.7807
40	20.000_palsu_05	0.6768	155.0622	233.9916
41	50.000_palsu_01	0.6355	142.3522	238.9905
42	50.000_palsu_02	0.7270	149.9894	237.7473
43	50.000_palsu_03	0.8355	147.8133	236.3063
44	50.000_palsu_04	0.6765	146.7496	237.7579
45	50.000_palsu_05	0.6762	153.9322	237.1486
46	100.000_palsu_01	0.6874	165.0187	241.1343
47	100.000_palsu_02	0.7898	169.0217	241.4381
48	100.000_palsu_03	0.5976	165.8280	242.5199
49	100.000_palsu_04	0.6913	169.1673	242.1284
50	100.000_palsu_05	0.9865	168.7150	241.9416

Dari data pada table 3.1 dihitung *mean* dan standar deviasi dari masing-masing kelas sebagai parameter untuk klasifikasi. Berikut adalah tabel mean dan standar deviasi.

Tabel 3.2 Data *Mean* dan Standar Deviasi

Kelas	Var	Mean R	Mean G	Mean B
1	Mean	145.9512	78.10665	253.6213
	StDev	12.87175	9.678719	0.603907
2	Mean	0.735252	155.689	240.2138
	StDev	0.139075	8.362869	4.34144

3. Mengambil ciri (*ekstraksi fitur*) dari citra 20.000_asli_07.jpg sebagai data uji (Mean R, Mean G, Mean B).

Tabel 3.3 Data Uji

Mean R	Mean G	Mean B
145.9512	78.10665	253.6213

Mean R = Fitur 1

Mean G = Fitur 2

Mean B = Fitur 3

4. Mengklasifikasi data uji

Seluruh data hail train dan uji merupakan data berbentuk numeric sehingga klasifikasi menggunakan rumus distribusi normal yaitu:

$$p(h_j|x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana,

$p(h_j|x)$ = probabilitas muncul kelas 1,2,3,4,5 dan 6 jika diketahui fitur (ciri)

σ = Standar deviasi

μ = Mean (nilai rata-rata dari fitur)

x = Nilai fitur

$$p(F = fi|K = ki) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{(f-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana,

$K = ki$, K adalah kelas, i adalah kelas ke-1,2,3,4,5 dan 6

$F=fi$, F adalah fitur, i adalah fitur ke-1,2,3,4 dan 5

σ = Standar deviasi (dari masing-masing kelas dan masing-masing ciri)

μ = Mean (nilai rata-rata dari masing-masing kelas dan masing-masing ciri)

Perhitungan dimulai dari setiap kelas serta setiap fitur

1. Kelas 1 (Asli)

a. Menghitung fitur 1 dari data

$$p(135.0559 | 1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} 12.87175} e^{-\frac{(135.0559-145.9512)^2}{2(12.87175)^2}} = 0.0217$$

b. Menghitung fitur 2 dari data

$$p(88.5483 | 1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} 9.678} e^{-\frac{(88.5483-78.10665)^2}{2(9.678)^2}} = 0.023$$

- c. Menghitung fitur 3 dari data

$$p(252.912 | 1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.603} e^{-\frac{(252.915-253.621)^2}{2(0.603)^2}} = 0.3349$$

2. Kelas 2 (Palsu)

- a. Menghitung fitur 1 dari data

$$p(135.0559 | 2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0.139} e^{-\frac{(135.0559-0.735)^2}{2(0.139)^2}} = 0$$

- b. Menghitung fitur 2 dari data

$$p(88.5483 | 2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 8.362} e^{-\frac{(88.548-155.689)^2}{2(8.362)^2}} = 4.79404E - 16$$

- c. Menghitung fitur 3 dari data

$$p(252.915 | 2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 4.341} e^{-\frac{(252.915-240.213)^2}{2(4.341)^2}} = 1.83277E - 55$$

5. Mengalikan hasil setiap perhitungan dari setiap kelas.

$$\text{Kelas 1} = 0.0217 * 0.023 * 0.3349 = 0.000167$$

$$\text{Kelas 2} = 0 * 4.79404E - 16 * 1.83277E - 55 = 0$$

6. Membandingkan hasil dari perkalian dan klasifikasi

$$\text{Kelas 1} = 0.000167 > \text{Kelas 2} = 0,$$

Maka dari hasil perhitungan tersebut citra yang dilakukan *test* identifikasi berada pada kelas 1 (Asli).

Berikut ini adalah *sourcecode* untuk proses identifikasi nilai nominal uang kertas rupiah,

```
% mengambil nilai rata-rata RGB dari citra tes
testuv = [meanR, meanG, meanB];
disp(testuv);

%me load data train dari file datauv.txtt
load 'datauv.txt'

% load kelas/label dari tiap-tiap data
% kelas berbentuk vektor dengan ukuran Nx1
load 'kelasuv.txt'

% training data dengan data sebanyak 8
trainuv = datauv(1:end, :);
trainkelasuv = kelasuv(1:end, :);

naivetrainuv = NaiveBayes.fit(trainuv, trainkelasuv);
naivepredictuv = naivetrainuv.predict(testuv);

if naivepredictuv == 1;
    kelasuv = 'Asli';
elseif naivepredictuv == 2;
    kelasuv = 'Palsu';
end

set(handles.texthasiluv, 'String', kelasuv);

catch errorObj
    % If there is a problem, we display the error message
    errordlg(getReport(errorObj, 'extended', 'hyperlinks', 'off'), 'Error');
end
```

```
% input nilai fitur yang digunakan untuk testing
test = [entropyvalue, contrastvalue, correlationvalue,
        energyvalue, homogeneityvalue];
disp(test);

% load data
load data.txt

% load kelas/label dari tiap-tiap data
```



```

% class berbentuk vektor dengan ukuran Nx1
load kelas.txt

train = data(1:end, :);
trainkelas = kelas(1:end, :);

naivetrain = NaiveBayes.fit(train, trainkelas);

naivepredict = naivetrain.predict(test);

if naivepredict == 1;
    class = 'Rp 5.000';
elseif naivepredict == 2;
    class = 'Rp 10.000';
elseif naivepredict == 3;
    class = 'Rp 20.000';
elseif naivepredict == 4;
    class = 'Rp 50.000';
elseif naivepredict == 5;
    class = 'Rp 100.000';
elseif naivepredict == 6;
    class = 'Rp 1.000';
elseif naivepredict == 7;
    class = 'Rp 2.000';
end

set(handles.texthasil, 'String', class);

catch errorObj
    % If there is a problem, we display the error message
    errordlg(getReport(errorObj, 'extended', 'hyperlinks', 'off'), 'Error');
end

```

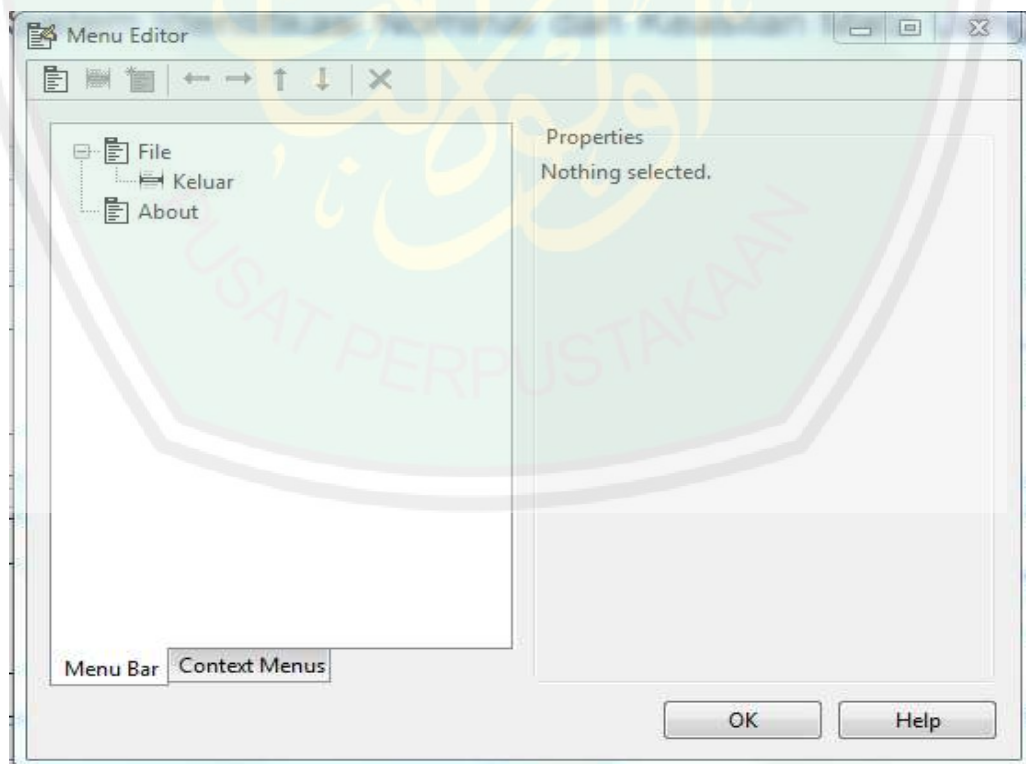
Inti dari sourcode diatas adalah pada *naivetrain*, *naivetrainuv*, *naivepredict* dan *naivepredictuv*. Pada fungsi train menggunakan `NaiveBayes.fit(traininguv, trainingclassuv)`; digunakan untuk membangun obyek *Naïve Bayes* classifier berbentuk sebuah angka matrik. Baris pada *traininguv* merupakan data pengamatan

sedangkan kolomnya merupakan cirri. Sedangkan *Trainingclassuv* mengklasifikasikan variable dari *traininguv* menjadi kelas-kelas.

Pada `naivepredictuv = naivetrainuv.predict(testinguv);` mengklasifikasikan setiap baris pada *testinguv* (merupakan data test yang didapat dari citra) ke dalam kelas berdasarkan *naivetrainuv*.

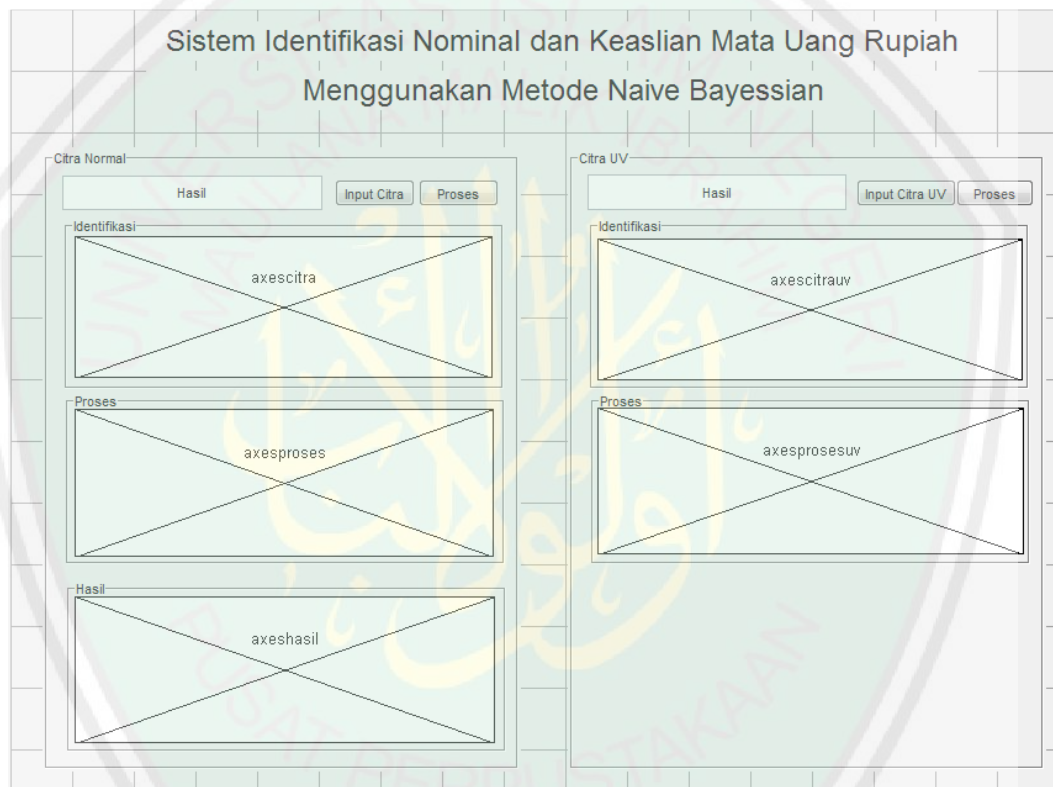
3.4.3 Perancangan Antar Muka

Untuk mempermudah pengguna, maka perlu untuk dibuat sebuah desain form antarmuka. Berikut ini adalah rancangan antarmuka untuk sistem identifikasi nilai nominal dan keaslian mata uang kertas rupiah.



Gambar 3.17 Menu Perangkat Lunak

Dalam menu aplikasi terdapat pilihan ‘Keluar’ ini digunakan untuk keluar aplikasi (Ctrl + K). Kemudian Menu ‘About’ berisi mengenai informasi aplikasi dan developer.



Gambar 3.18 Desain Interface

Pada desain interface terdapat beberapa tombol. Untuk tombol ‘input citra’ digunakan untuk membuka citra hasil pemindaian yang terdapat pada *drive* komputer, sedangkan tombol ‘Input Citra Uv’ digunakan untuk membuka citra hasil penyinaran uv yang akan diidentifikasi. Sedangkan tombol ‘proses’ untuk mengidentifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah. Setelah selesai citra akan ditampilkan pada

axeshasil dan axesprosesuv sedangkan hasil identifikasi akan ditampilkan pada 'texthasil' dan 'texthasiluv'.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai rangkaian uji coba dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan. Implementasi berupa fungsi-fungsi atau *source code* untuk proses identifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah mulai dari tahap awal hingga akhir. Uji coba dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari hasil implementasi sistem, evaluasi dilakukan untuk menganalisis hasil uji coba dan untuk mendapatkan kesimpulan dari sistem.

4.1. Lingkungan Implementasi

Implementasi merupakan proses penerapan desain sistem menjadi suatu aplikasi. Implementasi terdiri dari lingkungan perangkat keras dan lingkungan perangkat lunak yang akan mendukung kinerja sistem. Spesifikasi dari perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam uji coba ini antara lain adalah :

Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba

No	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1.	Laptop	Asus Eee PC Seashell series
2	Processor	Processor Intel® Atom™ CPU N570 @ 1.66Ghz 1.67GHz
3	Memori	2.00 Gb
4	Perangkat Lunak	Matlab R2013a

4.2. Penjelasan Program

Subbab ini menjelaskan mengenai alur pembuatan dan kegunaan program serta tampilan desain dari program. Berikut ini tampilan-tampilan halaman dalam program yang dibuat.

4.2.1 Proses Menampilkan Halaman Utama

Halaman utama adalah halaman yang pertama kali diakses oleh pengguna. Dalam halaman ini terdapat beberapa Menu dan Tombol dengan fungsi masing-masing. Tampilan halaman utama dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



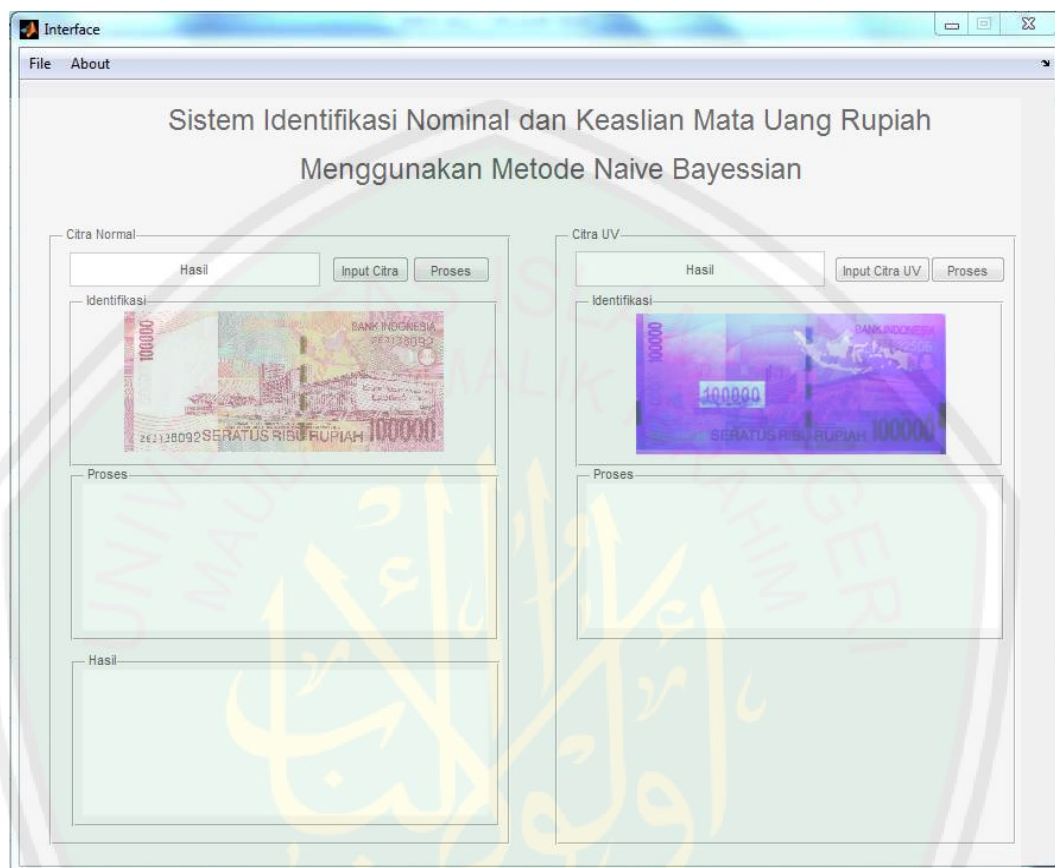
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama

Di halaman utama sistem terdapat beberapa menu dan tombol dengan fungsi sebagai berikut :

1. Menu 'File' → 'Exit' berfungsi untuk keluar dari aplikasi
2. Menu 'About' → berfungsi untuk menampilkan dialog mengenai judul dan fungsi aplikasi serta pengembang aplikasi.
3. Tombol 'Input Citra' berfungsi untuk mengambil citra hasil pemindaian yang akan diidentifikasi nilai nominalnya yang terdapat pada *drive* komputer.
4. Tombol 'Input Citra UV' berfungsi untuk mengambil citra UV yang akan diidentifikasi keasliannya yang terdapat pada *drive* komputer.
5. Tombol 'Proses' terdapat dua, untuk tombol di sebelah tombol 'Input Citra' digunakan untuk melakukan proses identifikasi nilai nominal uang kertas. Sedangkan tombol 'Proses' di sebelah tombol 'Input Citra UV' digunakan untuk melakukan proses identifikasi keaslian uang kertas rupiah.

4.2.2 Proses Input Citra

Proses akuisisi citra adalah proses memasukkan/input citra pada *drive* komputer pada sistem, baik hasil pemindaian maupun citra uv. Untuk citra hasil pemindaian ditampilkan dalam axescitra sedangkan untuk citra uv akan ditampilkan pada axescitrauv. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah.



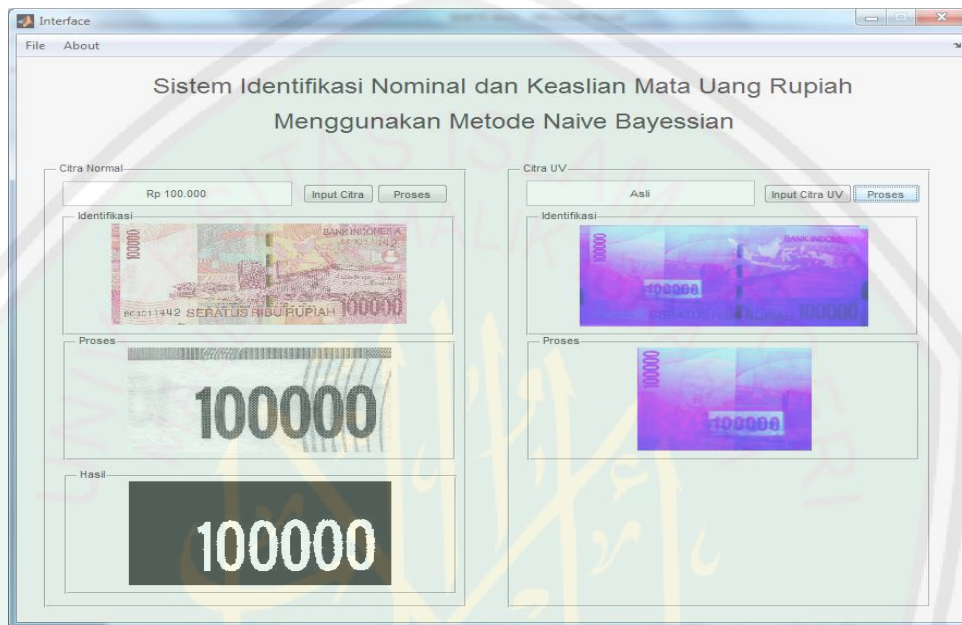
Gambar 4.2 Gambar proses akuisi citra pecahan Rp100.000,00

Setelah muncul halaman utama pengguna tinggal menampilkan citra hasil pemindaian maupun citra uv, dengan menekan tombol input citra dan input citra uv.

4.2.3 Proses Menampilkan Hasil

Dibawah ini adalah tampilan dari hasil identifikasi uang kertas rupiah. Pada gambar 4.3 ditampilkan proses identifikasi uang kertas pecahan Rp100.000,00. Untuk identifikasi nilai nominal uang ada di sebelah kiri, sedangkan untuk identifikasi keaslian ada di sebelah kanan. Program dibuat untuk mengenali semua pecahan uang

kertas rupiah termasuk Rp1000,00; Rp2000,00; Rp5000,00; Rp10.000,00; Rp20.000,00; Rp50.000,00; Rp100.000,00.



Gambar 4.3 Proses identifikasi uang kertas pecahan Rp100.000,00

4.3. Uji Coba

Pengujian perangkat lunak terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pelatihan dan pengujian. Data yang digunakan untuk pelatihan tidak sama dengan data yang dilakukan dalam pengujian. Hal ini dikarenakan untuk mengukur tingkat evaluasi perangkat lunak terhadap data citra yang berbeda, apabila citra sama maka hasilnya akan 100% sama. Terdapat dua proses identifikasi yaitu identifikasi nominal uang kertas rupiah dan tahap identifikasi keaslian uang kertas rupiah. Percobaan ini dilakukan terpisah dimana nominal dahulu kemudian keasliannya.

4.3.1 Pelatihan

Berikut adalah data latih yang digunakan untuk tahap pelatihan . Data ini terdiri dari beberapa fitur dari proses ekstraksi fitur. Adapun fitur-fitur yang digunakan untuk mengidentifikasi nominal uang kertas rupiah adalah sebagai berikut:

EN = nilai *entropy*

ER = nilai *energy*

CN = nilai *contrast*

HM = nilai *homogeneity*

CR = nilai *correlation*

Sedangkan fitur-fitur yang digunakan untuk mengidentifikasi keaslian uang kertas rupiah dengan keterangan sebagai berikut:

MR = nilai mean piksel R

MG = nilai mean piksel G

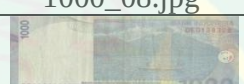
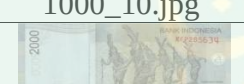
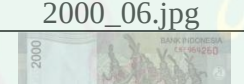
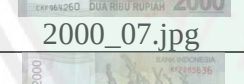
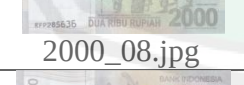
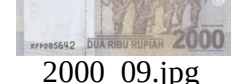
MB = nilai mean piksel B

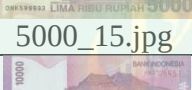
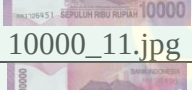
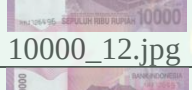
Seluruh hasil dari ekstraksi fitur nilai nominal dan keaslian uang kertas terdapat dalam lampiran.

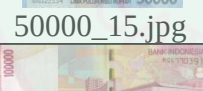
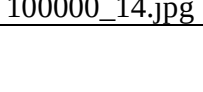
4.3.2 Pengujian

Pengujian menggunakan metode *Naïve Bayessian* terdiri dari dua tahap, diawali dengan pengujian nilai nominal uang kertas rupiah. Pengujian pertama ini sendiri diawali dengan melatih sistem *Naïve Bayessian* dengan data latih sebanyak 60 data. Kemudian diuji coba dengan 35 data pengujian yang berbeda dan melakukan perbandingan dengan melakukan pengujian secara manual. Hasil identifikasi nilai nominal uang kertas rupiah adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Tabel Perbandingan Hasil Identifikasi Manual dan Perangkat Lunak Nilai Nominal Uang Kertas Rupiah

No	File Uji	Identifikasi Perangkat Lunak	Identifikasi Manual
1	 1000_06.jpg	Rp 5.000	Rp 1.000
2	 1000_07.jpg	Rp 1.000	Rp 1.000
3	 1000_08.jpg	Rp 5.000	Rp 1.000
4	 1000_09.jpg	Rp 5.000	Rp 1.000
5	 1000_10.jpg	Rp 1.000	Rp 1.000
6	 2000_06.jpg	Rp 2.000	Rp 2.000
7	 2000_07.jpg	Rp 2.000	Rp 2.000
8	 2000_08.jpg	Rp 2.000	Rp 2.000
9	 2000_09.jpg	Rp 2.000	Rp 2.000
10	 2000_10.jpg	Rp 2.000	Rp 2.000

No	File Uji	Identifikasi Perangkat Lunak	Identifikasi Manual
11	 5000_11.jpg	Rp5.000,00	Rp5.000,00
12	 5000_12.jpg	Rp5.000,00	Rp5.000,00
13	 5000_13.jpg	Rp5.000,00	Rp5.000,00
14	 5000_14.jpg	Rp5.000,00	Rp5.000,00
15	 5000_15.jpg	Rp5.000,00	Rp5.000,00
16	 10000_11.jpg	Rp10.000,00	Rp10.000,00
17	 10000_12.jpg	Rp10.000,00	Rp10.000,00
18	 10000_13.jpg	Rp10.000,00	Rp10.000,00
19	 10000_14.jpg	Rp5.000,00	Rp10.000,00
20	 10000_15.jpg	Rp10.000,00	Rp10.000,00
21	 20000_11.jpg	Rp 1.000	Rp20.000,00
22	 20000_12.jpg	Rp20.000,00	Rp20.000,00

No	File Uji	Identifikasi Perangkat Lunak	Identifikasi Manual
23	 20000_13.jpg	Rp20.000,00	Rp20.000,00
24	 20000_14.jpg	Rp 1.000	Rp20.000,00
25	 20000_15.jpg	Rp20.000,00	Rp20.000,00
26	 50000_11.jpg	Rp50.000,00	Rp20.000,00
27	 50000_12.jpg	Rp50.000,00	Rp20.000,00
28	 50000_13.jpg	Rp50.000,00	Rp50.000,00
29	 50000_14.jpg	Rp20.000,00	Rp50.000,00
30	 50000_15.jpg	Rp50.000,00	Rp50.000,00
31	 100000_11.jpg	Rp100.000,00	Rp100.000,00
32	 100000_12.jpg	Rp100.000,00	Rp100.000,00
33	 100000_13.jpg	Rp100.000,00	Rp100.000,00
34	 100000_14.jpg	Rp100.000,00	Rp100.000,00

35	 100000_15.jpg	Rp100.000,00	Rp100.000,00
----	--	--------------	--------------

Tabel 4.2 menunjukkan hasil perbandingan antara identifikasi nominal uang kertas rupiah menggunakan perangkat lunak dan secara manual. Identifikasi manual yang dimaksud adalah identifikasi langsung tanpa menggunakan alat. Dari data uji sebanyak 35 data. Untuk menghitung prosentase efektifitas sistem dapat menggunakan *f-measure* :

$$precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F - Measure = 2 \cdot \frac{precision \cdot recall}{precision + recall}$$

Dimana,

- TP (*True Positive*) adalah banyaknya hasil uji coba nilai nominal citra uang kertas yang tepat pada saat uji dengan perangkat lunak dan cocok pada saat uji manual.
- FP (*False Positive*) adalah banyaknya hasil uji coba nilai nominal citra uang kertas yang tidak tepat pada saat uji dengan perangkat lunak dan cocok pada saat uji manual.
- FN (*False Negative*) adalah banyaknya hasil uji coba nilai nominal citra uang kertas yang tidak tepat pada saat uji dengan perangkat lunak dan tidak cocok pada saat uji manual.

Dari data tersebut dapat dirincikan,

$$TP \text{ (True Positive)} = 28$$

$$FP \text{ (False Positive)} = 7$$

$$FN \text{ (False Negative)} = 0$$

Berikut perhitungan nilai efektifitas program.

$$precision = \frac{28}{28 + 7} = 0.8 \quad recall = \frac{28}{28 + 0} = 1$$

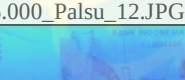
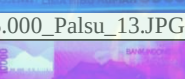
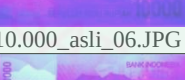
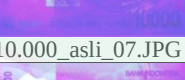
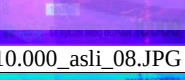
$$F - Measure = 2 \cdot \frac{0.8 \cdot 1}{0.8 + 1} = 0.888$$

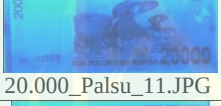
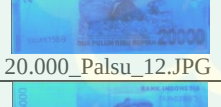
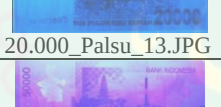
$$Prosentase = 0.888 \times 100\% = 88.8\%$$

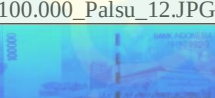
Dari perhitungan nilai *F-Measure* diatas, maka prosentase akan keakurasian sistem mengidentifikasi nilai nominal uang kertas rupiah adalah sebesar 88,8%.

Tahap selanjutnya adalah pengujian keaslian uang kertas rupiah. Pengujian ini diuji coba dengan 30 data testing yang berbeda serta pengujian secara manual. Hasil identifikasi keaslian uang kertas rupiah adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Tabel Perbandingan Hasil Identifikasi Manual dan Perangkat Lunak
Keaslian Uang Kertas Rupiah

No	File Uji	Identifikasi Perangkat Lunak	Identifikasi Manual
1	 5.000_asli_06.JPG	ASLI	Uang Asli
2	 5.000_asli_07.JPG	ASLI	Uang Asli
3	 5.000_asli_08.JPG	ASLI	Uang Asli
4	 5.000_Palsu_11.JPG	PALSU	Uang Palsu
5	 5.000_Palsu_12.JPG	PALSU	Uang Palsu
6	 5.000_Palsu_13.JPG	PALSU	Uang Palsu
7	 10.000_asli_06.JPG	ASLI	Uang Asli
8	 10.000_asli_07.JPG	ASLI	Uang Asli
9	 10.000_asli_08.JPG	ASLI	Uang Asli
10	 10.000_Palsu_11.JPG	PALSU	Uang Palsu
11	 10.000_Palsu_12.JPG	PALSU	Uang Palsu

No	File Uji	Identifikasi Perangkat Lunak	Identifikasi Manual
12	 10.000_Palsu_13.JPG	PALSU	Uang Palsu
13	 20.000_asli_06.JPG	ASLI	Uang Asli
14	 20.000_asli_07.JPG	ASLI	Uang Asli
15	 20.000_asli_08.JPG	ASLI	Uang Asli
16	 20.000_Palsu_11.JPG	PALSU	Uang Palsu
17	 20.000_Palsu_12.JPG	PALSU	Uang Palsu
18	 20.000_Palsu_13.JPG	PALSU	Uang Palsu
19	 50.000_asli_06.JPG	ASLI	Uang Asli
20	 50.000_asli_07.JPG	ASLI	Uang Asli
21	 50.000_asli_08.JPG	ASLI	Uang Asli
22	 50.000_Palsu_11.JPG	PALSU	Uang Palsu
23	 50.000_Palsu_12.JPG	PALSU	Uang Palsu

No	File Uji	Identifikasi Perangkat Lunak	Identifikasi Manual
24	 50.000_Palsu_13.JPG	PALSU	Uang Palsu
25	 100.000_asli_06.JPG	ASLI	Uang Asli
26	 100.000_asli_07.JPG	ASLI	Uang Asli
27	 100.000_asli_08.JPG	ASLI	Uang Asli
28	 100.000_Palsu_11.JPG	PALSU	Uang Palsu
29	 100.000_Palsu_12.JPG	PALSU	Uang Palsu
30	 100.000_Palsu_13.JPG	PALSU	Uang Palsu

Tabel 4.5 menunjukkan hasil identifikasi menggunakan perangkat lunak dan identifikasi secara manual. Dari 30 data uji telah didapatkan hasil semua data teridentifikasi secara benar semua.

Dari data tersebut dapat dirincikan,

$$TP \text{ (True Positive)} = 30$$

$$FP \text{ (False Positive)} = 0$$

$$FN \text{ (False Negative)} = 0$$

Berikut perhitungan nilai efektifitas program.

$$precision = \frac{30}{30 + 0} = 1 \quad recall = \frac{30}{30 + 0} = 1$$

$$F - Measure = 2 \cdot \frac{1 \cdot 1}{1 + 1} = 1$$

Dari nilai *F-Measure* diatas, maka prosentase akurasi sistem dalam mengidentifikasi keaslian uang kertas rupiah sebesar 100%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian ini, metode Naïve Bayessian dapat mengidentifikasi nilai nominal dan keaslian uang kertas rupiah pada pecahan Rp1000,00; Rp2000,00; Rp5000,00; Rp10.000,00; Rp20.000,00; Rp50.000,00; Rp100.000,00 dengan tingkat akurasi 88.8% serta mengidentifikasi keaslian sebesar dengan akurasi 100%.. Semakin banyak data latih akan membuat sistem lebih baik tingkat keakurasiannya. Hal ini karena ada banyaknya data *train* sebagai pembanding terhadap data *testing*

5.2 Saran

Dari penelitian ini penulis menyarankan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan diterapkan pada perangkat keras untuk kebutuhan transaksi otomatis, sehingga dapat membantu lebih banyak orang.
2. Menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi lebih tinggi sehingga memberikan waktu praproses dan ekstraksi fitur yang lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Berita Unik, *Sejarah Mata Uang Indonesia Rupiah*. Diakses pada 26 Maret 2013, dari Berita Unik
<http://www.beritaunik.net/unik-aneh/sejarah-mata-uang-indonesia-rupiah.html>
- CiriKeaslianRupiah.pdf. Diakses pada 4 Maret 2013, dari Bank Indonesia
<http://www.bi.go.id/web/id/Info+dan+Edukasi+Konsumen/Mengenal+Rupiah/>
- Euisun Choi, Jongseok Lee and Joonhyun Yoon. *Feature Extraction for Bank Note Classification Using Wavelet Transform*. 2006. IEEE
- Harian Surya. 6 Maret, 2013 . *TKW Edarkan Uang Palsu, Diduga Jaringan dari Malaysia*, hlm. 1.
- ..., Image Processing Toolbox , Function Reference
<http://www.mathworks.com/products/image/functionlist.html> (diakses pada tanggal 25 Juli 2013)
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- Omatsu , Sigeru & Kosa, Toshihisa Kosa.et.al. *Classification of the Italian Liras Using the LVQ Method*. 2003. IEEE 599-8531.
- Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Pesantren Virtual, *Kejujuran Dalam Alqur'an*. Diakses pada 16 Maret 2013, dari Pesantren Virtual
http://www.pesantrenvirtual.com/index.php?option=com_content&task=view&id=524
- Romi Satrio Wahono, *Kiat Menyusun Alur Latar Belakang Masalah Penelitian*. Diakses pada 4 Maret 2013, Dari Romi Satrio Wahono
<http://romisatriawahono.net/2012/06/18/kiat-menyusun-alur-latar-belakang-masalah-penelitian/>
- Santosa, Budi. 2007. *Data Mining Terapan dengan Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sopharak, A., Nwe, K. T., Moe, Y. A., Dailey, M. N., & Uyyanonvara, B. (n.d.). *Automatic Exudate Detection with a Naive Bayes Classifier*, 3–6.

Suara Surabaya, *Tiga Tahun Terakhir Pemalsuan Uang Rupiah Meningkat*.
Diakses pada 6 Maret 2013, dari Suara Surabaya
<http://ekonomibisnis.suarasurabaya.net/news/2012/111172-Tiga-Tahun-Terakhir,-Pemalsuan-Uang-Rupiah-Meningkat->

T. Sutoyo dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Wicaksono D, Dawud Gede. 2008. *Perangkat Lunak Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*. Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran I: Tabel Hasil Ekstraksi Fitur Data Training Nilai Nominal Uang Kertas Rupiah

No	Nama File	Entropy	Contrast	Correlation	Energy	Homogneity
1	1.000_01	0.4324	0.0153	0.9060	0.8227	0.9924
2	1.000_02	0.4573	0.0152	0.9129	0.8104	0.9924
3	1.000_03	0.6494	0.0303	0.8909	0.6925	0.9848
4	1.000_04	0.5466	0.0233	0.8947	0.7563	0.9884
5	1.000_05	0.5494	0.0193	0.9132	0.7586	0.9903
6	2.000_01	0.4436	0.0196	0.8829	0.8130	0.9902
7	2.000_02	0.4428	0.0199	0.8813	0.8131	0.9901
8	2.000_03	0.4426	0.0189	0.8871	0.8142	0.9906
9	2.000_04	0.4426	0.0194	0.8841	0.8137	0.9903
10	2.000_05	0.4393	0.0195	0.8821	0.8152	0.9902
11	5.000_01	0.5273	0.0179	0.9149	0.7717	0.9910
12	5.000_02	0.5211	0.0178	0.9141	0.7751	0.9911
13	5.000_03	0.5238	0.0180	0.9138	0.7735	0.9910
14	5.000_04	0.5131	0.0178	0.9121	0.7793	0.9911
15	5.000_05	0.6527	0.0241	0.9087	0.7120	0.9879
16	5.000_06	0.5144	0.0177	0.9130	0.7787	0.9911
17	5.000_07	0.6577	0.0291	0.8970	0.6892	0.9854
18	5.000_08	0.6775	0.0294	0.8999	0.6773	0.9583
19	5.000_09	0.5309	0.0176	0.9173	0.7702	0.9912
20	5.000_10	0.5095	0.0177	0.9121	0.7813	0.9912
21	10.000_01	0.9929	0.0163	0.9670	0.4890	0.9918
22	10.000_02	0.9760	0.0152	0.9685	0.5017	0.9924
23	10.000_03	0.9918	0.0165	0.9667	0.4896	0.9918
24	10.000_04	0.9832	0.0162	0.9668	0.4959	0.9919
25	10.000_05	0.9946	0.0163	0.9671	0.4878	0.9918
26	10.000_06	0.9997	0.0173	0.9653	0.4832	0.9913
27	10.000_07	0.9999	0.0162	0.9675	0.4841	0.9919
28	10.000_08	0.9961	0.0164	0.9671	0.4867	0.9918
29	10.000_09	0.9892	0.0163	0.9669	0.4916	0.9918
30	10.000_10	0.9972	0.0164	0.9670	0.4859	0.9918
31	20.000_01	0.5326	0.0247	0.8842	0.7624	0.9876
32	20.000_02	0.5392	0.0253	0.8834	0.7584	0.9873
33	20.000_03	0.5230	0.0243	0.8835	0.7679	0.9879
34	20.000_04	0.5323	0.0248	0.8837	0.7625	0.9876
35	20.000_05	0.5269	0.0251	0.8807	0.7651	0.9874
36	20.000_06	0.5370	0.0252	0.8831	0.7596	0.9874
37	20.000_07	0.5221	0.0244	0.8827	0.7683	0.9878
38	20.000_08	0.5167	0.0249	0.8787	0.7706	0.9876

No	Nama File	Entropy	Contrast	Correlation	Energy	Homogneity
39	20.000_09	0.5291	0.0247	0.8831	0.7643	0.9876
40	20.000_10	0.5286	0.0245	0.8839	0.7647	0.9877
41	50.000_01	0.5156	0.0232	0.8867	0.7729	0.9884
42	50.000_02	0.5219	0.0235	0.8869	0.7692	0.9882
43	50.000_03	0.5185	0.0233	0.8868	0.7712	0.9883
44	50.000_04	0.5170	0.0234	0.8858	0.7719	0.9883
45	50.000_05	0.5196	0.0232	0.8875	0.7707	0.9884
46	50.000_06	0.5217	0.0239	0.8852	0.7690	0.9881
47	50.000_07	0.5169	0.0228	0.8888	0.7725	0.9886
48	50.000_08	0.5285	0.0239	0.8871	0.7654	0.9881
49	50.000_09	0.5252	0.0234	0.8882	0.7676	0.9883
50	50.000_10	0.5298	0.0235	0.8889	0.7650	0.9882
51	100.000_01	0.6714	0.0290	0.9004	0.6811	0.9855
52	100.000_02	0.6598	0.0297	0.8953	0.6870	0.9851
53	100.000_03	0.6445	0.0294	0.8932	0.6962	0.9853
54	100.000_04	0.6590	0.0293	0.8966	0.6879	0.9853
55	100.000_05	0.6676	0.0298	0.8967	0.6824	0.9851
56	100.000_06	0.6465	0.0297	0.8926	0.6947	0.9852
57	100.000_07	0.6705	0.0290	0.9001	0.6815	0.9855
58	100.000_08	0.6515	0.0298	0.8933	0.6917	0.9851
59	100.000_09	0.6580	0.0298	0.8947	0.6880	0.9851
60	100.000_10	0.6529	0.0301	0.8925	0.6906	0.9849

Lampiran II: Tabel Hasil Ekstraksi Fitur Data Training Keaslian Uang Kertas Rupiah

No	Nama File	Mean R	Mean G	Mean B
1	5.000_asli_01	145.6995	57.9129	253.8849
2	5.000_asli_02	146.8534	76.9956	254.0292
3	5.000_asli_03	149.5498	84.1163	254.0146
4	5.000_asli_04	148.4287	73.0073	253.8721
5	5.000_asli_05	143.1865	81.7726	253.5509
6	10.000_asli_01	163.9107	71.5573	254.0913
7	10.000_asli_02	168.4817	80.6010	254.1947
8	10.000_asli_03	159.0397	59.3028	254.2577
9	10.000_asli_04	163.3057	73.2125	254.2313
10	10.000_asli_05	164.6600	72.7752	253.5927
11	20.000_asli_01	130.1244	75.1911	252.8783
12	20.000_asli_02	122.5979	74.1433	253.3123
13	20.000_asli_03	123.0454	79.4882	253.8469
14	20.000_asli_04	127.0283	89.8027	252.6505
15	20.000_asli_05	132.2561	93.4421	253.3812
16	50.000_asli_01	147.2541	74.7582	253.9413
17	50.000_asli_02	141.7360	73.6876	254.0293

No	Nama File	Mean R	Mean G	Mean B
18	50.000_asli_03	148.5757	73.5704	254.1415
19	50.000_asli_04	156.6505	96.9636	253.8764
20	50.000_asli_05	157.9603	96.7139	253.9442
21	100.000_asli_01	142.2171	85.4864	252.9273
22	100.000_asli_02	135.9949	79.9362	252.2694
23	100.000_asli_03	140.8485	83.3232	252.2395
24	100.000_asli_04	145.8201	70.3997	253.2800
25	100.000_asli_05	143.5550	74.5061	254.0950
26	5.000_palsu_01	0.5450	151.8806	245.9438
27	5.000_palsu_02	0.5287	153.1739	245.6033
28	5.000_palsu_03	0.7712	152.0807	245.2443
29	5.000_palsu_04	0.6894	156.0855	244.9111
30	5.000_palsu_05	0.8982	155.4718	246.0468
31	10.000_palsu_01	0.8706	147.9834	241.2627
32	10.000_palsu_02	0.4918	153.1063	242.3479
33	10.000_palsu_03	1.0674	150.3472	242.6328
34	10.000_palsu_04	0.8698	148.3130	241.4626
35	10.000_palsu_05	0.8031	149.3978	243.8959
36	20.000_palsu_01	0.7548	150.7609	233.2609
37	20.000_palsu_02	0.6097	156.8216	232.1197
38	20.000_palsu_03	0.8158	158.8785	237.7287
39	20.000_palsu_04	0.6857	174.2745	231.7807
40	20.000_palsu_05	0.6768	155.0622	233.9916
41	50.000_palsu_01	0.6355	142.3522	238.9905
42	50.000_palsu_02	0.7270	149.9894	237.7473
43	50.000_palsu_03	0.8355	147.8133	236.3063
44	50.000_palsu_04	0.6765	146.7496	237.7579
45	50.000_palsu_05	0.6762	153.9322	237.1486
46	100.000_palsu_01	0.6874	165.0187	241.1343
47	100.000_palsu_02	0.7898	169.0217	241.4381
48	100.000_palsu_03	0.5976	165.8280	242.5199
49	100.000_palsu_04	0.6913	169.1673	242.1284
50	100.000_palsu_05	0.9865	168.7150	241.9416