

**APLIKASI *CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL* MOTIF
BATIK MENGGUNAKAN METODE *WAVELET***

SKRIPSI

Oleh :
ADITA EKA MARDIYANA
NIM : 07650072



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIKIBRAHIM
MALANG
2014**

HALAMAN PENGAJUAN

**APLIKASI *CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL* MOTIF
BATIK MENGGUNAKAN METODE *WAVELET***

SKRIPSI

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

Oleh :

ADITA EKA MARDIYANA

NIM : 07650072

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

HALAMAN PERSETUJUAN

**APLIKASI *CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL* MOTIF BATIK
MENGUNAKAN METODE *WAVELET***

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Adita Eka Mardiyana
NIM : 07650072
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah Disetujui, ...Juli 2014

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

A'la Syaqui, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

HALAMAN PENGESAHAN

**APLIKASI *CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL* MOTIF BATIK
MENGUNAKAN METODE *WAVELET***

SKRPSI

Oleh :

Adita Eka Mardiyana

NIM. 07650072

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom)

Tanggal, ...Juli 2014

Susunan Dewan Penguji :	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : <u>Dr. M. Amin Hariyadi, M.T</u> NIP. 19670118 200501 1 001	()
2. Ketua Penguji : <u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	()
3. Sekretaris : <u>Dr. Cahyo Crysdian</u> NIP. 19740424 200901 1 008	()
4. Anggota Penguji : <u>A'la Syauqi, M.Kom</u> NIP. 19771201 200801 1 007	()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

HALAMAN PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Adita Eka Mardiyana
NIM : 07650072
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian : Aplikasi *Content Based Image Retrieval* Motif
Batik Menggunakan Metode *Wavelet*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 18 Juli 2014
Yang Membuat Pernyataan,

Adita Eka Mardiyana
NIP. 07650072

HALAMAN MOTTO

*Remembering that you are going to die
is the best way I know to avoid the trap
of thinking you have something to lose.*

You are already naked.

There is no reason not to follow your heart.

---Steve Jobs---



HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Halaman ini kupersembahkan kepada
Seluruh pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini
sampai selesai. Termasuk teman-teman seangkatan
yang telah berjuang bersama-sama dalam suka dan duka.

Terima kasih atas segala bantuan, kesabaran
dan kebersamaannya.

Semoga kita bisa menjadi Hamba Allah

Yang lebih baik

Amiin...

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karuniaNya kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Aplikasi *Content Based Image Retrieval* Motif Batik Menggunakan Metode *Wavelet*” dengan baik.

Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Agung Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari gelapnya kekufuran menuju cahaya Islam yang terang benderang.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, karena itu tanpa keterlibatan dan sumbangsih dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu dengan segenap kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Cahyo Crysdian, selaku dosen pembimbing I dan Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah sepenuh hati membimbing, mengarahkan, memberi masukan, kemudahan serta memberikan kepercayaan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi.
2. A’la Syauqi, M.Kom, selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan masukan, bimbingan dan memberi kemudahan dan melancarkan proses penyelesaian skripsi ini.

3. Syahiduz Zaman, M.Kom, selaku dosen wali yang sudah membimbing, memberi masukan dan saran ketika penulis mengalami kesulitan selama proses perkuliahan dari semester awal sampai semester akhir.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan bimbingan, mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman, dan wawasan sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
5. Teman-teman angkatan 2007 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan, masukan, dukungan serta motivasi kepada penulis.

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

Malang, 18 Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
BAB I	16
PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	18
1.3 Batasan Masalah.....	18
1.4 Tujuan Penelitian	19
1.5 Manfaat Penelitian.....	19
1.6 Sistematika Penelitian	19
BAB II	21
TINJAUAN PUSTAKA.....	21
BAB III	43
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI.....	43
3.1 Desain Proses	43
3.2 Desain GUI (<i>Graphical User Interface</i>).....	62
3.3 Implementasi Aplikasi.....	66
BAB IV	68
EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN	68
4.1 Langkah-Langkah Eksperimen	68
4.2 Uji Coba.....	69
4.3 Pembahasan	72

BAB V	80
KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81



DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2.1 Baris dan kolom pixel citra bitmap</i>	24
<i>Gambar 2.2 Contoh citra digital RGB.....</i>	26
<i>Gambar 2.3 Kombinasi warna rgb</i>	27
<i>Gambar 2.4 Contoh gambar citra grayscale</i>	28
<i>Gambar 2.5 Informasi pallet pada skala keabu-abuan</i>	28
<i>Gambar 2.6 Citra RGB ke grayscale.....</i>	29
<i>Gambar 2.7 Proses umum CBIR citra</i>	31
<i>Gambar 2.8 Contoh transformasi wavelet pada citra</i>	34
<i>Gambar 3.1 Blok diagram proses aplikasi CBIR motif batik menggunakan metode wavelet</i>	44
<i>Gambar 3.2 Direktori database citra batik berformat .jpg</i>	45
<i>Gambar 3.3 Proses pengumpulan database citra batik.....</i>	46
<i>Gambar 3.4 Blok diagram preprocessing citra batik.....</i>	47
<i>Gambar 3.5 Citra grayscale.....</i>	48
<i>Gambar 3.6 Diagram blok citra RGB (Red, Green, Blue) ke grayscale</i>	48
<i>Gambar 3.7 Source code proses grayscale citra batik.....</i>	50
<i>Gambar 3.8 Diagram Alur Ekstraksi Fitur menggunakan Wavelet Daubechies ..</i>	55
<i>Gambar 3.9 Source code Wavelet Daubechies</i>	58
<i>Gambar 3.10 Diagram alur proses identifikasi citra</i>	58
<i>Gambar 3.11 Proses usaha algoritma brute-force.....</i>	61
<i>Gambar 3.12 Antarmuka input citra batik.....</i>	62
<i>Gambar 3.13 Tampilan proses input citra batik</i>	63
<i>Gambar 3.14 Antarmuka proses identifikasi content based image retrieval citra batik.....</i>	64
<i>Gambar 3.15 Proses ekstraksi feature citra batik.....</i>	65
<i>Gambar 3.16Tampilan ranking identifikasi content based image retrieval citra batik.....</i>	66

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2.1 Koefisien-koefisien highpass filter</i>	36
<i>Tabel 3.1 Orthogonal Daubechies Coefficients D2-D12 (Low-Pass Filter)</i>	51
<i>Tabel 3.2 Orthonormal Daubechies Coefficients db4</i>	52
<i>Tabel 4.1 Uji coba citra batik.....</i>	69
<i>Tabel 4.2 Kesesuaian Data Uji Sembilan Hasil Teratas</i>	72
<i>Tabel 4.3 Kesesuaian Data Uji Enam Hasil Teratas.....</i>	73
<i>Tabel 4.4 Kesesuaian Data Uji Tiga Hasil Teratas</i>	74
<i>Tabel 4.5 Kesesuaian Data Uji Satu Hasil Teratas.....</i>	75



ABSTRAK

Adita Eka Mardiyana 2014. **Aplikasi *Content Based Image Retrieval* Motif Batik Menggunakan Metode *Wavelet***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing : (I) Dr. Cahyo Crysdiyan (II) A'la Syauqi, M.Kom

Kata Kunci : *Content Based Image Retrieval, Citra Batik, Wavelet Transform*

Kain batik adalah ciri khas dari bangsa Indonesia yang merupakan warisan asli budaya yang tidak dimiliki oleh bangsa lain ataupun negara tetangga. Namun, kurangnya kesadaran masyarakat akan budaya bangsa menyebabkan beberapa tahun belakangan ini, batik diklaim sebagai budaya bangsa lain. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian serius untuk mencegah terjadinya hal tersebut.

Salah satu cara untuk mengenali motif batik dilakukan dengan metode pengenalan pola. Metode tersebut mampu diterapkan pada pengenalan motif batik. Penelitian ini menggunakan metode *wavelet* dengan jenis *wavelet daubechies*. Klasifikasi dimulai dengan melakukan *grayscale* pada citra *input* batik dilanjutkan dengan proses dekomposisi untuk mendapatkan koefisien *wavelet*. Kemudian, dihitung nilai energi *wavelet* dan *entropi* dari masing-masing gambar dan membandingkan nilai *input* dengan nilai *database*. Setelah itu, perbandingan nilai *input* dengan nilai *database* akan dicari melalui nilai *error*. Semakin kecil nilai *error*-nya, maka semakin mirip citra tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Content Based Image Retrieval* motif batik menggunakan *WaveletDaubechies* memiliki tingkat akurasi 100% pada hasil uji 9 teratas, 100% pada hasil uji 6 teratas, 80% pada hasil uji 3 teratas, dan 40% pada hasil uji 1 teratas.

ABSTRACT

Adita Eka Mardiyana. 2014. **Content Based Image Retrieval Applications Batik Using Wavelet Method**. Thesis. Informatics Department of Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang.
Adviser: (I) Dr. Cahyo Crysdiyan (II) A'la Syauqi, M.Kom

Keywords: Content Based Image Retrieval, Image Batik, Wavelet Transform

Batik is native cultural heritage of the hallmark of Indonesian people that is not owned by another nation or neighboring countries. However, the lack of public awareness of the culture of a nation has in recent years, as claimed batik culture of other nations. Therefore, the need for serious attention to prevent it.

The way to recognize the batik motif is by pattern recognition methods. The method is able to be applied to the recognition batik motif. This study uses wavelet with Daubechies wavelet types. Classification begins with the grayscale input image followed by the batik process to obtain the coefficients of wavelet decomposition. Then, the calculated value of the wavelet energy and entropy of each image and compare the input value with database value. After that, the comparison with the value of the input value of the database will be searchable through an error value. The smaller the error value, the more resembles the image.

The results showed that the application of Content-Based Image Retrieval using Wavelet Daubechies batik motif is 100% accuracy at the top 9 test results, 100% at the top 6 test results, 80% at the top 3 test results, and 40% at the top 1 test results.

BAB I

PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Kain batik bagi bangsa Indonesia sudah dapat dikatakan sangat mendaroh daging karena batik, khususnya di Jawa, dipakai sebagai busana untuk acara pesta, perkawinan atau upacara adat lainnya. Kain batik bisa juga digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Ada pepatah jika belum menggunakan busana batik maka belum dapat dikatakan seseorang itu berbusana yang baik. Jadi, pengertian batik zaman dahulu adalah kain yang dipakai untuk berbusana baik.

Dari tradisi inilah batik digunakan oleh Wali Songo untuk menyebarkan agama Islam ke seluruh nusantara. Salah satu Wali Songo yang memakai cara ini adalah Raden Syahid atau Sunan Kalijaga. Ia tercatat paling banyak menghasilkan karya seni berfalsafah Islam, seperti; tembang-tembang macapat, baju takwa (baju koko), tata kota Islami, serta gong Sekaten di Solo dan Yogya. Ia juga membuat wayang kulit dan cerita wayang Hindu yang di-islamkan.

Dalam surat Fushshilat ayat 33 Allah SWT berfirman:

وَمَنْ أَحْسَنُ قَوْلًا مِّمَّنْ دَعَا إِلَى اللَّهِ وَعَمِلَ صَالِحًا وَقَالَ إِنَّنِي مِنَ الْمُسْلِمِينَ (۳۳)

Artinya: “Siapakah yang lebih baik perkataannya daripada orang yang menyeru menuju Allah, mengerjakan amal yang shalih dan berkata: “Sesungguhnya aku termasuk orang-orang yang berserah diri.” (QS. Fushshilat : 33)

Surat tersebut menjelaskan manusia untuk mengajak manusia menuju agama Allah. Amalan tersebut merupakan salah satu ibadah yang agung dan manfaatnya menyangkut banyak orang. Bahkan dakwah menuju agama Allah merupakan perkataan yang paling baik. Sunan Kalijaga merupakan bagian dari sebuah usaha *ijtihad* di bidang *fiqh* dalam upaya dakwahnya.

Kain batik adalah ciri khas dari bangsa Indonesia yang merupakan warisan asli budaya yang tidak dimiliki oleh bangsa lain ataupun negara tetangga. Namun, kurangnya kesadaran masyarakat akan budaya bangsa menyebabkan beberapa tahun belakangan ini, batik diklaim sebagai budaya bangsa lain. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian serius untuk mencegah terjadinya hal tersebut.

Saat ini telah diupayakan cara untuk mempublikasikan dan mendokumentasikan batik, salah satunya adalah dengan menggunakan situs *online* misalnya bisa dilihat pada IACI (*Indonesian Archipelago Culture Initiative*) pada website *budaya-indonesia.org* yang merupakan sebuah organisasi yang mendokumentasikan dan mempublikasikan mengenai budaya Indonesia. Meskipun demikian, banyak kendala dalam melakukan pengklasifikasian data batik. Kendala ini dikarenakan data batik tidak seluruhnya diklasifikasikan berdasarkan jenis motif, tetapi berdasarkan nama daerah pembuatan. Hal ini menjadi dasar untuk membuat sebuah media, berupa aplikasi yang dapat mengklasifikasikan citra batik berdasarkan jenis motifnya.

Menurut hasil tinjauan, salah satu cara untuk mengenali motif batik dilakukan dengan metode pengenalan pola. Metode tersebut sangatlah bisa diterapkan pada pengenalan motif batik. Dalam penelitian ini, digunakan metode

Wavelet dengan jenis *wavelet daubechies*. Klasifikasi dimulai dengan melakukan *grayscale* pada citra batik masukan dilanjutkan dengan proses dekomposisi untuk mendapatkan koefisien *wavelet* yang kemudian dihitung nilai energi *wavelet* dan *entropi* dari masing-masing gambar. Selanjutnya membandingkan nilai input dengan nilai database dan dicari nilai terkecil dari masing-masing perbandingan nilai tersebut. Nilai yang paling kecil adalah yang paling mirip dengan citra input.

Pengenalan pola yang dijelaskan sebelumnya akan diterapkan dalam membangun sebuah aplikasi yang dapat mengklasifikasikan citra batik, sehingga dapat mengenali batik berdasarkan jenis motifnya. Berdasarkan uraian di atas, penggunaan *wavelet daubechies* sebagai ekstraksi fitur dari sistem *Content Based Image Retrieval* citra batik berdasarkan motif ini diharapkan dapat menghasilkan pengenalan motif batik dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dan proses identifikasi yang lebih optimal dan efisien.

2. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang dapat disimpulkan dari latar belakang tersebut adalah bagaimana mengimplementasikan metode *wavelet daubechies* sebagai ekstraksi ciri untuk proses *content based image retrieval* pada motif batik?

3. BATASAN MASALAH

- a. Citra yang digunakan berupa gambar batik dalam format ‘.jpg’, ‘.tif’, ‘.bmp’, ‘.png’, dan ‘.gif’. yang telah melalui proses *cropping* terlebih dahulu.
- b. Penelitian dikhususkan pada penggunaan alihragam *wavelet daubechies* orde 4 sebagai pengekstraksi sistem identifikasi citra batik.

- c. Database batik yang dipakai terbatas pada pola geometris dan non-geometris.

4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan metode *wavelet daubechies* sebagai ekstraksi ciri untuk proses *content based image retrieval* pada motif batik.

5. MANFAAT PENELITIAN

Hasil dalam penelitian ini diharapkan akan memberikan kontribusi terhadap perkembangan pengolahan citra digital khususnya dalam identifikasi motif batik dan membantu pihak yang berkepentingan dalam mengidentifikasi motif batik serta membuat suatu perangkat lunak yang mampu mengenali motif batik yang memiliki tingkat akurasi dan efektivitas lebih baik.

6. SISTEMATIKA PENELITIAN

Penulisan skripsi ini tersusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pendahuluan, membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penyusunan tugas akhir, metodologi, dan sistematika penyusunan tugas akhir.

BAB II Landasan Teori

Landasan teori berisikan beberapa teori yang mendasari dalam penyusunan tugas akhir ini. Adapun yang dibahas dalam bab ini adalah dasar teori yang

berkaitan dengan pembahasan tentang batik, citra digital, *grayscale*, transformasi *wavelet*, dan *euclidean distance*.

BAB III Analisa dan Perancangan

Menganalisa kebutuhan sistem untuk membuat aplikasi meliputi spesifikasi kebutuhan software dan langkah-langkah pembuatan aplikasi *content based image retrieval* motif batik menggunakan metode *wavelet*.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menjelaskan tentang pengujian aplikasi *content based image retrieval* motif batik menggunakan metode *wavelet* yang telah diterapkan.

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Batik

Ada banyak sebenarnya definisi tentang batik. Ada yang mengatakan, batik berasal dari kata *amba* dan *tik* yang artinya menulis/melukis titik. Ada lagi yang mengatakan kata batik sebenarnya berasal dari kata *titik*, yang di beri imbuhan *mba*. Dalam bahasa Jawa, imbuhan *mba* ini mengubah fungsi sebuah kata menjadi kata kerja. Jadi, batik diartikan sebagai pekerjaan membuat titik.

Kata “batik” berasal dari bahasa Jawa, dari kata “amba” yang berarti menggambar dan “tik” yang berarti kecil. Seperti misalnya terdapat dalam kata-kata Jawa lainnya yakni “klitik” (warung kecil), “bentik” (persinggungan kecil antara dua benda), “kitik” (kutu kecil) dan sebagainya (Teguh Suwanto. et al, 1998: 8).

Pengertian lain dari batik menjelaskan bahwa batik merupakan suatu seni dan cara menghias kain dengan penutup lilin untuk membentuk corak hiasannya, membentuk sebuah bidang pewarnaan, sedang warna itu sendiri dicelup dengan memakai zat warna biasa (Endik S, 1986: 10).

Namun kalau dilihat secara definisi, batik sebenarnya adalah sebuah teknik untuk merintang/menahan warna di atas kain dengan menggunakan malam/lilin. Teknik ini sebenarnya adalah sebuah teknik kuno yang sudah ada semenjak ribuan tahun lalu dan dapat dijumpai di seluruh peradaban dunia.

Menurut Arisandi, Bernardinus, et al, (2011), batik yang dikelompokkan adalah batik berdasarkan jenis motifnya. Motif batik tersebut berupa motif geometris maupun non-geometris.

a. Motif Geometri.

- i. Motif Parang**, motif ini terdiri atas satu atau lebih ragam hias yang tersusun membentuk garis-garis sejajar dengan sudut miring 45° . Terdapat ragam hias bentuk belah ketupat sejajar dengan deretan ragam hias utama pola parang disebut mlinjo. Berikut ini adalah gambar dari contoh motif batik parang.
- ii. Motif Cepak**, merupakan motif batik yang didalamnya terdapat gambar-gambar segi empat, lingkaran, dan segala variasinya dalam membuat sebuah pola yang teratur.
- iii. Motif Lereng**, pada dasarnya motif batik lereng sama dengan motif parang tetapi memiliki perbedaan pada tidak adanya hias mlinjo dan hias gareng. Motif Lereng adalah motif batik yang disusun sepanjang garis miring pada kain panjang batik. Motif Lereng yang terkenal adalah Udan Liris (seperti hujan gerimis).

b. Motif Non-geometri.

- i. Motif Semen**, ragam hias yang merupakan ciri pola semen adalah meru. Hakikat meru adalah lambing gunung atau tempat tumbuhan bertunas atau bersemi sehingga motif ini disebut semen, yang diambil dari kata dasar semi. Berikut ini adalah gambar dari contoh motif batik semen.

- ii. **Motif Lung-lungan**, sebagian besar motif lung-lungan memunyai ragam hias serupa dengan motif semen. Berbeda dengan pola semen, ragam hias utama lung-lungan tidak selalu mengandung ragam hias meru.
- iii. **Motif Buketan**, pola ini mudah diketahui melalui rangkaian bunga atau kelopak bunga dengan kupu-kupu, burung, atau berbagai satwa kecil mengelilinginya.
- iv. **Pola Khusus**, motif khusus memuat motif yang tidak dapat dimasukkan ke dalam kelas yang lain karena patra-patranya berbeda dengan batik yang lain. Selain itu, motif ini banyak mempertemukan dua atau lebih motif lain yang digabung menjadi satu motif baru sehingga sulit jika diklasifikasikan.

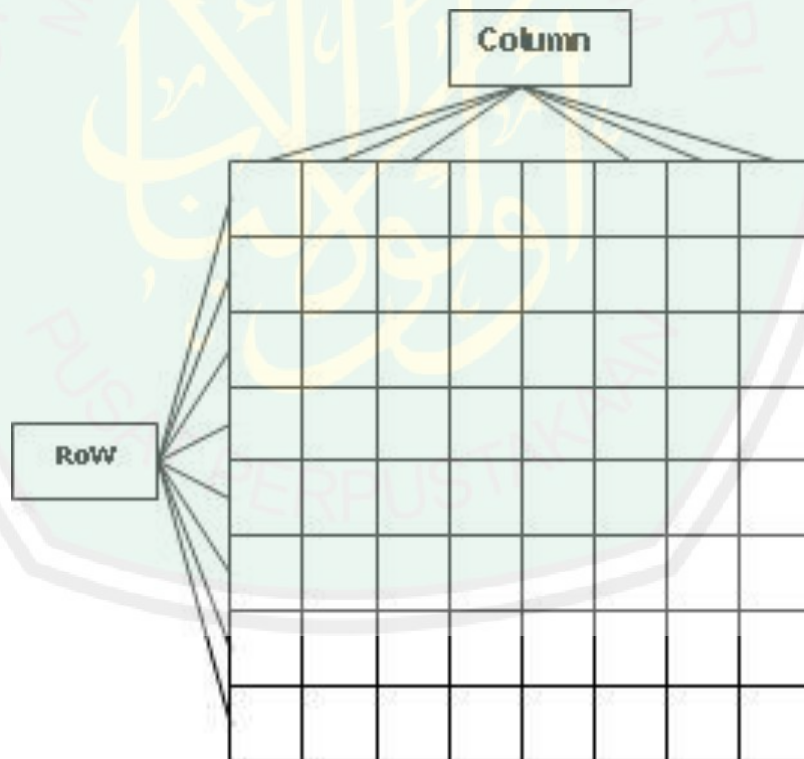
2.2 Citra digital

Pengertian citra secara umum adalah suatu gambar, foto, ataupun tampilan dua dimensi yang menggambarkan suatu visualisasi objek. Citra dapat diwujudkan dalam bentuk tercetak ataupun digital. Citra digital adalah larik angka-angka secara dua dimensional (Liu and Mason, 2009). Salah satu fungsi dua dimensi yang terbentuk dari penglihatan suatu basis data adalah foto. Pada citra digital maupun analog merupakan hasil tangkapan lensa kamera yang di-*scan* oleh *imager* kamera secara vertikal dan horizontal.

Berdasarkan cara pembentukannya, citra digital dapat dibagi menjadi dua, yaitu; citra bitmap (*bitmap image*) dan citra vektor (*vector graphics*). Citra bitmap adalah citra yang dibentuk oleh sekumpulan piksel yang terdapat array dua dimensi.

Citra bitmap ini juga disebut dengan citra raster (*raster image*). Sedangkan citra vektor adalah citra yang dibentuk oleh fungsi-fungsi geometris dan matematis. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra bitmap.

Di dalam citra digital tersimpan larik dua dimensi yang tersusun atas unsur-unsur kecil yang disebut dengan *pixel* atau titik. Masing-masing *pixel* terkait secara spasial dengan citra digital. Struktur array ini tersusun dalam baris horizontal (*line*) dan vertikal (*samples*). Masing-masing *pixel* dalam bitmap menyimpan nilai *pixel* yang diwujudkan sebagai suatu angka digital.



Gambar 2.1 Baris dan kolom *pixel* citra bitmap
(Sumber: Dhamar Mahardika, Ryan, 2013)

Citra digital (*diskrit*) dihasilkan dari citra analog (*kontinu*) melalui digitalisasi. Digitalisasi citra analog terdiri atas penerokan (*sampling*) dan kuantisasi (*quantization*). Penerokan adalah pembagian citra ke dalam elemen-elemen *pixel*, sedangkan kuantisasi adalah pemberian nilai intensitas warna pada setiap *pixel* dengan nilai yang berupa bilangan bulat (G.W. Awcock, 1996).

Banyaknya nilai yang dapat digunakan dalam kuantisasi citra tergantung pada kedalaman *pixel*. Semakin banyak intensitas warna *pixel*, merepresentasikan banyaknya bit yang terkandung di dalamnya. Citra digital yang memiliki kedalaman *pixel* *n*-bit disebut dengan citra *n*-bit. Semuanya itu untuk merepresentasikan citra dari suatu objek nyata, baik dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi, menjadi bentuk gambar digital yang dapat dimengerti oleh komputer (Jain Anil. K., 1989).

2.3 Citra RGB (*Red, Green, Blue*) dan Citra *Grayscale*

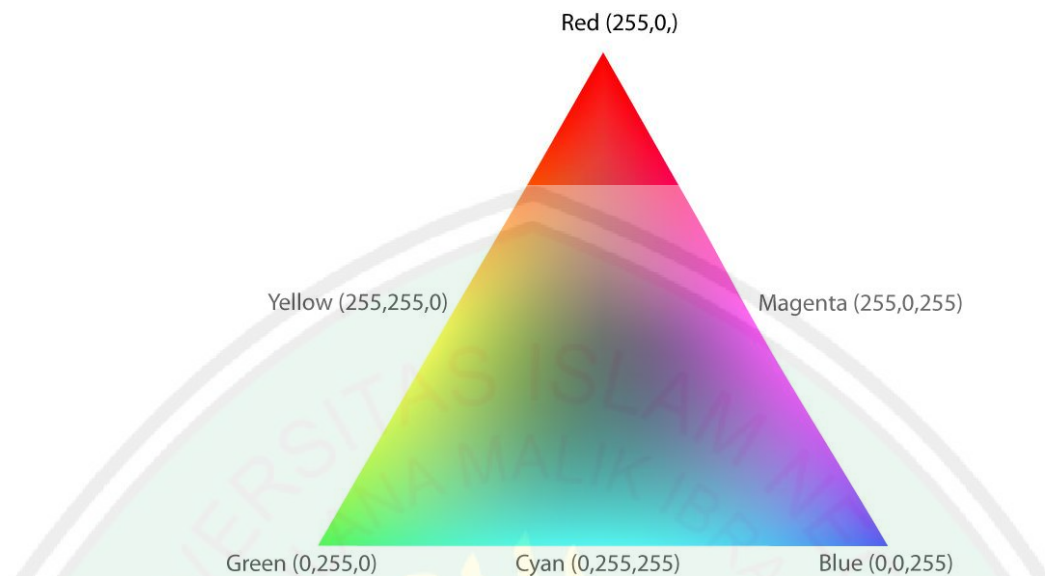
Suatu citra biasanya mengacu pada citra RGB. Biasanya citra disimpan dan dimanipulasi dalam komputer dan mengaplikasikannya untuk tampilan grafis komputer. Citra digital direpresentasikan dalam matriks berukuran $n \times m$ sesuai dengan $n \times m$ ukuran citra digital dalam *pixel*. Apabila citra tersebut berukuran 640x480 *pixel*, maka sebenarnya citra tersebut diwakili oleh matriks berukuran 640x480.



Gambar 2.2 Contoh citra digital RGB

Citra digital dengan kedalaman warna 24 bit atau biasa disebut dengan *truecolor* merupakan kombinasi dari tiga komponen warna. Komponen warna tersebut antara lain; R (*Red/merah*), G (*Green/Hijau*), dan B (*Blue/biru*). Masing-masing komponen terdiri dari 8 bit untuk tiga komponen warna tersebut. Jika suatu komponen bernilai 67, 228, dan 180, berarti nilai R adalah 67, nilai G adalah 228, dan nilai B adalah 180.

Misalkan suatu pixel tidak ada warnanya, hanya ada warna hitam, berarti RGB (0,0,0). Apabila hanya ada warna merahnya saja, maka RGB (255,0,0). Jika hanya ada warna hijau saja, maka RGB (0,255,0). Begitu pula jika warna *pixel*-nya diganti dengan biru. Lain halnya jika warna *pixel*-nya dikombinasikan dengan warna merah dan hijau. *Pixel* tersebut akan berubah menjadi warna kuning dengan RGB (255,255,0) seperti gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kombinasi warna rgb
(Sumber: Pratomo, Herman, 2008)

Dalam perhitungan program komputer, model warna direpresentasikan dengan nilai komponennya. Pada RGB (r,g,b), masing-masing nilainya antara 0 hingga 255 sesuai dengan nilai masing-masing komponen Red, Green, dan Blue. Dengan demikian, masing-masing komponen ada 256 tingkat. Apabila dikombinasikan semua warnanya, maka ada $256 \times 256 \times 256$ atau 16.777.216 kombinasi warna RGB yang dapat dibentuk.

Sesuai dengan nama yang melekat, citra *grayscale* menangani gradasi warna hitam dan putih yang menghasilkan efek warna abu-abu. Pada jenis warna ini, warna dinyatakan dengan intensitas. Dalam hal ini, intensitas berkisar antara 0 sampai dengan 255.



Gambar 2.4 Contoh gambar citra grayscale

Dalam citra *grayscale*, terdapat pixel yang berderajat keabuan. Pixel abu-abunya terdiri dari warna hitam sebagai warna minimal (0) dan warna putih sebagai warna maksimal (255). Variasi pada citra grayscale sangat banyak karena berada di tengah-tengah warna hitam dan warna putih seperti pada gambar berikut:

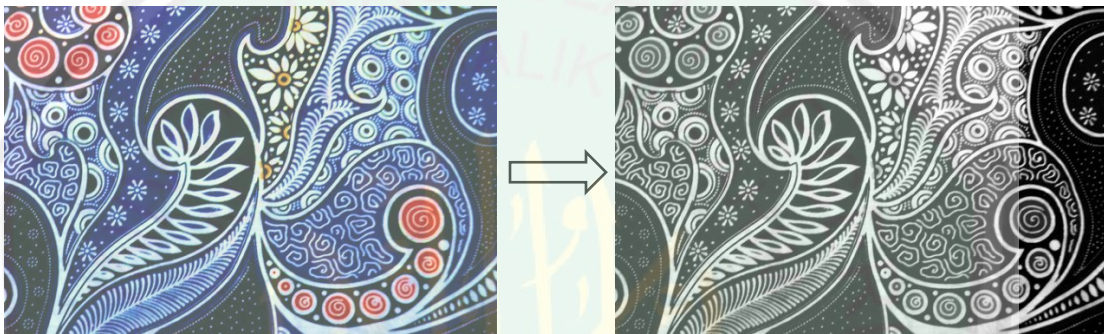


Gambar 2.5 Informasi pallet pada skala keabu-abuan
(Sumber: Nur Hidayah, Affi, 2012)

Pada umumnya citra *grayscale* memiliki kedalaman *pixel* 8 bit (256 derajat keabuan). Tetapi, ada juga citra *grayscale* yang memiliki kedalaman *pixel* 16 bit untuk penggunaan yang memerlukan ketelitian tinggi. Sebagian tergantung pada nilai kedalaman *pixel* yang dimiliki oleh suatu citra.

2.4 Konversi Citra RGB (Red, Green, Blue) ke *Grayscale*

RGB ke *grayscale* atau lebih dikenal dengan *grayscale* adalah teknik yang digunakan untuk mengubah citra berwarna (RGB) menjadi bentuk *grayscale* (keabuan). Dengan pengubahan ini, matriks penyusun citra yang sebelumnya tiga matriks akan berubah menjadi satu matriks saja.



Gambar 2.6 Citra RGB ke *grayscale*

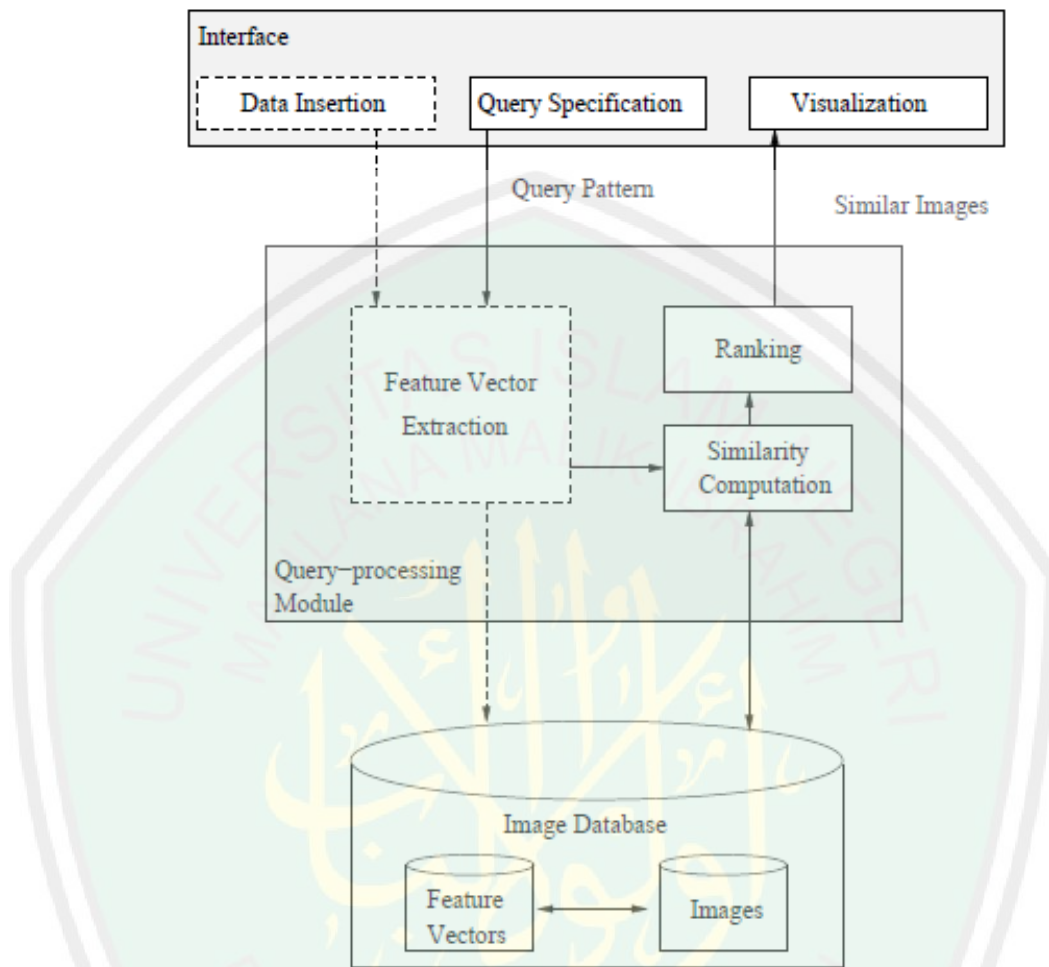
Citra grayscale juga mempunyai histogram keabuan yang terkandung di dalamnya. Fungsi histogram keabuan adalah untuk menunjukkan informasi suatu citra. Absis (sumbu-x) pada histogram keabuan adalah tingkat keabuan. Sedangkan ordinat (sumbu-y) adalah frekuensi kemunculan atau banyaknya titik dengan nilai keabuan tertentu. Citra yang memiliki tingkat keabuan ini nantinya akan menjadi sumber informasi yang akan digunakan untuk pengolahan citra ke aplikasi selanjutnya.

2.5 Content Base Image Retrieval (CBIR)

Content base image retrieval (CBIR) atau temu kembali citra adalah proses untuk mendapatkan sejumlah citra berdasarkan masukan citra. Ada yang menyebutnya

dengan istilah yang sangat spesifik yaitu temu kembali citra berdasarkan isinya. Istilah tersebut dikemukakan pertama kali oleh Kato pada tahun 1992. Awalnya, CBIR digunakan untuk pencarian citra secara otomatis di dalam suatu *database* berdasarkan fitur warna dan bentuk. Sejak saat itu, bermunculan berbagai sistem CBIR. Contoh yang terkenal adalah Query By Image Content (QBIC) yang dikembangkan oleh IBM. Pada masa perkembangan selanjutnya, fitur tekstur juga dimasukkan sebagai bagian untuk melakukan pencarian citra.

Proses umum CBIR adalah pada citra yang menjadi *input* diekstrak fiturnya dengan metode yang dipilih untuk mendapatkan nilainya. Hal tersebut juga dilakukan pada citra *database* untuk mengekstrak fiturnya seperti pada citra *input*. Konten yang dapat digunakan dalam CBIR dapat berupa warna, bentuk, tekstur, dan informasi spasial yang dapat digunakan untuk merepresentasikan dan mengurutkan citra. Dalam sistem tersebut, konten visual dari kumpulan citra, dalam *database* citra, diekstrak dan didekrisikan dalam bentuk vektor multi-dimensi. Kemudian, fitur ini disimpan ke dalam *database* fitur. Untuk mencari citra di dalam *database*, *user* memerlukan citra *input*. Citra *input* kemudian diekstrak fiturnya dan direpresentasikan ke dalam bentuk vektor fitur. Blok diagram CBIR bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.7 Proses umum CBIR citra
(Sumber: Carlos, Daniel)

Selanjutnya, citra *input* dicocokkan dengan citra *database* sampai selesai. Setelah melalui pencocokan, citra akan diurutkan berdasarkan hasil yang mirip atau yang mendekati mirip. Proses pengurutan diperlukan untuk melakukan proses pencarian yang cepat dan efisien sehingga user bisa menyeleksi secara presisi. Dalam penelitian ini, konten yang digunakan dalam temu kembali citra adalah citra berbasis konten berdasarkan permintaan citra (*query by image*).

2.6 Feature Extractions

Feature extraction merupakan suatu metode untuk mendapatkan karakteristik dari suatu citra. Dengan *feature extraction* maka citra yang satu dengan yang lain dapat dibedakan dengan memperhatikan ciri yang terdapat pada citra itu sendiri. Pada penelitian ini, *feature extraction* yang digunakan adalah menggunakan transformasi *wavelet*.

2.6.1 Tranformasi *Wavelet*

Transformasi *wavelet* mulai diperkenalkan pada tahun 1980-an oleh Morlet dan Grossman sebagai fungsi matematis untuk merepresentasikan data atau fungsi sebagai alternatif transformasi-transformasi matematika yang lahir sebelumnya untuk menangani masalah resolusi. Sebuah *wavelet* merupakan gelombang singkat (*small wave*) yang energinya terkonsentrasi pada suatu selang waktu untuk memberikan kemampuan analisis transien, ketidakstasioneran, atau fenomena berubah terhadap waktu (*time varying*). Karakteristik dari *wavelet* antara lain adalah beresilasi singkat, translasi (pergeseran), dan dilatasi (skala). Bentuk Gelombang Sinus dan Wavelet Skala (dilatasi) dalam sebuah *wavelet* berarti pelebaran atau penyempitan *wavelet* (Pramudita, Arief. dan Andi Rahmadiansah ST., MT.).

Transformasi merupakan suatu proses pengubahan data ke dalam bentuk lain agar mudah dianalisis, sebagai misal transformasi *fourier* merupakan suatu proses pengubahan data (sinyal) ke dalam beberapa gelombang kosinus yang berfrekuensi berbeda, sedangkan transformasi *wavelet* merupakan proses pengubahan sinyal ke

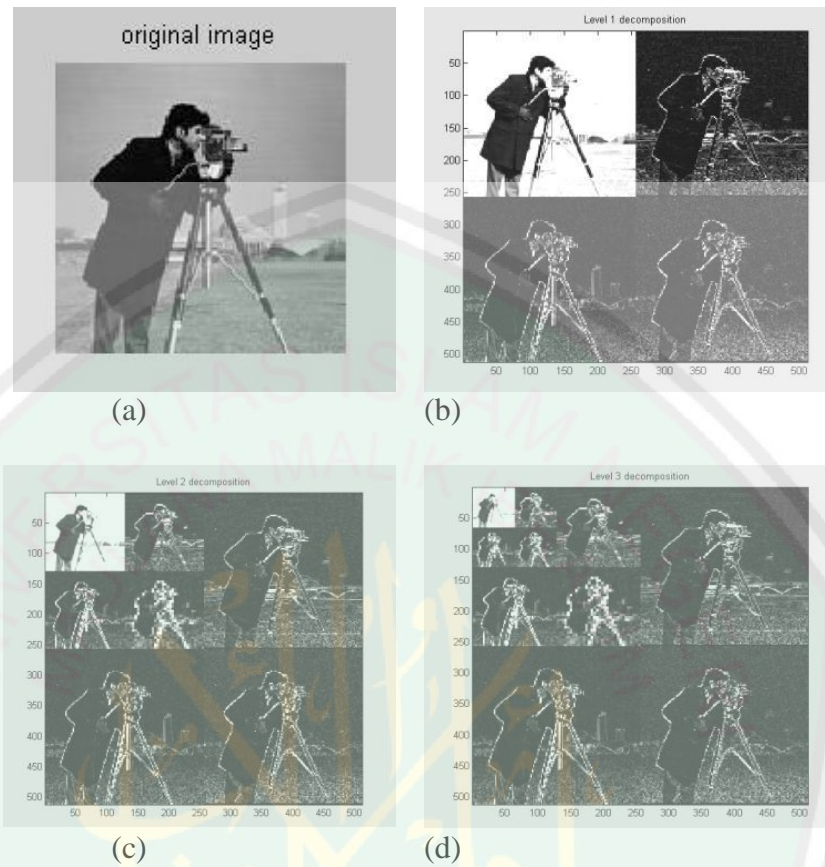
dalam berbagai wavelet basis (*mother wavelet*) dengan berbagai fungsi pergeseran dan penskalaan. Proses transformasi wavelet dilakukan dengan mengkonvolusi sinyal dengan data tapis atau dengan proses perata-rataan dan pengurangan secara berulang, yang sering disebut dengan metode *filter bank* (J. Stollnitz, Eric., 1996).

Prinsip kerja transformasi *wavelet* adalah menggunakan nilai rata-rata dari nilai *input* dan menyediakan semua informasi yang diperlukan agar dapat mengembalikan nilai *input* ke nilai semula (Putra, 2010). Pada transformasi wavelet diperlukan nilai selisih nilai *input* dan nilai rata-rata nilai *input*.

Pada pengembangan sinyal berdimensi dua misalnya citra dapat menggunakan filter bank untuk dekomposisi citra. Biasanya digunakan sebuah tapis *low-pass* (H) dan tapis *high-pass* (G). Konvolusi citra dengan tapis *low-pass* menghasilkan citra pendekatan, sedangkan tapis *high-pass* menghasilkan citra detil. Dekomposisi pola batik ini dilakukan untuk mempresentasikan pola digit ke dalam vektor yang mengandung beberapa informasi mengenai pola tersebut. Setiap proses dekomposisi akan menghasilkan setengah ukuran dari citra sebelum dilakukan dekomposisi (Putra, 2010).

Adapun algoritma dari transformasi wavelet ini adalah:

1. *Input* citra yang diinginkan menjadi 4 bagian citra baru dengan ukuran $2^{N-1} \times 2^{N-1}$.
2. Citra dibagi kembali, ulangi langkah 1 untuk bagian kanan atas dari hasil citra wavelet pada langkah 1.
3. Pembagian berhenti jika nilai rata-rata citra adalah 1 piksel.



Gambar 2.8 Contoh transformasi wavelet pada citra (a) citra asli (b) dekomposisi level 1 (c) dekomposisi level 2 (d) dekomposisi level 3 (Sumber: Putra, 2010)

Pada gambar 2.8 ditampilkan transformasi wavelet pada citra. Citra semula dibagi (dekomposisi) menjadi 4 *sub-image* baru. Setiap *sub-image* ini berukuran $\frac{1}{4}$ kali dari citra asli, 3 *sub-image* posisi atas kanan, bawah kiri dan bawah kanan terlihat kasar sementara 1 *sub-image* atas kiri tampak seperti citra asli dan tampak lebih halus, yang dapat dibagi menjadi 4 *sub-image* baru lagi. Proses demikian dapat diulang sesuai level transformasi (dekomposisi) yang diinginkan.

2.6.2 Wavelet Daubechies

Nama *Daubechies wavelet* berasal dari seorang matematikawan yang bernama Ingrid Daubechies. *Daubechies wavelet* merupakan keluarga dari transformasi *wavelet* diskrit (DWT) memiliki karakteristik derajat *vanishing moment* yang maksimal. Derajat *vanishing moment* merupakan parameter untuk menyatakan kemampuan mengaproksimasi suatu sinyal. Semakin besar derajat *vanishing moment*, maka semakin kecil nilai *error* aproksimasi yang akan terjadi.

Daubechies wavelet yang umum digunakan adalah D2 sampai D20. Nomor indeks ini mengacu pada banyaknya masing-masing koefisien *highpass filter* $h[n]$ dan *lowpass filter* $g[n]$ yang dimiliki *wavelet*. Sehingga dapat diartikan bahwa *Daubechies D4 wavelet* memiliki masing-masing 4 koefisien $h[n]$ dan $g[n]$. Dalam hal ini nilai koefisien $h[n]$ untuk D2 - D20 telah ditetapkan oleh *Daubechies* sendiri. Nilai koefisien $h[n]$ untuk D2-D8 ditabulasikan dalam Tabel 2.1. Untuk nilai koefisien $g[n]$ diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$g_0 = h_3$$

$$g_1 = -h_2$$

$$g_2 = h_1$$

$$g_3 = -h_0$$

Tabel 2.1 Koefisien-koefisien highpass filter (sumber: Satrio Buwono, Agung, 2014)

D2	D4	D6	D8	D10	D12
1	0.6830127	0.47046721	0.32580343	0.22641898	0.15774243
1	1.1830127	1.14111692	1.01094572	0.85394354	0.69950381
	0.3169873	0.650365	0.8922014	1.02432694	1.06226376
	-0.1830127	-0.19093442	-0.03957503	0.19576696	0.44583132
		-0.12083221	-0.26450717	-0.34265671	-0.31998660
		0.0498175	0.0436163	-0.04560113	-0.18351806
			0.0465036	0.10970265	0.137888809
			-0.01498699	-0.00882680	-0.03892321
				-0.01779187	-0.04466375
				4.71742793e-3	7.83251152e-4
					6.75606236e-3
					-1.52353381e-3

Sinyal aproksimasi dan sinyal detail dihitung dengan mengambil hasil perkalian koefisien $h[n]$ dan $g[n]$ dengan sinyal yang akan dianalisa. Persamaannya ditunjukkan sebagai berikut:

$$a_i = h_0 s_{2i} + h_1 s_{2i+1} + h_2 s_{2i+2} + h_3 s_{2i+3}$$

$$c_1 = g_0 s_{2i} + g_1 s_{2i+1} + g_2 s_{2i+2} + g_3 s_{2i+3}$$

Dengan a_1 adalah sinyal aproksimasi, c_1 adalah sinyal detail, h_0, h_1, h_2, h_3 adalah koefisien $h[n]$ dan g_0, g_1, g_2, g_3 adalah koefisien $g[n]$ dan s adalah sinyal yang akan dianalisa. Dengan mengambil sebanyak delapan sampel sinyal (s), persamaan 5

dan 6 dapat dibuat ke dalam bentuk matriks sebagai berikut menurut skripsi Saragih,

Echolima:

$$\begin{bmatrix} a_i \\ c_i \\ a_{i+1} \\ c_{i+1} \\ a_{i+2} \\ c_{i+2} \\ a_{i+3} \\ c_{i+3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ g_0 & g_1 & g_2 & g_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_0 & g_1 & g_2 & g_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & g_0 & g_1 & g_2 & g_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_0 & h_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & g_0 & g_1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} s_{2i} \\ s_{2i+1} \\ s_{2i+2} \\ s_{2i+3} \\ s_{2i+4} \\ s_{2i+5} \\ s_{2i+6} \\ s_{2i+7} \end{bmatrix}$$

Untuk proses rekonstruksi menjadi sinyal (s) menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{bmatrix} s_{2i} \\ s_{2i+1} \\ s_{2i+2} \\ s_{2i+3} \\ s_{2i+4} \\ s_{2i+5} \\ s_{2i+6} \\ s_{2i+7} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ g_0 & g_1 & g_2 & g_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_0 & g_1 & g_2 & g_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & g_0 & g_1 & g_2 & g_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_0 & h_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & g_0 & g_1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} a_i \\ c_i \\ a_{i+1} \\ c_{i+1} \\ a_{i+2} \\ c_{i+2} \\ a_{i+3} \\ c_{i+3} \end{bmatrix}$$

Dalam penelitian ini, *wavelet daubechies* yang digunakan adalah *wavelet daubechies* orde 4 (DB 4) sebagai tetapan karena pada penelitian-penelitian sebelumnya terbukti lebih efektif dari wavelet yang lainnya.

2.7 Image Matching

Image matching atau pencocokan citra merupakan metode yang digunakan dalam berbagai pengolahan citra untuk keperluan otomatisasi proses. Metode ini bertujuan untuk menentukan seberapa mirip bentuk objek, baik secara semantik maupun secara geometrik, antara citra yang satu dengan citra yang lain. Cara kerja

metode ini adalah dengan menggunakan citra acuan sebagai pencarian dan citra *database* sebagai citra target. Citra acuan ditentukan dan akan menghasilkan citra *database* yang sama atau mirip dengan citra acuan.

2.7.1 Algoritma Brute Force

Brute Force adalah pendekatan yang lempang untuk memecahkan suatu masalah (*straight-forward*). *Brute Force* biasanya didasarkan pada pernyataan masalah (*problem statement*) definisi konsep yang dilibatkan. Algoritma brute force mampu memecahkan masalah dengan sangat sederhana, langsung, dan jelas (*obvious way*) (Munir, 1998).

Pada masalah pencarian dalam struktur data larik, Algoritma *Brute Force* menelusuri setiap elemen larik. Pada masalah pengurutan elemen larik, Algoritma *Brute Force* membandingkan setiap elemen yang ada pada larik untuk menentukan urutan. Pada permasalahan penelusuran seperti yang telah disebut diatas dan yang lainnya, algoritma menelusuri setiap elemen dengan iteratif, dari awal sampai akhir, tidak rekursif dan tidak menggunakan teknik non-iteratif lainnya.

Algoritma *Brute Force* memiliki kelebihan dibandingkan dengan algoritma lain. Algoritma *Brute Force* dapat digunakan untuk memecahkan hampir sebagian besar masalah (*wide applicability*). Algoritma *Brute Force* sederhana dan mudah dimengerti. Algoritma *Brute Force* menghasilkan algoritma yang layak untuk beberapa masalah penting seperti pencarian, pengurutan, pencocokan string, perkalian matriks. Algoritma *Brute Force* menghasilkan algoritma standard untuk tugas-tugas

komputasi seperti penjumlahan atau perkalian n buah bilangan, menentukan elemen minimum atau maksimum di dalam tabel.

Di lain hal, algoritma *Brute Force* Metode juga memiliki sebuah kelemahan. Salah satunya adalah jarang menghasilkan algoritma yang efektif. Beberapa diantaranya sangat lambat sehingga tidak dapat diterima. Selain itu juga tidak kreatif teknik pemecahan masalah lainnya. Algoritma *Brute Force* dipilih dengan pertimbangan tingkat keberhasilan dalam menemukan solusi adalah 100%, meskipun penggunaan *Brute Force* diakui kurang efisien dalam hal waktu dan proses.

2.7.2 *Euclidean Distance*

Dalam melakukan kedekatan citra, perlu menggunakan suatu fungsi yang mampu menghitung jarak antara dua citra. Salah satu fungsi yang sering digunakan adalah *euclidean distance* atau jarak *euclidean*. Fungsi ini dapat menghitung kemiripan dua buah citra dengan membandingkan vektor ciri dari hasil selisih nilai pixel dua vektor tersebut. Secara sistematis, jarak Euclidean adalah akar dari jumlah selisih kudrat antara dua vektor yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$dist(i, k) = \sqrt{\sum_{i=j}^D (i_j - k_j)^2}$$

dengan:

$dist(i,k)$ = jarak *Euclidean* antara vektor i dan vektor k

i_j = komponen ke j dari vektor i

k_j = komponen ke j dari vektor k

D = jumlah komponen pada vektor i dan vektor k

Pengenalan diperoleh dengan menghitung jarak terdekat, yaitu jarak nilai *Euclidean* yang paling kecil (Hendarko, 2010). Dari hasil perhitungan jarak *Euclidean* tersebut dapat ditentukan bahwa citra yang mirip adalah yang jaraknya paling dekat.

2.8 Integrasi Kebudayaan dan Keindahan Batik dengan Al-Qur'an

Budaya biasanya diwariskan dari generasi ke generasi yang dimiliki oleh sebuah kelompok orang dari suatu cara hidup yang berkembang. Budaya terbentuk dari banyak unsur yang rumit, termasuk sistem agama dan politik, adat istiadat, bahasa, pakaian, dan karya seni. Bahasa, sebagaimana juga budaya, merupakan bagian tak terpisahkan dari diri manusia sehingga banyak orang cenderung menganggapnya diwariskan secara genetis. Ketika seseorang berusaha berkomunikasi dengan orang-orang yang berbeda budaya dan menyesuaikan perbedaan-perbedaannya, membuktikan bahwa budaya itu dipelajari.

Dengan demikian, budayalah yang menyediakan suatu kerangka yang koheren untuk mengorganisasikan aktivitas seseorang dan memungkinkannya meramalkan perilaku orang lain. Kebudayaan Indonesia bisa diartikan seluruh ciri khas suatu daerah yang ada sebelum terbentuknya nasional Indonesia, yang termasuk kebudayaan Indonesia itu adalah seluruh kebudayaan lokal dari seluruh ragam suku-suku di Indonesia seperti yang diterangkan pada surat Al-Anam ayat 98 sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي كُمْ أَنْشَأَ مِنْ نَفْسٍ وَاحِدَةٍ فَمُسْتَقَرٌّ وَمُسْتَوْدَعٌ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ
لِقَوْمٍ يَفْقَهُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menciptakan kamu dari seorang diri, maka (bagimu) ada tempat tetap dan tempat simpanan. Sesungguhnya telah Kami jelaskan tanda-tanda kebesaran Kami kepada orang-orang yang mengetahui.” (QS. Al-Anam: 98).

Ayat ini mengatakan, Allah Swt dalam menciptakan kalian umat manusia belum pernah keluar dari batasan dan kalian adalah makhluk yang lebih baik dari seluruh makhluk lainnya. Kalian semua adalah umat manusia, baik laki-laki maupun perempuan, berkulit hitam maupun putih, bahkan dari ras dan kabilah manapun, diciptakan dari satu jenis dan satu jiwa. Semua manusia yang pernah ada dan akan datang merupakan amanat Allah yang diletakkan di tulang sulbi ayah dan ibu. Ketika tiba Hari Kiamat, manusia semua mati dan akan dibangkitkan dari kuburan untuk berkumpul di padang Mahsyar. Semua umat manusia antara yang satu dan yang lainnya adalah bersaudara, sedang perbedaan ras dan tingkat tidak ada makna sama sekali. Meski berasal dari satu jenis, namun keanekaragaman dalam ciptaan manusia ini justru menunjukkan kebesaran dan kekuasaan Allah.

Batik juga termasuk jenis kerajinan yang memiliki nilai seni tinggi dan telah menjadi bagian dari budaya Indonesia (khususnya Jawa) sejak lama. Keindahan kasat mata dari batik dapat dinikmati dari bentuk, komposisi ornament, dan warna yang dihasilkan serta dari kecermatan, ketelitian dan penjiwaan dalam proses

pembuatannya. Secara makna keindahan batik dapat dilihat dari cerminan kearifan budaya pada masanya

Sesungguhnya Allah, baginya keindahan yang sempurna, indah Dzat-Nya, indah Asma-Nya, indah Sifat-sifatNya, dan indah pekerjaan-pekerjaan-Nya. Keindahan-Nya tidak ada yang menandinginya. Allah menyukai keindahan dari makhluk-makhluk-Nya dalam segala bentuk sebagaimana hadits berikut:

إِنَّ اللَّهَ جَمِيلٌ يُحِبُّ الْجَمَالَ. الْكِبْرُ بَطْرُ الْحَقِّ وَغَمَطُ النَّاسِ.
(رواه مسلم)

Artinya: “Sesungguhnya Allah itu Mahaindah dan mencintai keindahan (yang indah). Kesombongan adalah menolak kebenaran dan meremehkan manusia.” (HR. Muslim)

Hadits tersebut menjelaskan bahwa Allah suka melihat hamba-hamba-Nya menampakkan bekas-bekas nikmat-Nya pada dirinya. Allah mencintai hamba-hamba-Nya yang memakai baju yang indah, memakai sepatu yang indah dan bersih. Allah menyukai keindahan dalam segala hal.

Islam membolehkan berhias, memakai yang indah-indah, asalkan tanpa disertai dengan kesombongan. Karena sombong berarti melalaikan asal rizqinya itu dari Allah. Islam membenci yang kotor, kumuh, dan jorok. Karena badan yang kotor, baju yang kotor, tempat yang kotor dan kena najis tidak layak digunakan untuk beribadah kepada Allah.

BAB III

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI

3.1 Desain Proses

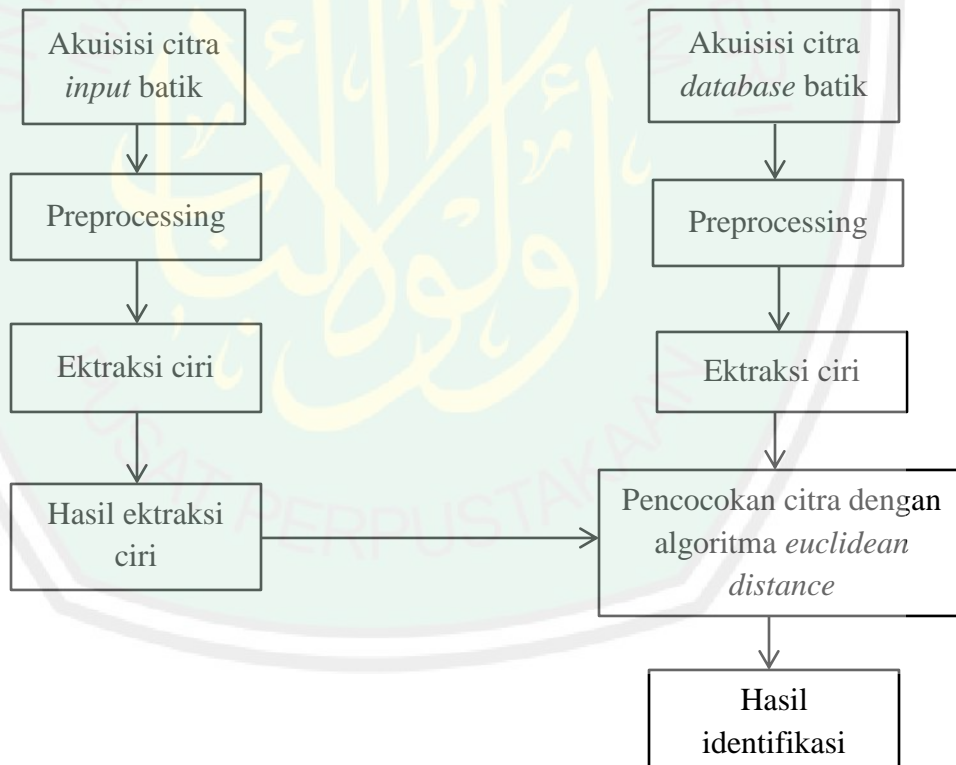
Pada desain proses ini memiliki beberapa proses yang akan dijalankan. Salah satunya adalah *input* berupa citra batik yang sudah di-*cropping* terlebih dahulu. Ukuran *input* citranya disesuaikan dengan kondisi citra batik yang diinginkan. Sedangkan format citranya adalah '.jpg', '.tif', '.bmp', '.png', dan '.gif'. Setelah itu citra diubah ke format *grayscale*. Format *grayscale* ini nantinya akan menjadi sumber informasi yang digunakan untuk mengolah citra ke aplikasi selanjutnya.

Setelah diubah ke format *grayscale*, citra akan diekstrak menggunakan metode *wavelet daubechies*. Metode ini menghasilkan empat nilai koefisien berupa nilai aprosimaksi, nilai vertikal, nilai horizontal, dan nilai diagonal.

Hasil dari perhitungan *wavelet daubechies* yang menghasilkan nilai aprosimaksi, nilai vertikal, nilai horizontal, dan nilai diagonal akan ditampung di *temporary* untuk penyimpanan sementara. Setelah itu, proses *grayscale* dan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode *wavelet daubechies*, akan kembali dilakukan pada citra *database* yang tersimpan di *folder directory* untuk membandingkan antara nilai citra *input* dengan nilai citra *database*.

Proses perbandingannya dilakukan dengan cara membandingkan langsung nilainya menggunakan algoritma *brute-force*. Cara ini merupakan salah satu pemecahan masalah yang sangat jelas, sederhana, dan langsung ke sasaran dengan membandingkan nilai citra *database* satu per satu dengan nilai citra *input*. Setelah semua nilai citra *database* dengan citra *input* dibandingkan, maka nilai tersebut akan disimpan di *temporary*. Setelah itu, nilai tersebut dibandingkan dengan algoritma *euclidean distance* untuk memperoleh pencarian yang optimal.

Berikut ini adalah diagram blok dari aplikasi yang dibuat:



Gambar 3.1 Blok diagram proses aplikasi CBIR motif batik menggunakan metode *wavelet*

Urutan penjelasan blok diagram tersebut yaitu akuisisi citra batik, preprocessing, ekstraksi ciri dari masing-masing citra *input* maupun citra *database*, pencocokan citra dengan menggunakan algoritma *euclidean distance*, dan menampilkan hasil citra yang mirip atau yang mendekati yang mirip.

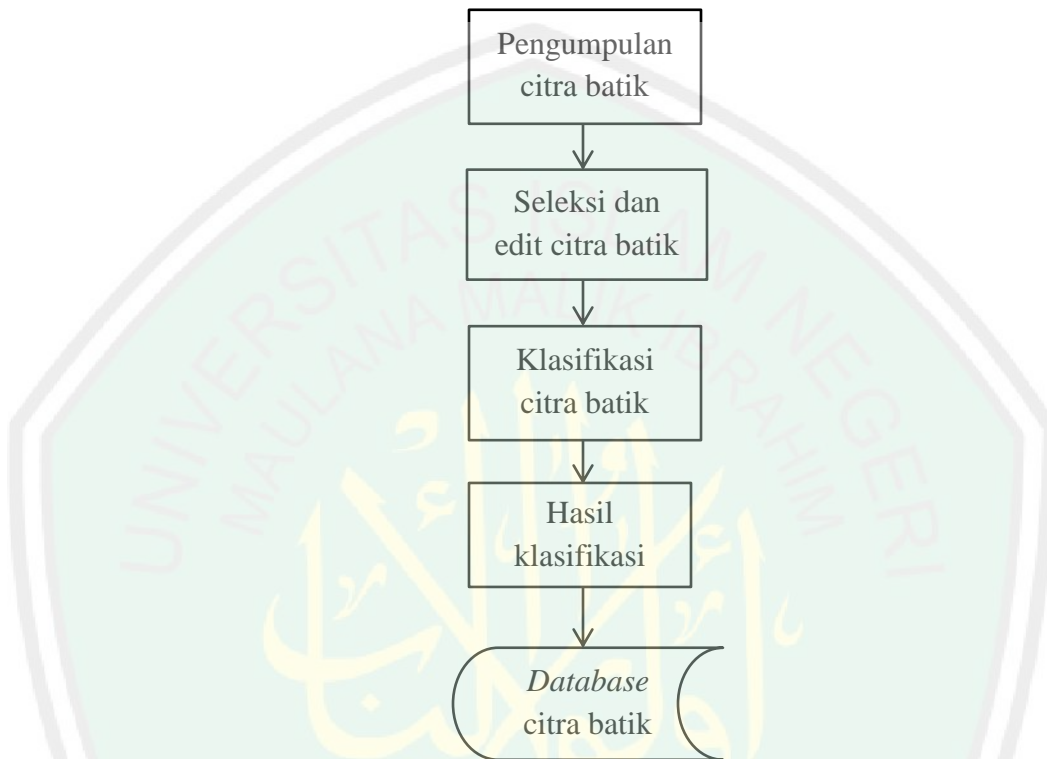
3.1.1 Akuisisi Citra Batik

Akuisisi citra merupakan proses awal untuk mendapatkan data. Data pada penelitian ini didapatkan dari sumber yang terpercaya, antara lain: buku, galeri batik pemerintah, dan situs pemerintah. Cara pengambilan citranya adalah dengan memotret batik yang ada di galeri batik atau men-*scan* gambar batik yang ada pada buku. Sedangkan untuk citra batik yang terdapat pada situs pemerintah, tinggal diunduh dari internet. Setelah itu, citra batik di-*cropping* sesuai dengan kondisi citra batik yang diinginkan. Selanjutnya, citra batik dipilih adalah yang tidak banyak memiliki *noise* atau *blur*. Citra batik disimpan ke dalam format '.jpg', '.tif', '.bmp', '.png', atau '.gif'. Pada penelitian ini, citra *database* yang tersimpan berformat '.jpg'.



Gambar 3.2 Direktori database citra batik berformat .jpg

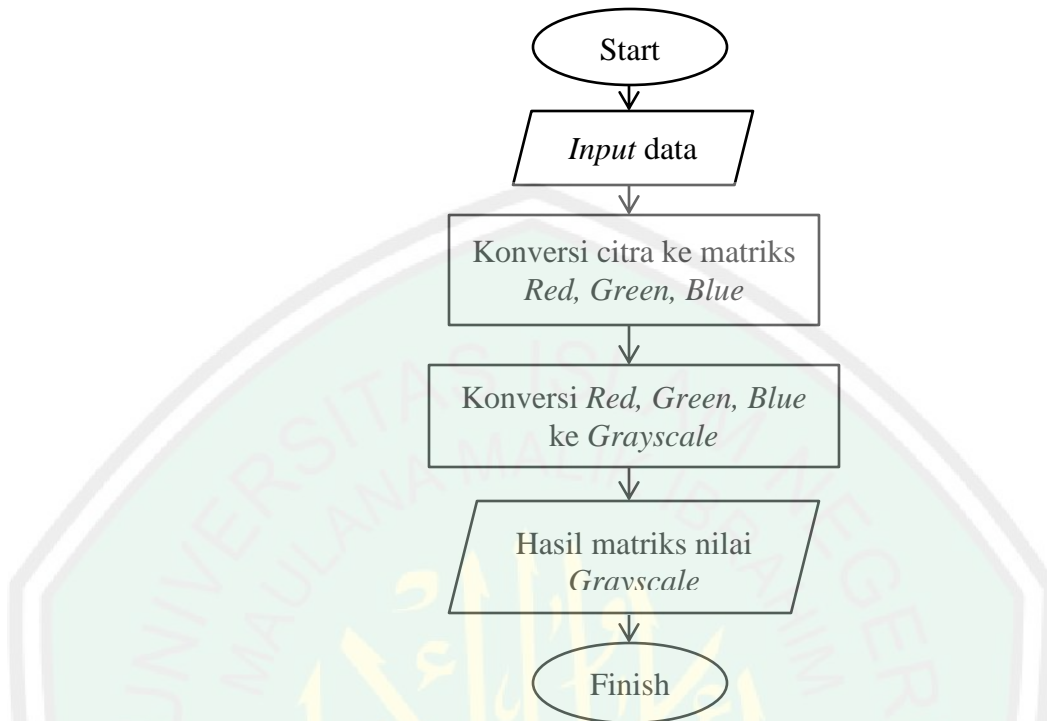
Citra batik yang terkumpul diklasifikasikan berdasarkan motifnya. Motif batik tersebut antara lain; kawung, lereng, parang, dan lain-lain.



Gambar 3.3 Proses pengumpulan database citra batik

3.1.2 *Preprocessing* Citra Batik

Sebelum masuk pada proses lanjut, hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah *preprocessing*. *Preprocessing* merupakan proses untuk mendapatkan hasil yang terbaik dan maksimal pada proses identifikasi citra. Berikut ini adalah blok diagram *preprocessing* pada citra batik:



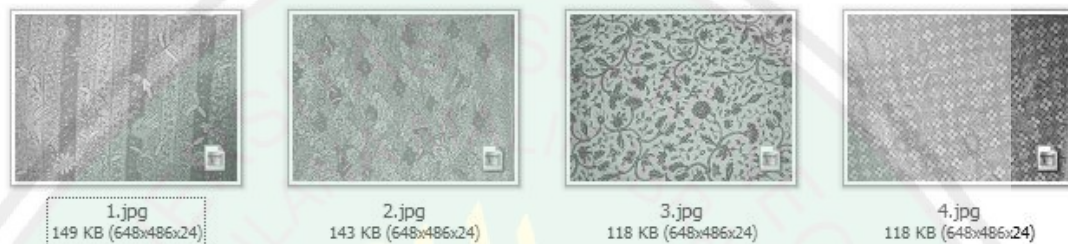
Gambar 3.4 Blok diagram preprocessing citra batik

Ada beberapa hal yang terdapat pada proses *preprocessing*, diantaranya adalah konversi citra ke *Red, Green, Blue* dan konversi *Red, Green, Blue* ke *grayscale*. Proses citra ke *Red, Green, Blue* memungkinkan citra memperjelas tiga layer matriks, yaitu; R-layer, G-layer, dan B-layer. Untuk proses selanjutnya tetap diperhatikan tiga layer tersebut. Sedangkan konversi *Red, Green, Blue* ke *grayscale* memungkinkan tiga layer dihitung dan diubah menjadi satu layer matriks, yaitu; *grayscale*.

3.1.3 Grayscale

Dalam komputasi, suatu citra digital grayscale atau greyscale adalah suatu citra dimana nilai dari setiap pixel merupakan sample tunggal. Citra yang ditampilkan

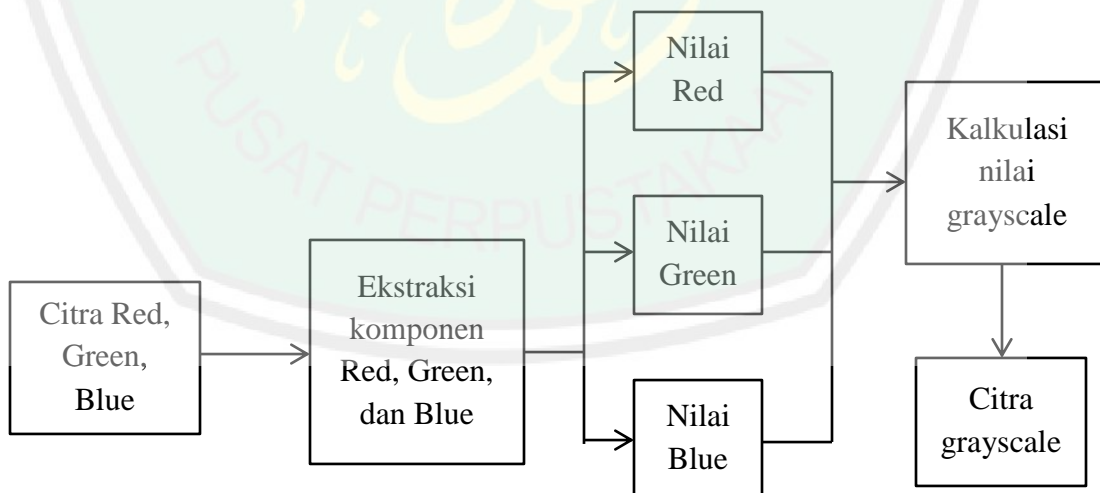
dari citra jenis ini terdiri atas warna abu-abu, bervariasi pada warna hitam pada bagian yang intensitas terlemah dan warna putih pada intensitas terkuat. Citra grayscale berbeda dengan citra "hitam-putih", dimana pada konteks komputer, citra hitam putih hanya terdiri atas 2 warna saja yaitu "hitam" dan "putih" saja.



Gambar 3.5 Citra grayscale

3.1.4 Proses konversi

Proses konversi citra RGB ke dalam citra grayscale dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.6 Diagram blok citra RGB (Red, Green, Blue) ke grayscale

Proses pertama adalah mengambil nilai R, G, dan B dari suatu citra bertipe RGB. Pada tipe .bmp citra direpresentasikan dalam 24 bit, sehingga diperlukan proses untuk mengambil masing-masing 3 kelompok 8 bit dari 24 bit tadi. Sebagai contoh suatu pixel memiliki nilai RGB 24 bit sebagai berikut :

111100001111000011111111, untuk mendapatkan masing-masing nilai R, G, dan B dilakukan operasi-operasi sebagai berikut. Untuk mendapatkan nilai R dilakukan operasi modulo dengan bilangan 256 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Nilai R} &= \mathbf{111100001111000011111111} \bmod \mathbf{10000000} \\ &= \mathbf{11111111}\end{aligned}$$

Sedangkan untuk nilai G, dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Nilai G} &= (\mathbf{111100001111000011111111} \text{ and } \mathbf{1111111100000000}) / \mathbf{100000000} \\ &= \mathbf{11110000}\end{aligned}$$

Untuk Nilai B, dapat dicari dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned}\text{Nilai B} &= (\mathbf{111100001111000011111111} \text{ and } \\ &\quad \mathbf{1111111100000000}) / \mathbf{10000000000000000} \\ &= \mathbf{11110000}\end{aligned}$$

Sehingga dari nilai pixel **111100001111000011111111** atau 15790335 diperoleh

$$\text{nilai R} = \mathbf{11111111} = 255$$

$$\text{G} = \mathbf{11110000} = 240$$

$$B = 11110000 = 240$$

Sehingga diperoleh triplet RGB= (255,240,240).

Setelah nilai triplet RGB kita peroleh, maka kita bisa mendapatkan nilai *grayscale* dari pixel tersebut. Ide dasarnya sebenarnya adalah membuat band tunggal dari 3 band RGB tadi dengan rumus tertentu. Pada penelitian ini digunakan rumus :

$$\text{red} = (\text{red} * 5) \setminus 10$$

$$\text{green} = (\text{green} * 8) \setminus 10$$

$$\text{blue} = (\text{blue} * 3) \setminus 10$$

$$\text{gray} = ((\text{red} + \text{green} + \text{blue}) * 10) \setminus 16$$

Dengan mengaplikasikan prosedur tadi pada semua pixel akan kita dapatkan citra dengan format *grayscale*. Berikut ini adalah *source code* untuk mengubah citra RGB batik ke citra *grayscale* batik.

```
K = imread([path namafile]);

%GK=Gray citra dari K
%0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B
GK=uint8(zeros(size(K,1),size(K,2)));
for i=1:size(K,1)
    for j=1:size(K,2)
        GK(i,j)=0.2989*K(i,j,1)+0.5870*K(i,j,2)+0.1140*K(i,j,3);
    end
end
```

Gambar 3.7 Source code proses grayscale citra batik

3.1.5 Ekstraksi Ciri Menggunakan Metode Wavelet

Daubechies adalah salah satu keluarga *Wavelet*, lebih tepatnya keluarga *Wavelet* yang bersifat orthogonal. *Wavelet* ini ditemukan oleh Ingrid Daubechies. Sedangkan dalam penelitian ini penulis menggunakan *wavelet daubechies* orde 4 (*db 4*) sebagai tetapan kernel *daubechies*-nya karena pada penelitian-penelitian batik sebelumnya (tinjauan pustaka Bab II), telah terbukti lebih efektif dari wavelet jenis lainnya.

Ingrid Daubechies meneliti tentang *Orthonormal Bases of Compactly Supported Wavelets*. Sedangkan pada tahun 1992 Cohen, Daubechies and Feauveau melanjutkan penelitian tentang tetapan *wavelet* yang berjudul *Biorthogonal Bases of Compactly Supported Wavelets*. Berikut ini perbedaan antara koefisien untuk kernel *orthogonal wavelet daubechies* pada tabel 3.1 dan koefisien untuk kernel *orthonormal wavelet daubechies* pada tabel 3.2 beserta skema *filter bank*-nya yang ada pada penelitian-penelitian tersebut.

Tabel 3.1 *Orthogonal Daubechies Coefficients D2-D12 (Low-Pass Filter)*

D2	D4	D6	D8	D10	D12
1	0.6830127	0.47046721	0.32580343	0.22641898	0.15774243
1	1.1830127	1.14111692	1.01094572	0.85394354	0.69950381
	0.3169873	0.650365	0.8922014	1.02432694	1.06226376
	-0.1830127	-0.19093442	-0.03957503	0.19576696	0.44583132
		-0.12083221	-0.26450717	-0.34265671	-0.31998660
		0.0498175	0.0436163	-0.04560113	-0.18351806
			0.0465036	0.10970265	0.137888809

D2	D4	D6	D8	D10	D12
			-0.01498699	-0.00882680	-0.03892321
				-0.01779187	-0.04466375
				4.71742793e-3	7.83251152e-4
					6.75606236e-3
					-1.52353381e-3

Bank Filter (Low-Pass) *Wavelet Daubechies* dengan empat koefisien pada *Orthogonal Bases* adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 \end{bmatrix}$$

Tabel 3.2 *Orthonormal Daubechies Coefficients db4*

Low Pass		Koefisien
N=4	H(0)	0.230377813308855
	H(1)	0.714846570552542
	H(2)	0.630880767929590
	H(3)	- 0.0279837694169839
	H(4)	- 0.187034811718881
	H(5)	0.0308413818359870
	H(6)	0.0328830116669829
	H(7)	- 0.0105974017849973

Bank Filter (Low-Pass) *Wavelet Daubechies* dengan empat koefisien pada *Orthonormal Bases* adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ g_1 & g_2 & g_3 & g_4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_0 & h_1 & h_2 & h_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_1 & g_2 & g_3 & g_4 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Tetapan jenis koefisien yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Orthogonal Daubechies Coefficients* karena sangat mendukung untuk diterapkan dengan metode teknik *indexing* yang pada tahapannya terdapat *Separating Hyper-Plane Orthogonal* sehingga bisa diperoleh hasil yang optimal berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Urutan koefisien *Wavelet Daubechies Orthogonal* dapat diperoleh dari tabel *Orthogonal Daubechies Coefficients D2-D12 (Low-Pass Filter)* dengan cara sebagai berikut:

- a. Balik urutan koefisien fungsi penskalaan.
- b. Balik tanda (minus atau plus) untuk setiap koefisien dengan posisi habis di modulo 2.

Sebagai contoh untuk D4, dengan koefisien fungsi penskalaan (0.6830127, 1.1830127, 0.3169873, -0.1830127) maka koefisien fungsi *wavelet*-nya dapat diperoleh dengan menggunakan langkah diatas, sebagai berikut:

Pertama, lakukan pembalikan terhadap urutan koefisien fungsi penskalaan, sehingga menjadi (-0.1830127, 0.3169873, 1.1830127, 0.6830127).

Kedua, balik tanda untuk setiap koefisien pada posisi habis dimodulo 2, sehingga koefisien fungsi *wavelet* untuk D4 adalah (-0.1830127, -0.3169873, 1.1830127, -0.6830127).

Kedua tahap diatas dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

$$[b_k = (-1)^k a_{N-1-k}]$$

Dengan k menyatakan indeks koefisien, b menyatakan urutan koefisien *Wavelet*, dan a menyatakan koefisien penskalaan. N menyatakan indeks *Wavelet*, sebagai contoh untuk D2 maka N=2 dan untuk D4 maka N=4.

$$b_0 = (-1)^0 a_3 = a_3 = -0.1830127$$

$$b_1 = (-1)^1 a_2 = -a_2 = -0.3169873$$

$$b_2 = (-1)^2 a_1 = a_1 = 1.1830127$$

$$b_3 = (-1)^3 a_0 = -a_0 = -0.6830127$$

Mengikuti skema *filter bank pada Orthogonal Bases* maka matriks H_0 dan H_1 untuk D4, pada citra ukuran D4 adalah sebagai berikut:

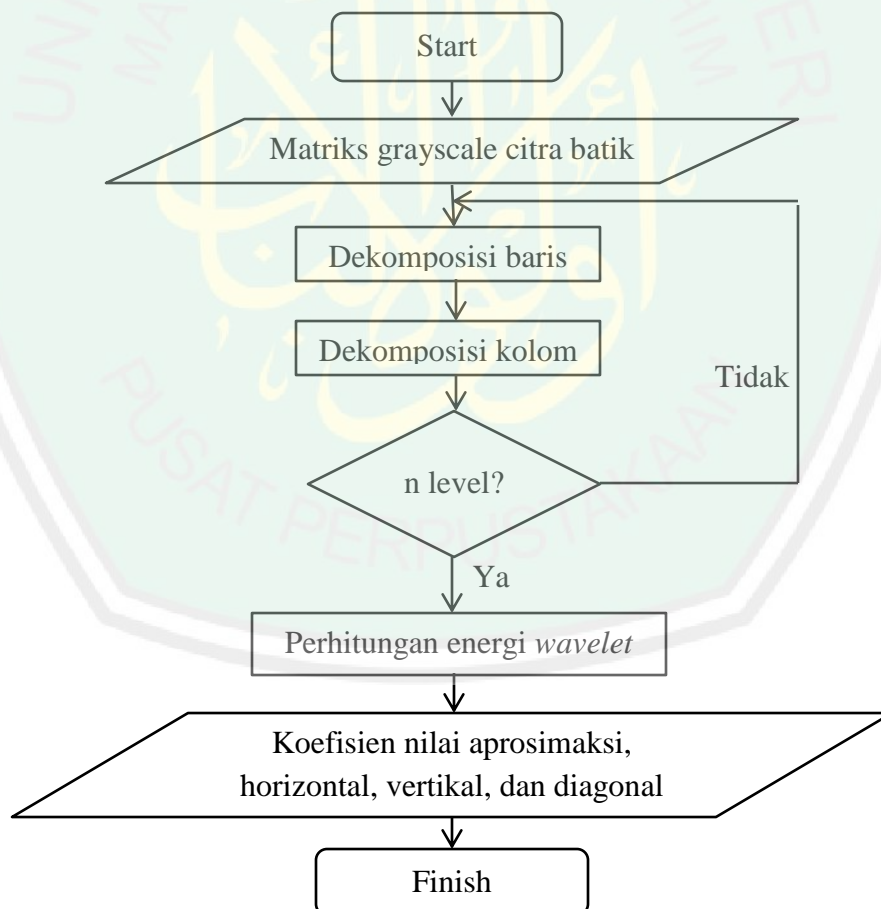
$H_0 =$

$$\begin{bmatrix} 0.6830127 & 1.1830127 & 0.3169873 & -0.1830127 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.6830127 & 1.1830127 & 0.3169873 & -0.1830127 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.6830127 & 1.1830127 & 0.3169873 & -0.1830127 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.6830127 & 1.1830127 & 0.3169873 & -0.1830127 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6830127 & 1.1830127 & 0.3169873 & -0.1830127 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6830127 & 1.1830127 & 0.3169873 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6830127 & 1.1830127 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6830127 \end{bmatrix}$$

$H_1 =$

-0.1830127	-0.3169873	1.1830127	-0.6830127	0	0	0	0
0	-0.1830127	-0.3169873	1.1830127	-0.6830127	0	0	0
0	0	-0.1830127	-0.3169873	1.1830127	-0.6830127	0	0
0	0	0	-0.1830127	-0.3169873	1.1830127	-0.6830127	0
0	0	0	0	-0.1830127	-0.3169873	1.1830127	-0.6830127
0	0	0	0	0	-0.1830127	-0.3169873	1.1830127
0	0	0	0	0	0	-0.1830127	-0.3169873
0	0	0	0	0	0	0	-0.1830127

Pada penelitian ini, transformasi *Wavelet Daubechies* dilakukan hingga level 2. Citra yang awalnya memiliki ukuran 512 x 512 piksel, setelah diekstraksi *feature* akan menghasilkan ukuran 128 x 128 piksel. Diagram alur transformasi Wavelet 2D digambarkan pada Gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3.8 Diagram Alur Ekstraksi Fitur menggunakan Wavelet Daubechies

Adapun penjelasan langkah pemrosesan transformasi *wavelet* sebagai berikut:

- Menentukan matriks nilai citra, misalkan berukuran 512 x 512 piksel.
- Menentukan matriks dekomposisi *lowpass* dan matriks dekomposisi *highpass* yang berukuran 256x512 piksel.
- Mengalikan matriks *lowpass* dengan matriks citra dan mengalikan matriks *highpass* dengan matriks citra, menghasilkan matriks berukuran 256x512.
- Men-transpose matriks hasil perkalian *low pass* dan matriks hasil perkalian *highpass*, sehingga matriks menjadi berukuran 512x256.
- Mengalikan matriks dekomposisi *lowpass* dengan matriks transpose hasil perkalian *low pass* (LL) dan mengalikan matriks dekomposisi *lowpass* dengan matriks transpose hasil perkalian *highpass* (LH).
- Mengalikan matriks dekomposisi *highpass* dengan matriks transpose hasil perkalian *low pass* (HL) dan mengalikan matriks dekomposisi *highpass* dengan matriks transpose hasil perkalian *highpass* (HH).
- Level 2 mengulangi langkah c sampai f, dengan menggunakan bagian LL.

Berikut Contoh Dekomposisi menggunakan Daubechies Level 1.

Perhitungan Energi pada *Wavelet*

Perhitungan energi berfungsi untuk menghitung energi yang dihasilkan setiap citra hasil alihragam *wavelet*. Dalam penelitian ini, energi dibagi dalam 4 (empat) ciri, yaitu:

- (a) Prosentase energi yang berhubungan dengan nilai pendekatan (aproksimasi), E_a dihitung berdasarkan prosentase jumlahan kuadrat dari nilai koefisien aproksimasi C_a dibagi dengan jumlahan seluruh koefisien C (koefisien aproksimasi ditambah koefisien detail).

$$E_a = \frac{\sum(C_a)^2}{\sum(C)^2} \times 100\%$$

- (b) Prosentase energi yang berhubungan dengan nilai detail pada arah horisontal, E_h dihitung berdasarkan prosentase jumlahan kuadrat dari nilai koefisien detail pada arah horisontal C_h dibagi dengan jumlahan seluruh koefisien C .

$$E_h = \frac{\sum(C_h)^2}{\sum(C)^2} \times 100\%$$

- (c) Prosentase energi yang berhubungan dengan nilai detail pada arah vertikal, E_v dihitung berdasarkan prosentase jumlahan kuadrat dari nilai koefisien detail pada arah horisontal C_v dibagi dengan jumlahan seluruh koefisien C .

$$E_v = \frac{\sum(C_v)^2}{\sum(C)^2} \times 100\%$$

- (d) Prosentase energi yang berhubungan dengan nilai detail pada arah diagonal, E_d dihitung berdasarkan prosentase jumlahan kuadrat dari nilai koefisien detail pada arah diagonal C_d dibagi dengan jumlahan seluruh koefisien C .

$$E_d = \frac{\sum(C_d)^2}{\sum(C)^2} \times 100\%$$

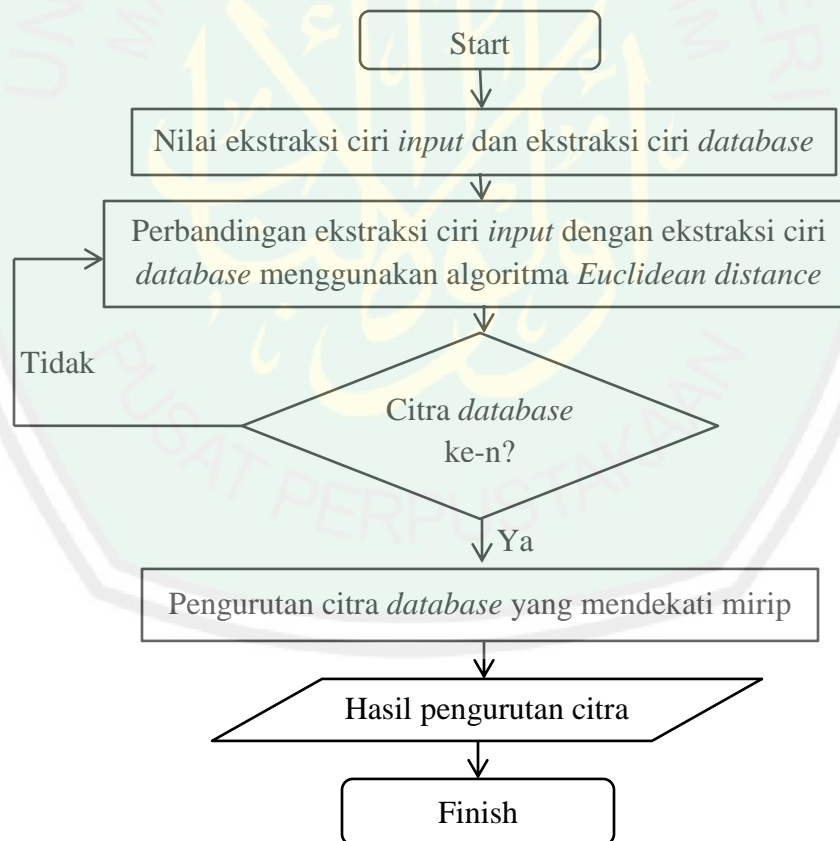
Berikut ini adalah *source code* untuk transformasi *wavelet daubechies* :

```
K = imresize(K, [baris, kolom]);
[apr2, hor2, ver2, dia2] = swt2(K, 1, 'db4');
apr2 = imresize(apr2, [100, 100]);
hor2 = imresize(hor2, [100, 100]);
ver2 = imresize(ver2, [100, 100]);
dia2 = imresize(dia2, [100, 100]);
```

Gambar 3.9 *Source code Wavelet Daubechies*

3.1.6 Proses Identifikasi Citra

Pada proses ini, identifikasi citra akan membandingkan citra *input* dengan citra *database*. Proses pembandingnya adalah dengan melalui tahap *Euclidean distance* dan tahap *brute-force* seperti pada diagram berikut;



Gambar 3.10 *Diagram alur proses identifikasi citra*

Diagram tersebut menjelaskan alur pada penelitian ini. Proses awalnya bermula pada nilai ekstraksi ciri yang sudah diekstrak sebelumnya. Setelah itu nilai ekstraksi ciri dibandingkan antara nilai ekstraksi ciri *input* dengan nilai ekstraksi ciri *database* menggunakan algoritma *Euclidean distance*. Hal tersebut dilakukan terus menerus sampai citra yang ada pada *database* habis. Setelah habis, citra akan diurutkan berdasarkan tingkat kemiripannya. Semakin mirip citranya, maka semakin kecil nilai *Euclidean distance*-nya. Citra yang paling mirip diletakkan pada urutan prioritas yang pertama. Sedangkan prioritas yang kedua adalah yang nilai *Euclidean distance*-nya nomor dua dari prioritas yang pertama. Begitu seterusnya untuk prioritas yang selanjutnya. Setelah itu, hasilnya akan ditampilkan pada aplikasi dalam bentuk top sembilan, top enam, top tiga, atau top satu.

Proses *Euclidean distance* dan proses *brute-force* merupakan proses yang akan dibahas pada penelitian ini. Proses *Euclidean distance* adalah proses pencarian jarak pada citra. Sedangkan proses *brute-force* adalah proses usaha yang dilakukan untuk memproses *Euclidean distance*.

3.1.7 Euclidean Distance

Pada proses ini, *Euclidean distance* menyeleksi citra batik *database* dengan citra batik *input* berdasarkan tingkat kemiripan. Kemiripan yang dihasilkan tergantung dari nilai *feature* yang dihasilkan dari masing-masing citra. Nilai *feature* yang digunakan adalah nilai *feature* horizontal dan vertikal. Nilai jarak *Euclidean* yang mendekati nilai nol, akan menunjuk pada data tertentu. Data batik pada

database yang memiliki nilai *feature* termirip dengan *input* akan memiliki nilai jarak *Euclidean* yang paling mendekati nilai nol. Nilai *Euclidean* tersebut kemudian diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar. Sembilan nilai terkecil dicetak dan ditampilkan pada identifikasi. Perhitungan nilai *Euclidean* dapat dituliskan sebagai berikut :

$$d(\vec{u}, \vec{v}) = \|\vec{u} - \vec{v}\| = \sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2 + \dots + (u_n - v_n)^2}$$

dengan :

$d(\vec{u}, \vec{v})$ = jarak *Euclidean*

\vec{u} = nilai *feature* horizontal

\vec{v} = nilai *feature* vertikal

n = banyaknya data

Pengenalan di peroleh dengan menghitung jarak terdekat, yaitu jarak nilai *Euclidean* yang paling kecil (Hendarko, 2010). Semakin kecil skor $d(\vec{u}, \vec{v})$ maka semakin mirip kedua vektor fitur yang dicocokkan. Sebaliknya, semakin besar skor $d(\vec{u}, \vec{v})$ maka semakin berbeda kedua vektor fitur.

3.1.8 Brute-force

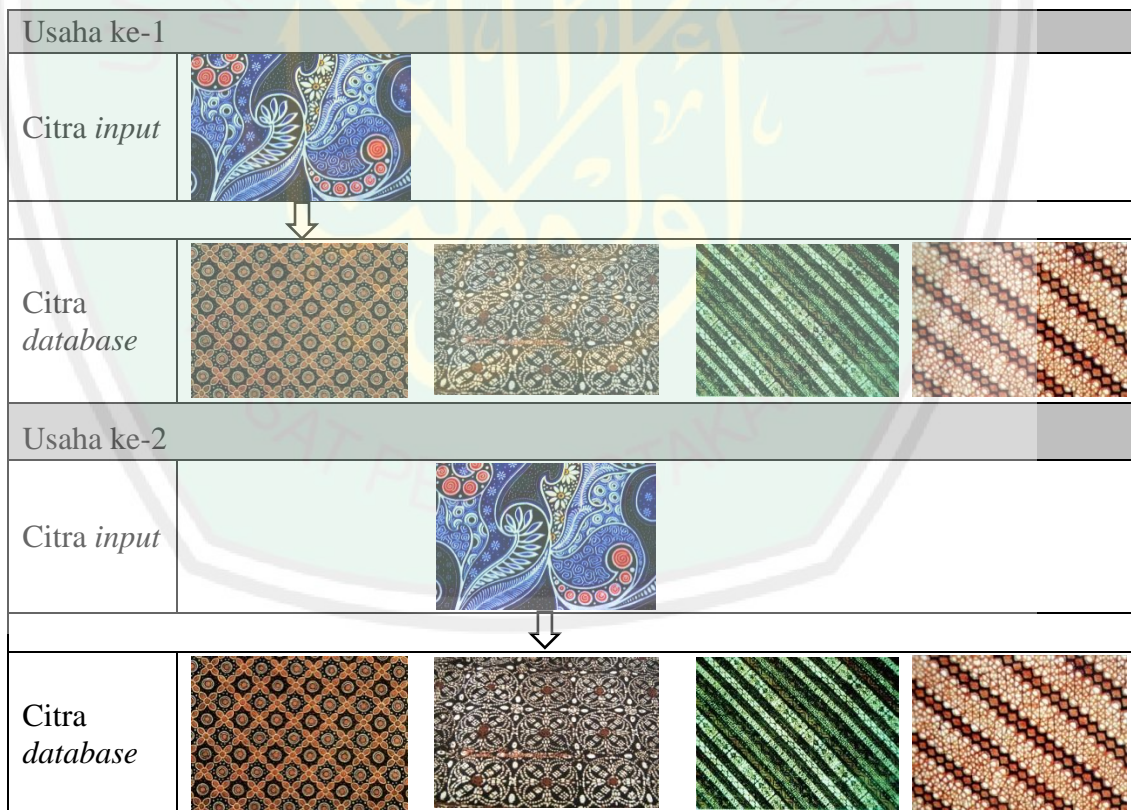
Algoritma pencarian secara beruntun adalah algoritma untuk melakukan pencarian dari semua kemunculan data. Pencarian dan pencocokan data biasa dianggap sebagai bagian dari pemrosesan data, pengkompresian data, analisis

leksikal, dan temu balik informasi. Hasilnya adalah penyelesaian masalah pencocokan data yang akan menghasilkan implikasi langsung ke aplikasi pencocokan data lainnya, termasuk pencocokan citra. Hal inilah yang biasa dilakukan oleh algoritma *brute-force*.

Cara kerja algoritma *brute-force* pada saat pencocokan citra adalah:

- Algoritma *brute-force* mulai mencocokkan citra pada citra pertama
- Algoritma ini akan mencocokkan dari citra satu ke citra berikutnya sampai habis
- Setelah semua citranya habis, algoritma ini akan berhenti.

Berikut adalah algoritma *brute-force* yang sedang bekerja mencocokkan citra:

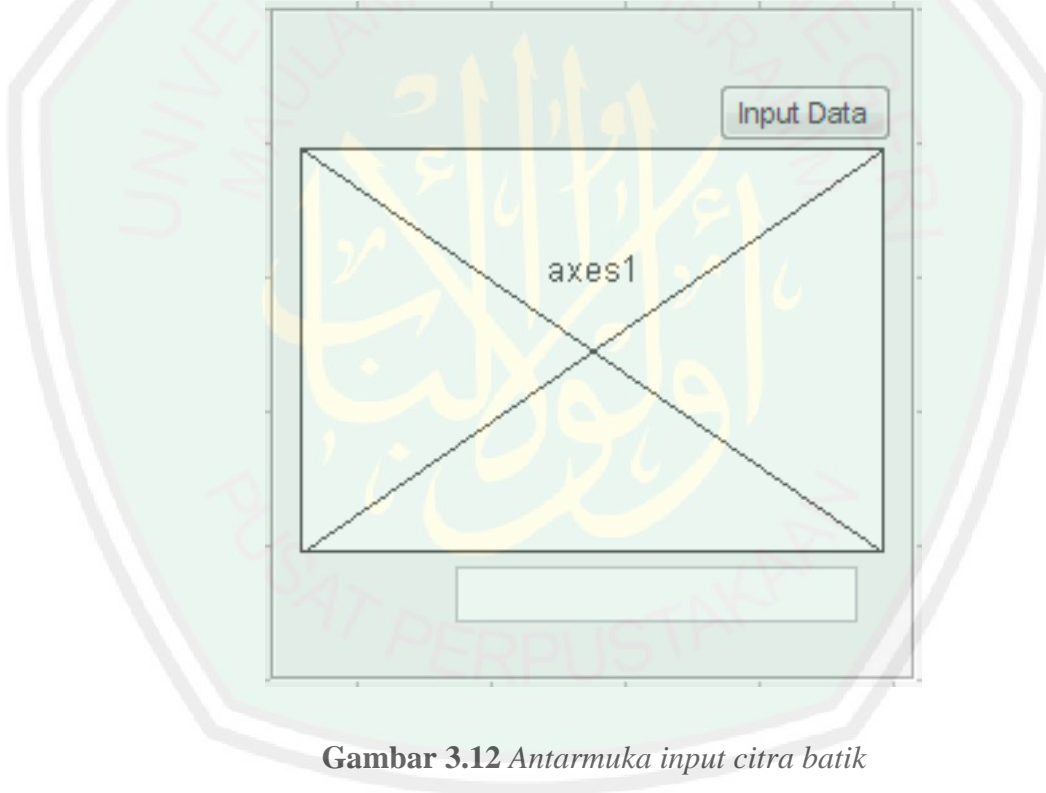


Gambar 3.11 Proses usaha algoritma *brute-force*

3.2 Desain GUI (*Graphical User Interface*)

Untuk mempermudah pengguna, maka perlu dibuat tampilan *GUI* atau antarmuka pengguna grafis (*interface*). Berikut ini ditampilkan rancangan antarmuka untuk meng-*input*-kan citra batik dan rancangan antarmuka aplikasi *content based image retrieval* motif batik.

a. Proses Input Citra Batik



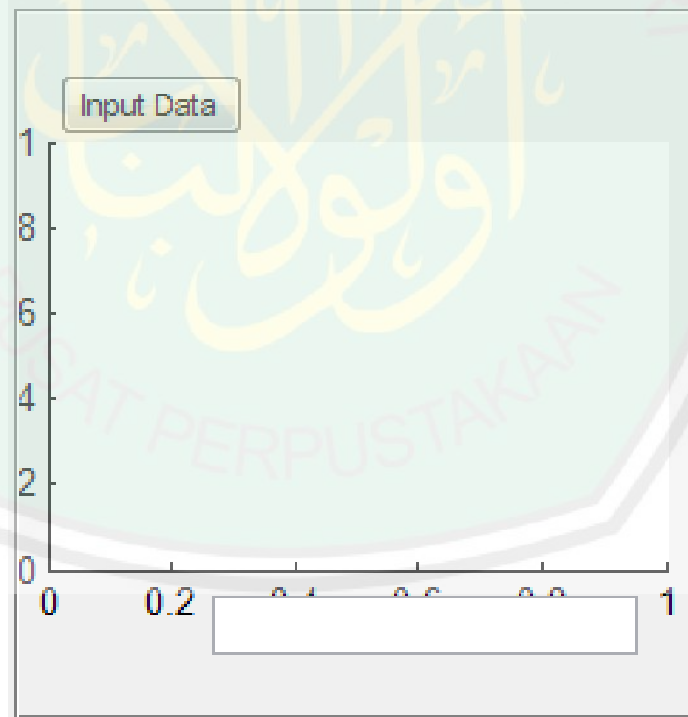
Gambar 3.12 Antarmuka input citra batik

Dalam halaman *input* citra batik terdapat beberapa tombol antara lain :

- **Buka File**, tombol untuk membuka file citra yang akan di-*input*-kan ke dalam aplikasi.

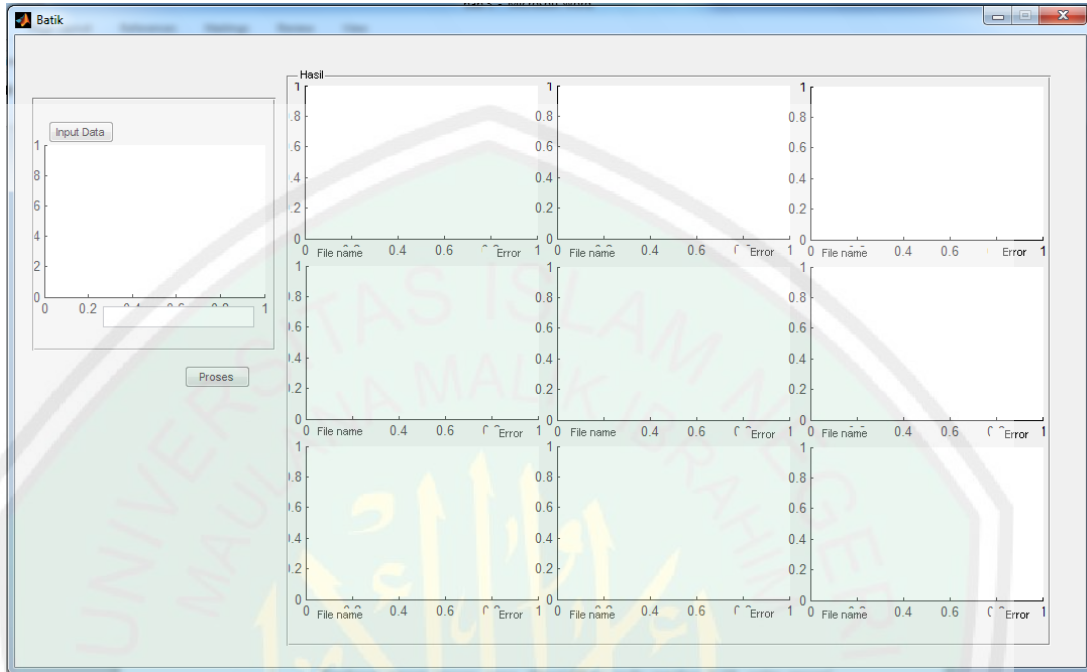
- **Proses**, tombol untuk memproses ekstraksi citra batik yang telah di-*input*-kan ke dalam aplikasi dengan metode *wavelet daubechies*.

Setelah pengguna memberikan citra *input* pada aplikasi dengan menekan tombol “Buka File”, citra batik yang telah dipilih akan tampil pada panel ‘Citra Input’. Alamat file citra akan di cetak pada *textfield* di sebelah tombol ‘Buka File’. Selanjutnya citra *input* diubah ke citra *grayscale*. Pengguna menekan tombol “Proses”. Aplikasi akan mengekstraksi citra *input* menjadi empat nilai yaitu nilai aproksimasi, nilai horizontal, nilai vertikal, dan nilai diagonal. Berikut ini adalah tampilan aplikasi untuk proses *input* citra batik:



Gambar 3.13 Tampilan proses *input* citra batik

b. Proses Identifikasi *Content Based Image Retrieval* Citra Batik

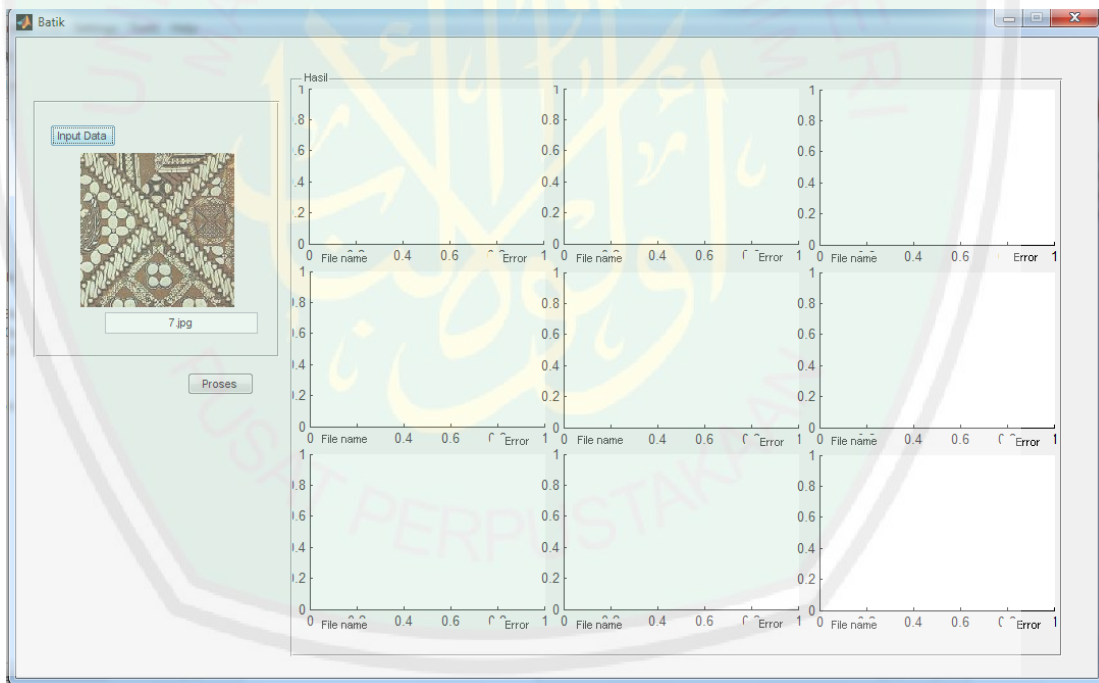


Gambar 3.14 Antarmuka proses identifikasi *content based image retrieval* citra batik

Terdapat empat proses yang ditunjukkan pada gambar 3.19, yaitu proses akuisisi citra, *preprocessing*, *main processing* dan output identifikasi. Akuisisi citra yaitu pengambilan citra dari drive computer. Citra yang di-*input*-kan akan diletakkan axes1, kemudian citra *input* di konversi ke citra *grayscale* dan hasilnya akan ditampilkan pada axes2. Kemudian, citra diekstrak *feature*-nya menggunakan *wavelet daubechies*. Selanjutnya, proses identifikasi dapat dijalankan dan aplikasi akan mencari dan mencocokkan nilai *feature* antara citra *input* dengan citra *database* berdasarkan algoritma *brute-force*. Hasil akhir pencarian citra akan ditampilkan pada *axes* sebanyak sembilan buah. Citra batik yang ditampilkan merupakan hasil dari nilai *Euclidean* yang terkecil.

Dalam halaman proses identifikasi citra batik, terdapat dua tombol yaitu “Buka file” dan “Proses”. Ketika pengguna menekan tombol “Buka File”, maka akan keluar *open dialog* kepada pengguna untuk memilih file citra yang akan diidentifikasi. Setelah itu citra batik akan di-*grayscale*-kan.

Setelah pengguna membuka file citra batik, pengguna bisa mencari citra dengan menekan tombol “Proses”. Tombol “Proses” akan menghitung nilai ekstraksi *feature* citra batik. Berikut ini adalah implementasi dari transformasi wavelet *daubechies*, gambar 3.15 menunjukkan perhitungan ekstraksi *feature*.



Gambar 3.15 Proses ekstraksi *feature* citra batik

Berikut ini adalah *Similarity Search* dengan menggunakan pengurutan nilai *Euclidean* dari terkecil hingga terbesar. Berikut ini adalah tampilan *GUI* dari proses *ranking* identifikasi citra batik:



Gambar 3.16 Tampilan ranking identifikasi *content based image retrieval* citra batik

3.3 Implementasi Aplikasi

Terdapat dua kebutuhan dalam implementasi aplikasi *content based image retrieval* citra batik menggunakan metode *wavelet* yaitu kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Berikut penjelasannya:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan dan pembuatan aplikasi *content based image retrieval* motif batik menggunakan metode *wavelet* menggunakan perangkat komputer dengan

spesifikasi: Processor Intel® Pentium® Dual CPU T3200 @2.0 GHz dan RAM 2.43 GB.

2. Perangkat Lunak (Software)

Kebutuhan perancangan dan pembuatan aplikasi beberapa perangkat lunak, antara lain:

a. Operating System

Sistem operasi windows xp profesional digunakan sebagai susunan arahan yang dapat dipahami oleh komputer. Dibuat untuk mengarahkan komputer melaksanakan, mengawal, menjadwalkan, dan menyelaraskan sesuatu operasi komputer.

b. Matlab 7.12 (R2011a)

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 Aplikasi ini.

c. Paint

Paint adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk proses akuisisi data yaitu untuk *cropping* citra batik yang telah di-*scan*. Citra batik tersebut di potong sesuai dengan kebutuhan penelitian. Serta digunakan untuk menghilangkan noise yang ada di sekitar batik.

BAB IV

EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai rangkaian uji coba dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan. Uji coba ditujukan untuk melihat sejauh mana keberhasilan implementasi perangkat lunak dan evaluasi yang dilakukan. Hal ini juga dibutuhkan untuk mendapatkan kesimpulan dan saran untuk pengembangan aplikasi yang selanjutnya.

4.1 Langkah-Langkah Uji Coba

Langkah-langkah uji coba pada penelitian ini antara lain:


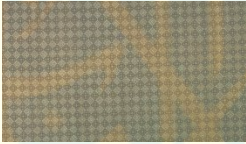








- a. Akusisi citra, meliputi mendapatkan dari sumber yang terpercaya, antara lain: buku, galeri batik pemerintah, dan situs pemerintah.
- b. Seleksi, yaitu memilih citra batik yang tidak banyak memiliki *noise* atau *blur*.
- c. *Cropping*, yaitu pemotongan citra disesuaikan dengan kondisi citra batik yang diinginkan.
- d. Simpan database. Penyimpanan semua database citra batik disimpan pada folder direktori.
- e. Uji coba. Citra diuji coba dengan algoritma *brute-force* untuk prosesnya.
- f. Mendeteksi masuknya data yang sesuai pada hasil uji coba pada empat macam peringkat; sembilan prioritas tertinggi, enam prioritas tertinggi, tiga prioritas tertinggi, dan satu prioritas tertinggi.

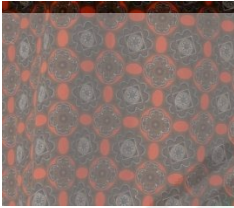

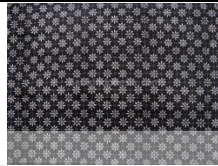

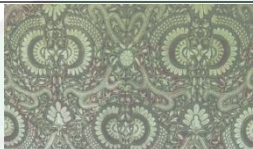




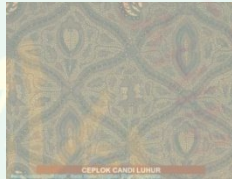

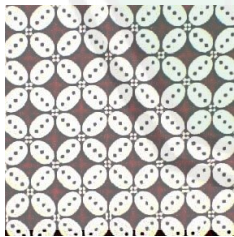


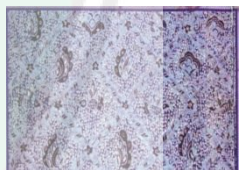

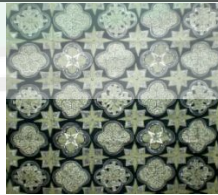
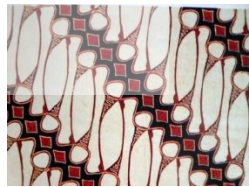
4.2 Uji Coba

Citra input diperoleh dari motif baju yang ada di internet yang mereka klaim dengan motif tertentu. Citra baju tersebut di-*download* dan di-*cropping* motifnya saja sesuai kebutuhan.

Proses pengujian aplikasi berikut dilakukan dengan cara membandingkan citra input dengan citra database. Aplikasi akan menampilkan gambar yang mirip dengan citra input. Setelah itu, hasil uji coba akan dibandingkan secara manual.

Tabel 4.1 Uji coba citra batik

Pengujian ke-1				
Data Input	Hasil ke-1	Hasil ke-2	Hasil ke-3	
	 Ceplok slobrok	 Semen babon	 Ceplok nitik	
	Hasil ke-4	Hasil ke-5	Hasil ke-6	
	 Truntum	 Lung-lungan	 Tambal pamiluto	
	Hasil ke-7	Hasil ke-8	Hasil ke-9	
	 Ceplok lintang	 Ceplok sido drajat	 Ceplok kawung	
	Pengujian ke-2			

Data Input	Hasil ke-1	Hasil ke-2	Hasil ke-3
	 Ceplik slobrok	 Truntum	 Ceplik nitik
	Hasil ke-4	Hasil ke-5	Hasil ke-6
	 Semen babon	 Truntum	 Ceplik sido mukti
	Hasil ke-7	Hasil ke-8	Hasil ke-9
	 Ceplik slobrok	 Ceplik candi luhur	 Lung-lungan
Pengujian ke-3			
Data Input	Hasil ke-1	Hasil ke-2	Hasil ke-3
	 Buketan	 Buketan	 Ceplik sido luhur
	Hasil ke-4	Hasil ke-5	Hasil ke-6
	 Ceplik sido drajat	 Ceplik lintang	 Parang rusak
	Hasil ke-7	Hasil ke-8	Hasil ke-9

			
	Ceplok kawung	Ceplok slobrok	Semen gurdo
Pengujian ke-4			
Data Input	Hasil ke-1	Hasil ke-2	Hasil ke-3
			
	Truntum	Ceplok slobrok	Ceplok slobrok
	Hasil ke-4	Hasil ke-5	Hasil ke-6
			
	Ceplok sido mukti	Truntum	Ceplok nitik
	Hasil ke-7	Hasil ke-8	Hasil ke-9
			
Semen	Lung-lungan	Semen babon	
Pengujian ke-5			
Data Input	Hasil ke-1	Hasil ke-2	Hasil ke-3
			
	Truntum	Ceplok slobrok	Ceplok slobrok
	Hasil ke-4	Hasil ke-5	Hasil ke-6

			
	Truntum	Ceplok nitik	Semen babon
	Hasil ke-7	Hasil ke-8	Hasil ke-9
			
	Lung-lungan	Ceplok sido mukti	Semen

4.3 Pembahasan

Uji coba dilakukan sebanyak data uji yang tersedia yaitu sebanyak lima kali yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Setiap koresponden diuji dengan data uji. Berdasarkan hasil uji yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Kesesuaian antara data uji untuk sembilan teratas ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut.



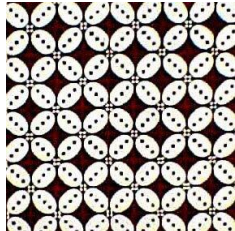
Tabel 4.2 Kesesuaian Data Uji Sembilan Hasil Teratas



No.	Data Uji	Kemiripan	Keterangan
1		Mirip	Mirip pada hasil ke-1, ke-3, ke-7, ke-8, ke-9
2		Mirip	Mirip pada hasil ke-1, ke-3, ke-6, ke-7, ke-9

3		Mirip	Mirip pada hasil ke-4, ke-5, ke-7, dan ke-8
4		Mirip	Mirip pada hasil ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-6
5		Mirip	Mirip pada hasil ke-2, ke-3, ke-5, dan ke-8

Sedangkan tabel kesesuaian untuk enam nilai teratas adalah :

Tabel 4.3 Kesesuaian Data Uji Enam Hasil Teratas

No.	Data Uji	Kemiripan	Keterangan
1		Mirip	Mirip pada hasil ke-1 dan ke-3
2		Mirip	Mirip pada hasil ke-1, ke-3, dan ke-6
3		Mirip	Mirip pada hasil ke-4 dan ke-5

4		Mirip	Mirip pada hasil ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-6
5		Mirip	Mirip pada hasil ke-2, ke-3, dan ke-5

Kesesuaian data uji berdasarkan hasil tiga teratas ditunjukkan pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Kesesuaian Data Uji Tiga Hasil Teratas


No.	Data Uji	Kemiripan	Keterangan
1		Mirip	Mirip pada hasil ke-1 dan ke-3
2		Mirip	Mirip pada hasil ke-1 dan ke-3
3		Tidak mirip	-
4		Mirip	Mirip pada hasil ke-2 dan ke-3

5		Mirip	Mirip pada hasil ke-2 dan ke-3
---	---	-------	--------------------------------

Kesesuaian data uji berdasarkan hasil satu teratas ditunjukkan pada Tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 *Kesesuaian Data Uji Satu Hasil Teratas*

No.	Data Uji	Kemiripan	Keterangan
1		Mirip	Mirip pada hasil ke-1
2		Mirip	Mirip pada hasil ke-1
3		Tidak mirip	-
4		Tidak mirip	-

5		Tidak mirip	-
---	---	-------------	---

Dari hasil lima data uji yang diujikan, terdapat beberapa hasil akurasi yang dikelompokkan menjadi empat yaitu hasil uji sembilan teratas, hasil uji enam teratas, hasil uji tiga teratas, dan hasil satu teratas. Pada hasil uji sembilan teratas didapati hasil uji mirip berjumlah lima data uji. Perhitungan akurasi hasil uji sembilan teratas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{data mirip}}{\sum \text{data}} \times 100\% \\
 &= \frac{5}{5} \times 100 \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 menunjukkan kesesuaian data uji pada urutan enam teratas. Terdapat lima data uji yang mirip. Hasil ini sama dengan sembilan teratas. Akurasi dapat di hitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{data mirip}}{\sum \text{data}} \times 100\% \\
 &= \frac{5}{5} \times 100 \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Sedangkan Tabel 4.4 menunjukkan kesesuaian hasil data uji dengan hasil tiga teratas. Pada hasil uji tersebut, didapati empat data uji yang mirip dan satu data uji yang tidak mirip. Perhitungan akurasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{\text{data mirip}}{\sum \text{data}} \times 100\% \\ &= \frac{4}{5} \times 100 \\ &= 80\% \end{aligned}$$

Hasil uji satu teratas ditunjukkan pada Tabel 4.5, pada tabel tersebut hasil data uji mirip berjumlah dua dan hasil data uji tidak mirip berjumlah tiga. Hasil ini jauh lebih rendah tingkat akurasinya daripada hasil-hasil sebelumnya. Jika dihitung ke dalam persentase, maka akurasi dari hasil uji coba dengan satu urutan teratas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{\text{data mirip}}{\sum \text{data}} \times 100\% \\ &= \frac{2}{5} \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

4.4 Integrasi Pencocokan Klasifikasi Batik dengan Al-Qur'an

Dalam penelitian ini digunakan metode *wavelet* sebagai metode mengestrak fitur data uji sehingga dapat di-identifikasi kemiripan motif batik dalam suatu citra. Pengklarifikasian motif batik dapat diperoleh dari hasil nilai *error* yang didapat. Semakin kecil nilai *error* yang didapat, semakin mirip citra tersebut.

Klasifikasi motif batik juga berkaitan dengan klasifikasi kaum dalam pandangan agama Islam. Jika seseorang dengan sengaja meninggalkan atau mengingkari kewajiban shalat, maka dia termasuk orang-orang kafir dan telah keluar dari agama Islam, dan itu telah menjadi kesepakatan umat Islam. Bagi seorang yang meninggalkan shalat, dan dia tetap beriman dan meyakini bahwa shalat itu wajib, pada beberapa hadits dengan tegas menghukum bahwa orang tersebut juga kafir. Dari Jabir bin Abdullah r.a. berkata, Rasulullah SAW bersabda:

بَيْنَ الرَّجُلِ وَبَيْنَ الشُّرْكِ وَالْكَفْرِ تَرْكُ الصَّلَاةِ

Artinya: “(Pembatas) antara seorang muslim dan kesyirikan serta kekafiran adalah meninggalkan shalat.” (HR. Muslim no. 257).

Meninggalkan shalat dengan menganggap gampang dan tidak pernah melaksanakannya, maka orang semacam ini berlaku pada hadits-hadits Nabi shallallahu ‘alaihi wa sallam yang menunjukkan kafirnya orang yang meninggalkan shalat. Jika hal ini dilakukan dalam rangka mengingkari hukum wajibnya shalat, orang semacam ini dihukumi kafir tanpa ada perselisihan di antara para ulama. Diriwayatkan dari Mu’adz bin Jabal, Nabi shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda:

رَأْسُ الْأَمْرِ الْإِسْلَامُ وَعَمُودُهُ الصَّلَاةُ

Artinya: “Inti (pokok) segala perkara adalah Islam dan tiangnya (penopangnya) adalah shalat.” (HR. Tirmidzi no. 2825. Dikatakan shohih oleh Syaikh Al Albani dalam Shohih wa Dho’if Sunan At Tirmidzi).

Dalam hadits tersebut, dikatakan bahwa shalat dalam agama Islam ini adalah seperti tiang yang menegakkan kemah. Kemah tersebut bisa roboh dengan patahnya tiangnya. Begitu juga dengan islam, bisa roboh dengan hilangnya shalat.

Sudah sepatutnya kita menjaga shalat lima waktu. Barangsiapa yang selalu menjaganya, berarti telah menjaga agamanya. Barangsiapa yang sering menyia-nyiakannya, maka untuk amalan lainnya akan lebih disia-siakan lagi. Jadi, seseorang bukan hanya meyakini bahwa shalat lima waktu itu wajib. Namun haruslah disertai dengan melaksanakannya. Karena iman bukanlah hanya dengan membenarkan, namun harus pula disertai dengan melaksanakannya dengan anggota badan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan uji coba yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Performa *Wavelet Daubechies* sebagai metode ekstraksi fitur pada aplikasi *Content Based Image Retrieval* citra batik pada hasil uji 9 teratas sebesar 100%, hasil uji 6 teratas memiliki akurasi 100%, hasil uji 3 teratas memiliki akurasi 80%, dan hasil uji 1 teratas memiliki akurasi sebesar 40%.
- b. Algoritma *brute-force* memiliki keterbatasan dalam pemrosesan citra batik. Hal ini terbukti dengan lamanya pemrosesan kerja sistem ketika melakukan uji coba dengan banyaknya citra *database*.

5.2 Saran

Terdapat banyak kekurangan dalam penelitian aplikasi *Content Based Image Retrieval* citra batik ini. Pengembangan lebih lanjut sistem ini, antara lain:

- a. Pengambilan data input tidak lagi menggunakan cara manual sebagai prosesnya, tetapi lebih pada cara otomatisasi dalam mengambil data input batik dengan mengklik kamera pada smartphone.
- b. Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk mendapatkan tingkat akurasi yang lebih baik dengan tingkat efisiensi optimal, yaitu dengan menggabungkan *Othonormal Wavelet Daubechies*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, Bernardinus. et al. (2011). *Pengenalan Motif Batik Dengan Rotated Wavelet Filter Dan Neural Network*. Jurnal. Surabaya: Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Awcock, G.W. (1996). *Applied Image Processing*. Singapore. McGraw-Hill Book.
- Carlos, Daniel. *Using Context Information for Data Fusion in Content-Based Image Retrieval Tasks*. Institute of Computing, University of Campinas.
- Endik, S. (1986). *Seni Membatik*. Jakarta: PT. Safir Alam.
- Saragih, Echolima. (2010). *Penerapan Daubechies Wavelet Dan Hamming Code Dalam Watermarking Citra Digital*. Skripsi. Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Hendarko, G. (2010). *Identifikasi Citra Sidikjari Menggunakan Alihramgam Wavelet Dan Jarak Euclidean*. Skripsi S-1. Semarang: Universitas Diponegoro.
- J. Stollnitz, Eric. (1996). *Wavelets for Computer Graphics (Theory & Application)*. Morgan Kaufman Publishers, Inc.
- Jain, Anil K. (1989). *Fundamentals of Digital Image Processing*. Prentice-Hall International.
- Liu, J.G., Mason, P.J. (2009). *Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Munir, Rinaldi dan Leoni Lidya. (1998). *Algoritma dan Pemrograman*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Putra, Agfianto Eko and Atmaji, Catur, (2010), *Analisis Data EEG pada Beberapa Kondisi menggunakan Metode Dekomposisi dan Korelasi berbasis Wavelet (DEKORLET)*, Journal Proceeding of CITEE (Conference of Information Technology and Electrical Engineering) 2010. Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Pramudita, Arief. dan Andi Rahmadiansah ST., MT. *Perancangan Sistem Biometrik Multimodal Suara Ucap Dan Vektor Wajah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*.

Jurnal.Surabaya:JurusanTeknikFisikaFakultasTeknologiIndustriInstitutTeknologiSepuluhNopember.

SatrioBuwono, Agung. (2014). *Content Based Image Retrieval Citra SidikJariMenggunakanMetode Wavelet Daubechies Dan Diagram Nohis-Tree*.Skripsi.Malang:JurusanTeknikInformatikaFakultasSains Dan TeknologiUniversitas Islam NegeriMaulana Malik Ibrahim.

Teguh, Suwanto.et al. (1998). *SeniLukis Batik Indonesia, Batik KlasiksampaiKontemporer*. Yogyakarta: IKIP Negeri Yogyakarta.

WidyaWardani, Eka. (2013). *Pengenalan Motif Batik MenggunakanMetodeTransformasiPaketWavelet*.Skripsi 1.Bandung:Program StudiTeknikInformatikaFakultasTeknikUniversitasWidyatama.

DhamarMahardika, Ryan. (2013). "Citra Digital".<http://vivageography.blogspot.com/2013/06/citra-digital.html>diaksespadatangal 7 Juli 2014.

NurHidayah,Affi. (2012). "DerajatKeabuan (Gray Scale) Dan Histogram Citra".<http://affinh.blogspot.com/2012/08/derajat-keabuan-gray-scale-dan.html>diaksespadatangal 7 Juli 2014.

Pratomo,Herman. (2008). "Model Warna RGB".<http://pengantar-warna.blogspot.com/2008/10/model-warna-rgb.html>diaksespadatangal 7 Juli 2014.