

PENGEMBANGAN ALGORITMA KUANTUM  
SEGMENTASI DAN KLASIFIKASI PADA CITRA  
MOTIF “BATIK DAUR HIDUP” YOGYAKARTA

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

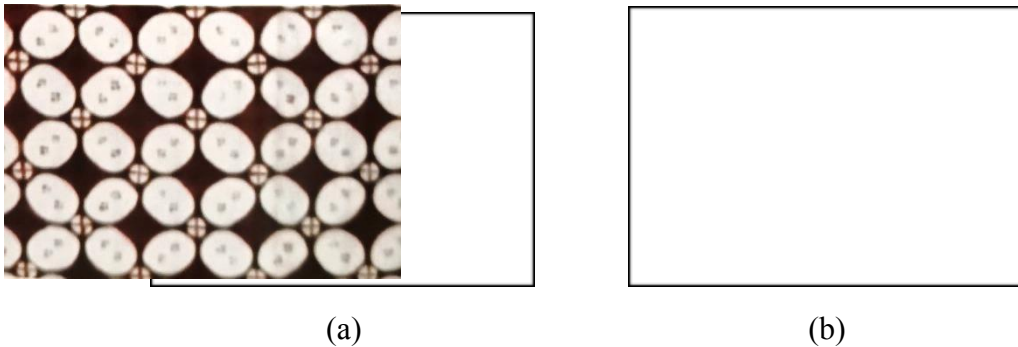
### **1.1 Latar Belakang**

Teknologi digital memainkan peran penting dalam meningkatkan pelestarian, meningkatkan kesadaran masyarakat dan wadah pembelajaran warisan budaya. Batik adalah salah satu pusaka budaya milik Indonesia yang telah diakui oleh UNESCO sebagai “Mahakarya Pusaka Kemanusiaan Lisan dan Tak Benda” pada tahun 2009 silam. Kain batik diakui oleh UNESCO karena kain ini tidaklah hanya sebuah kain bercorak secara fisik, tetapi sebuah kain yang sarat dengan simbol serta makna dari doa dan harapan. Tidak lama setelah proklamasi kemerdekaan Indonesia, Presiden Ir. Soekarno mengangkat batik Jawa sebagai batik Indonesia. Salah satu daerah yang perkembangan batiknya sangat baik adalah Yogyakarta.

Di Yogyakarta sendiri, terdapat sebutan “Batik Daur Hidup Yogyakarta”. Hal ini menegaskan bahwa pada awalnya motif batik memiliki makna yang lahir seiring daur hidup manusia. Upacara ritual yang terkait dengan daur hidup sangat erat dengan masyarakat Jawa yang selalu mempertahankan keseimbangan dengan lingkungannya. Pelaksanaan upacara ritual ini dilakukan dengan menggunakan piranti dan bahan yang digunakan sehari-hari, termasuk kain batik. Daur hidup yang dikatakan adalah sejak janin dalam kandungan ibu, lahir, bertumbuh dan berkembang, menikah, sampai kembali ke alam baka (Sekar Jagad, 2015).

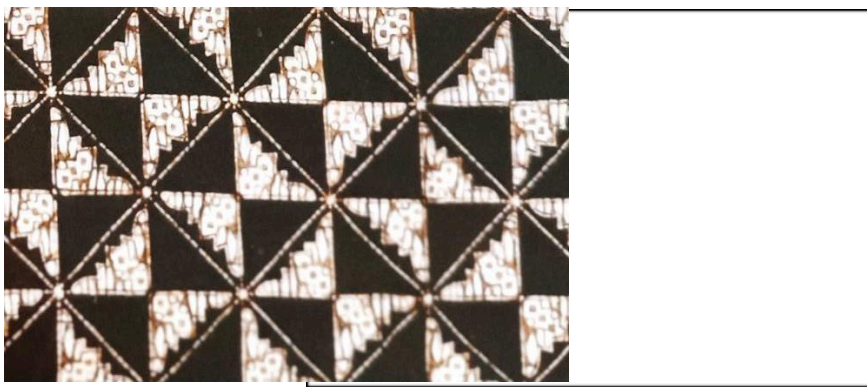
Terdapat ratusan motif batik khas Yogyakarta, dimana masing-masing motif memiliki maknanya tersendiri. Sebagai contoh pada motif yang umum dikenal seperti parang dan kawung, motif parang rusak merupakan pola dasar dari parang, motif ini memiliki makna perang melawan yang rusak, yaitu perilaku yang tidak baik. Motif ini memiliki berbagai jenis dan ukuran. Parang rusak dengan ukuran bidang parang lebih dari 8 cm (parang barong) hanya dikenakan oleh raja. Hingga saat ini motif batik ini masih dilarang dikenakan di area Puro Pakualaman Yogyakarta. Sedangkan motif kawung melambangkan ajaran tentang proses terjadinya kehidupan manusia, dengan manusia sebagai pusat yang ketika lahir

disertai dengan 4 saudara, yaitu darah, air ketuban, ari-ari, dan tali pusar yang selama dalam kandungan menjaga bayi supaya selamat lahir ke dunia. Motif kawung juga melambangkan harapan kehidupan yang mapan lahir dan batin. Batik ini khususnya dapat digunakan untuk acara kelahiran, tedhak siten, ruwatan, dan kematian. Kedua batik ini tidak disarankan untuk digunakan pada acara pernikahan.



**Gambar 1.1 (a) Batik Parang (b) Batik Kawung**

Belakangan ini kain dan busana batik kembali marak digunakan pada acara-acara formal seperti pernikahan, lamaran, rapat penting dan lainnya. Terutama setelah tamu-tamu penting negara mengenakan busana batik pada acara kenegaraan, banyak kaum muda yang kembali memperhatikan trend busana batik. Namun pengetahuan tentang batik tidak diturunkan dalam pelajaran resmi, sehingga ilmu batik tidak menurun dengan baik pada masyarakat luas. Kurangnya pengetahuan mengenai makna dibalik motif batik sering kali membuat kesan yang ditampilkan menjadi kurang nyaman. Sebagai contoh, penggunaan kain batik dengan motif yang jarang dilihat sering kali menarik perhatian lebih supaya busana yang dikenakan tidak sama dengan tamu undangan lainnya. Namun ditemukan beberapa kejadian dimana tamu undangan pernikahan mengenakan kain batik slobog karena motif batik ini dianggap baru muncul, geometris, simple dan memiliki motif yang cantik. Secara umum lobog memiliki arti longgar atau lancar. Namun, kain batik slobog ini biasa digunakan pada acara kematian dengan harapan arwah akan kembali kealam keabadian dengan lancar karena berjalan di jalan yang longgar tanpa halangan. Sehingga kain ini kurang tepat untuk digunakan pada acara pernikahan.



**Gambar 1.2 Batik Slobog**

Tidak hanya dalam pemakaian batik, saat ini batik kombinasi atau batik modern juga marak dipasarkan. Namun menurut Dewan Ahli PPBI Sekar Jagad, Ibu Mari S. Condronegoro dalam beberapa pameran juga ditemukan batik kombinasi yang mengandung makna berseberangan yang digabungkan dalam satu kain. Selain itu, ketersediaan informasi mengenai batik daur hidup ini juga masih terbatas. Motif batik yang sangat beragam dengan maknanya yang berbeda-beda membuatnya sulit untuk dikenali dan dibutuhkan pengetahuan khusus. Dalam hal ini dibutuhkan peran teknologi untuk mempermudahnya. Salah satu alternatif yang dapat membantu adalah deteksi otomatis pada motif batik dengan melakukan sistem klasifikasi berbasis citra.

Klasifikasi berbasis citra adalah pengkategorian citra digital kedalam kelas- kelas berdasarkan informasi tertentu yang terdapat dalam citra tersebut. Informasi ini dapat berupa tekstur, warna, bentuk, dan lainnya. Beberapa studi telah melakukan klasifikasi terhadap motif batik dengan berbagai metode klasik dan deep learning, tetapi masih ditemukan beberapa kekuarangan yang terjadi. Salah satu yang paling berpengaruh adalah dataset yang tidak sesuai, tidak mendukung atau tidak akurat (Meranggi, Yudistira, dan Sari, 2022; Fitriani, Tresnawati, dan Sukriyansah, 2023; Anggoro, Marzuki, dan Supriyanti, 2024). Sehingga diperlukan pengambilan dataset primer dengan bantuan ahli. Selain itu kebanyakan penelitian klasifikasi berfokus pada metode CNN (Ilahi, dkk., 2022; Meranggi, Yudistira, dan Sari, 2022; Fitriani, Tresnawati, dan Sukriyansah, 2023; Anggoro, Marzuki, dan Supriyanti, 2024).

Berdasarkan beberapa penelitian CNN klasik memiliki kelemahan dalam memahami makna menyeluruh dari gambar, terutama yang berkaitan dengan hubungan antar bagian gambar yang berbeda. Selain itu, CNN klasik juga rentan terhadap overfitting, di mana model terlalu terlatih pada data pelatihan dan tidak dapat menggeneralisasi dengan baik ke data baru (Khan dkk, 2024). Maka dibutuhkan pengembangan salah satunya dengan memanfaatkan perkembangan teknologi saat ini sudah sampai dengan menggunakan komputasi kuantum.

Komputasi kuantum adalah bidang ilmu komputer yang memanfaatkan prinsip-prinsip mekanika kuantum untuk melakukan perhitungan. Berbeda dengan komputer klasik yang menggunakan bit (0 atau 1) sebagai unit informasi, komputer kuantum menggunakan qubit (quantum bit). Qubit dapat berada dalam keadaan superposisi, yang berarti qubit dapat mewakili 0 dan 1 secara bersamaan. Keadaan superposisi ini memungkinkan komputer kuantum untuk melakukan perhitungan paralel yang jauh lebih kompleks dibandingkan dengan komputer klasik, sehingga dapat meningkatkan kecepatan, akurasi serta efisiensi. Hingga saat ini ketersediaan perangkat keras kuantum masih menjadi permasalahan utama dalam menggunakan komputasi kuantum. Namun, TensorFlow menyediakan library untuk pembelajaran mesin kuantum-klasik yang disebut TensorFlow Quantum (TFQ). Penelitian mengenai algoritma kuantum dengan menggunakan komputer klasik ini telah banyak dilakukan, seperti Quantum Neural Network (QNN) (Mutiarra, Slamet, Refianti, & Sutanto, 2020), HQCCNN (Wei Li, dkk., 2022), HQNN-Parallel (Senokosov, dkk., 2023). Implementasi algoritma kuantum terbukti pada komputer klasik ini sudah terbukti dapat dijalankan, tetapi tetap masih membutuhkan kemampuan perangkat yang baik. Beberapa penelitian melakukan downsampling yang besar hingga mencapai 4x4 pixels (Mutiarra, Slamet, Refianti, & Sutanto, 2020; Wei Li, dkk., 2022). Namun ada beberapa penelitian yang bisa menaikkan hingga 14x14 pixels (Senokosov, dkk., 2023) dan 16x16 pixels (Mohsen & Tiwari, 2021).

Untuk dapat meningkatkan kinerja algoritma kuantum segmentasi dan klasifikasi citra perlu dilakukan studi literatur dan mempelajari algoritma kuantum lebih jauh. Dengan mempelajari dan membandingkan lebih banyak algoritma akan

meningkatkan peluang untuk dapat menemukan cara memperbaiki kekurangan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Sehingga dapat diciptakan algoritma baru yang lebih baik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengumpulkan informasi ”batik daur hidup” Yogyakarta yang akurat?
2. Bagaimana menentukan kelas pada motif ”batik daur hidup” Yogyakarta yang mewakilinya?
3. Bagaimana menerapkan algoritma kuantum pada segmentasi dan klasifikasi motif ”batik daur hidup” Yogyakarta?
4. Bagaimana nilai akurasi yang dihasilkan dari model segmentasi dan klasifikasi motif ”batik daur hidup” Yogyakarta dengan algoritma kuantum?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan informasi ”batik daur hidup” Yogyakarta yang akurat.
2. Menentukan kelas pada motif ”batik daur hidup” Yogyakarta yang mewakilinya.
3. Mengembangkan algoritma kuantum pada segmentasi dan klasifikasi motif ”batik daur hidup” Yogyakarta.
4. Mengukur nilai akurasi yang dihasilkan dari model segmentasi dan klasifikasi motif ”batik daur hidup” Yogyakarta dengan algoritma kuantum.

Berdasarkan penelitian di atas, permasalahan pada klasifikasi batik biasanya berasal dari dataset yang kurang mendukung. Selain itu, warna citra (RGB) bukanlah faktor penting pada klasifikasi motif batik pada daerah tertentu yang memiliki warna seragam. Selanjutnya deteksi tepi dilakukan untuk meningkatkan akurasi. Namun, karena deteksi tepi membuat citra menjadi *grayscale*, maka sebaiknya hanya dilakukan pada klasifikasi motif batik dari satu daerah.

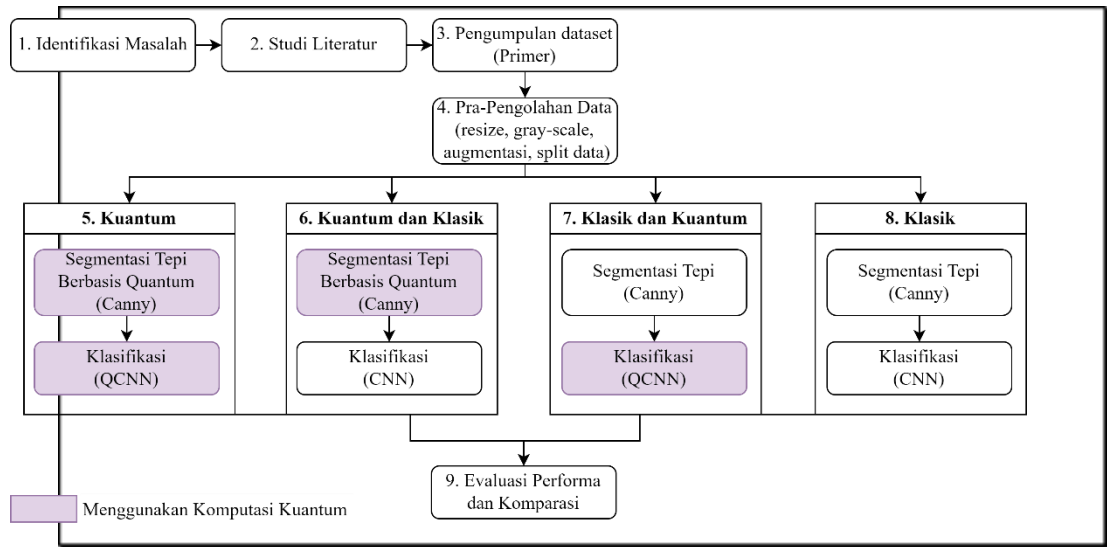
Berdasarkan penelitian tersebut, klasifikasi citra berbasis kuantum dapat dilakukan dengan menggunakan komputer pribadi baik komputer klasik atau terhubung dengan komputer kuantum. Kedua pilihan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Masalah yang masih dihadapi oleh penggunaan komputasi kuantum saat ini adalah kecepatan, maka dari itu banyak jurnal yang mengabaikan kompleksitas waktu. Selain itu untuk menyesuaikan dengan kemampuan perangkat yang digunakan, citra yang akan diproses harus mengalami downscaling dan dataset yang digunakan tidak dapat dalam jumlah yang sangat besar.

Berdasarkan penelitian didapatkan hasil bahwa deteksi tepi Canny memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan Sobel, Prewitt, Robert. Hal ini dikarenakan operator Canny mempunyai beberapa tahap deteksi tepi yang tidak dimiliki oleh operator lain sehingga dapat menghasilkan tepi yang lebih jelas. Penerapan komputasi kuantum pada deteksi tepi terbukti dapat menghasilkan deteksi tepi yang lebih baik dibandingkan dengan deteksi tepi Canny klasik dengan mendeteksi lebih banyak tepi dibandingkan deteksi tepi klasik berdasarkan jumlah tepi yang dihasilkan.

# BAB 3

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Alur Penelitian



**Gambar 3.1 Alur Penelitian**

#### 1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan supaya permasalahan yang diangkat jelas. Identifikasi masalah dilakukan dengan cara melihat permasalahan nyata melalui literatur seperti jurnal penelitian, wawancara dengan ahli, dan keresahan yang dirasakan oleh peneliti secara pribadi. Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah motif batik Indonesia sangat beragam dan memiliki maknanya masing-masing. Namun tidak banyak masyarakat yang masih mengetahui nama, makna dan pemakaian dari masing-masing motif batik. Menurut Dewan Ahli PPBI (Paguyuban Pecinta Batik Indonesia) Sekar Jagad, Ibu Mari S. Condronegoro saat ini sering kali ditemukan kesalahan dalam pemakaian motif batik, seperti mengenakan kain yang seharusnya digunakan pada upacara kematian ketika menghadiri acara pernikahan. Solusi yang diusulkan adalah melakukan klasifikasi motif batik.



Metode klasifikasi yang umum digunakan adalah CNN. Namun, CNN klasik memiliki kelemahan dalam memahami makna menyeluruh dari gambar, terutama yang berkaitan dengan hubungan antar bagian gambar yang berbeda. Selain itu, CNN klasik juga rentan terhadap overfitting, di mana model terlalu terlatih pada data pelatihan dan tidak dapat menggeneralisasi dengan baik ke data baru.

## 2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan supaya penelitian memiliki landasan yang jelas. Studi literatur dilakukan dengan sumber jurnal, penelitian terdahulu, serta buku yang berisikan metode yang sesuai dengan penelitian. Fokus studi literatur terbagi menjadi tiga topik, yaitu klasifikasi motif batik, komputasi kuantum, dan deteksi tepi.

## 3. Pengumpulan Dataset

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan keperluan penelitian. Data yang dikumpulkan merupakan data primer yang akan dikumpulkan dengan bantuan ahli, yaitu Dewan Ahli PPBI Sekar Jagad, Ibu Mari S. Condronegoro. PPBI Sekar Jagad merupakan perkumpulan pecinta batik yang diawasi langsung (penasihat utama) oleh Permaisuri Gusti Kanjeng Ratu Hemas (istri dari Sri Sultan Hamengku Buwono X) sehingga informasi yang didapatkan, bisa dijamin kebenarannya. Pengumpulan dataset primer ini dilakukan dengan diskusi, wawancara, serta bimbingan Dewan Ahli PPBI Sekar Jagad supaya dataset yang digunakan sesuai dengan kebenaran dan kebutuhan penelitian yang dilakukan. Sehingga hasil yang didapatkan memuaskan dan akurat.

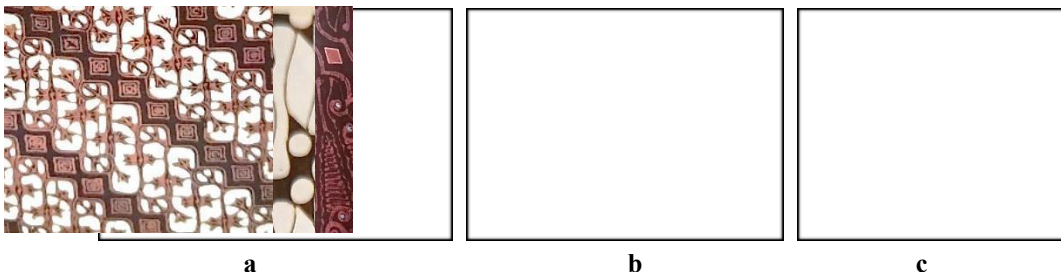
Dataset yang akan dikumpulkan merupakan citra motif “batik daur hidup” Yogyakarta dari kain batik tradisional yang merupakan batik cap maupun batik tulis (bukan printing). Motif yang akan digunakan dalam penelitian akan didiskusikan terlebih dahulu dengan narasumber supaya dapat mewakili “batik daur hidup” Yogyakarta yang sangat penting untuk diketahui dalam bersosial

di masyarakat. Misalnya seperti motif batik yang memiliki makna khusus dan tak pantas untuk dikenakan pada berapa acara, motif batik yang memiliki larangan dan lainnya. Hal ini dilakukan karena “batik daur hidup” Yogyakarta tercatat memiliki ratusan motif hingga tahun 2006 (Sekar Jagad, 2015).



**Gambar 3.2 Gawangan Kain**

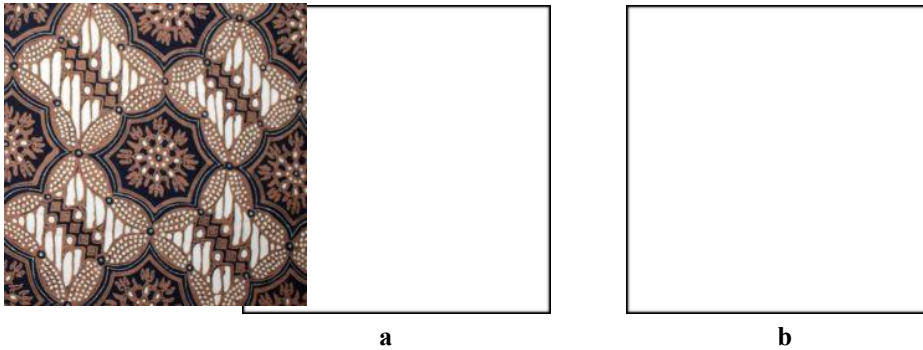
Citra batik akan diambil dengan menggunakan kamera, dimana kain akan dibentangkan pada gawangan untuk difoto di dalam ruangan (dengan pencahayaan yang sama) dan di luar ruangan (dengan cuaca yang sama). Citra batik akan diambil dari berbagai posisi supaya citra lebih beragam. Kemudian motif batik yang akan diambil beragam, namun akan dipisahkan terlebih dahulu berdasarkan jenisnya. Hal ini dikarenakan untuk satu kelompok motif yang sama, terkadang terdapat bentuk yang terlihat berbeda. Sehingga dibutuhkan pengujian bertahap untuk melihat apakah model dapat mendeteksi motif dengan benar.



**Gambar 3.3. (a) Motif Parang Gondosuli, (b) Motif Batik Parang Barong, (c) Motif Batik Parang Kusuma**

Data primer digunakan karena terdapat kekurangan dari data sekunder yang dapat ditemukan. Seperti motif batik yang terpotong sehingga tidak terlihat, serta motif yang salah pada beberapa kelas. Beberapa motif juga memiliki

bentuk atau komponen serupa sehingga butuh dikonsultasikan lebih lanjut kepada ahli.



**a**  
**Gambar . (a) Motif Parang yang Terpotong**  
**(b) Motif Batik Ceplok Namun Memiliki Konponen Parang**

#### 4. Pra-pengolahan Data

Proses pra-pengolahan data dilakukan untuk menyiapkan data sebelum diimplementasikan dalam model klasifikasi citra. Pra-pengolahan data meliputi resize, mengubah ruang warna menjadi *grayscale*, augmentasi, dan split data. Resize dilakukan untuk memperkecil ukuran gambar aslinya. Hal ini dilakukan untuk memastikan semua citra memiliki ukuran yang sama, sehingga algoritma dapat bekerja secara konsisten dan efisien. Selain itu ukuran citra yang lebih kecil dapat mempercepat proses segmentasi dan klasifikasi tanpa kehilangan informasi penting.

Proses selanjutnya adalah mengubah ruang warna menjadi *grayscale*, perubahan warna ini dilakukan karena dapat meningkatkan kontras, meningkatkan efisiensi komputasi, dan meningkatkan ketahanan terhadap variasi pencahayaan. Citra *grayscale* memiliki rentang intensitas yang lebih kecil dibandingkan citra RGB, sehingga kontras tepi lebih jelas. Selain itu citra *grayscale* membutuhkan lebih sedikit memori dan sumber daya komputasi dibandingkan citra RGB. Kemudian citra *grayscale* tidak terpengaruh oleh variasi pencahayaan, sehingga tepi dapat dideteksi dengan lebih akurat.

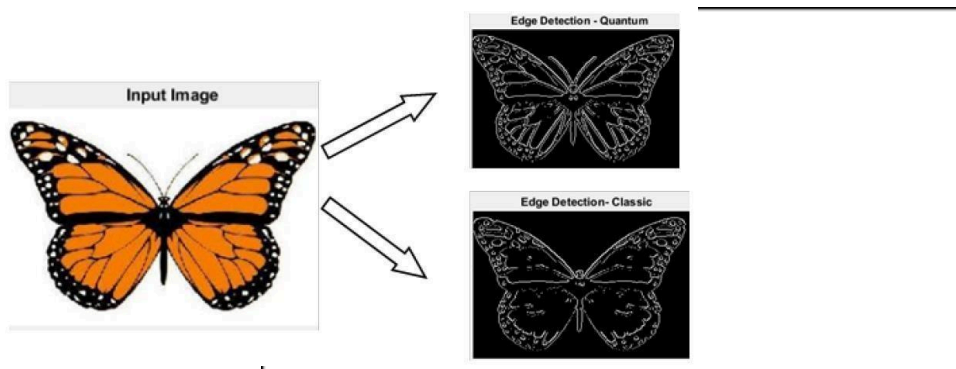
Selanjutnya proses augmentasi digunakan untuk meningkatkan ukuran dataset dengan menambahkan data baru tanpa perlu melakukan pengumpulan data baru. Hal ini bermanfaat untuk mengatasi masalah keterbatasan data. Selain

itu

dengan melakukan augmentasi, data akan menjadi lebih bervariasi, sehingga dapat mencegah terjadinya *overfitting* dan lebih stabil terhadap perubahan data. Proses terakhir adalah melakukan pembagian data. Data akan dibagi menjadi tiga dataset, yaitu pelatihan, pengujian dan validasi.

## 5. Komputasi Kuantum

Model komputasi kuantum merupakan usulan dalam penelitian ini. Adapun kombinasi model pertama yang akan dilakukan meliputi segmentasi tepi berbasis kuantum dengan menggunakan metode canny, dan klasifikasi dengan metode *Quantum Convolutional Neural Network* (QCNN). Komputasi kuantum diterapkan mulai dari proses segmentasi karena berdasarkan penelitian terdahulu, deteksi tepi berbasis kuantum dapat mendeteksi lebih banyak tepi dibandingkan deteksi tepi klasik berdasarkan jumlah tepi yang dihasilkan (Sundani, dkk., 2019). Hal serupa juga berlaku pada metode QCNN yang memiliki hasil lebih baik dan akurat dibandingkan dengan metode CNN klasik. Sehingga hipotesisnya, hasil dari ekstraksi fitur dan klasifikasi akan menjadi lebih optimal.



Gambar 3.2 Perbandingan Hasil Deteksi Tepi Berbasis Kuantum dan Klasik  
(Sundani, dkk., 2019)

## 6. Komputasi Kuatum dan Klasik

Kombinasi model berikutnya adalah melakukan deteksi tepi berbasis kuatum dengan model canny. Kemudian klasifikasi dilakukan dengan menggunakan CNN klasik. Kombinasi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh

pengaruh penggunaan komputasi kuantum pada deteksi tepi dengan model canny.

#### 7. Komputasi Klasik dan Kuantum

Komputasi klasik dan kuantum disini adalah kombinasi antara deteksi tepi klasik dengan model canny, yang kemudian dilanjutkan dengan melakukan klasifikasi dengan menggunakan metode *Quantum Convolutional Neural Network* (QCNN). Hal ini dilakukan untuk melihat seberapa jauh pengaruh dari penerapan model QCNN yang menggunakan komputasi kuantum.

#### 8. Komputasi Klasik

Pengolahan data dengan komputasi klasik dilakukan dengan menggunakan deteksi tepi canny klasik, yang dikombinasikan dengan klasifikasi CNN klasik. Pengolahan data ini dilakukan sebagai pembandingan performa model segmentasi dan klasifikasi berbasis kuantum. Pengolahan data kedua model (komputasi kuantum dan komputasi klasik) akan dilakukan dengan menggunakan komputer yang sama, yaitu komputer klasik.

#### 9. Evaluasi Performa

Tahap terakhir adalah melakukan evaluasi performa. Performa akan dibandingkan dari akurasi yang dihasilkan. Adapun akurasi akan dihitung menggunakan confusion matrix pada kedua model. Evaluasi ini akan dilakukan pada ke-empat kombinasi model untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan dan fungsi penerapan komputasi kuantum pada setiap model.

### 3.2. Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian digunakan sebagai target supaya penelitian ini dapat selesai tepat waktu. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif dilakukan dalam proses mengkaji studi literatur dan melakukan wawancara dengan Dewan Ahli PPBI Sekar Jagad, Ibu Mari S. Condrongoro untuk mempelajari batik daur hidup Yogyakarta. Sedangkan

penelitian kuantitatif dilakukan dalam pengolahan data. Berikut Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.

### Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

[illegible]