

**NASKAH PUBLIKASI**

**IMPLEMENTASI LOCAL BINARY PATTERN DAN  
ALGORITMA NEAREST NEIGHBORS UNTUK KLASIFIKASI  
CITRA RELIEF CANDI BOROBUDUR**

**Program Studi Informatika**



Disusun Oleh:

**WASIS WALUYO**  
5160411246

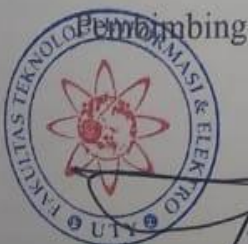
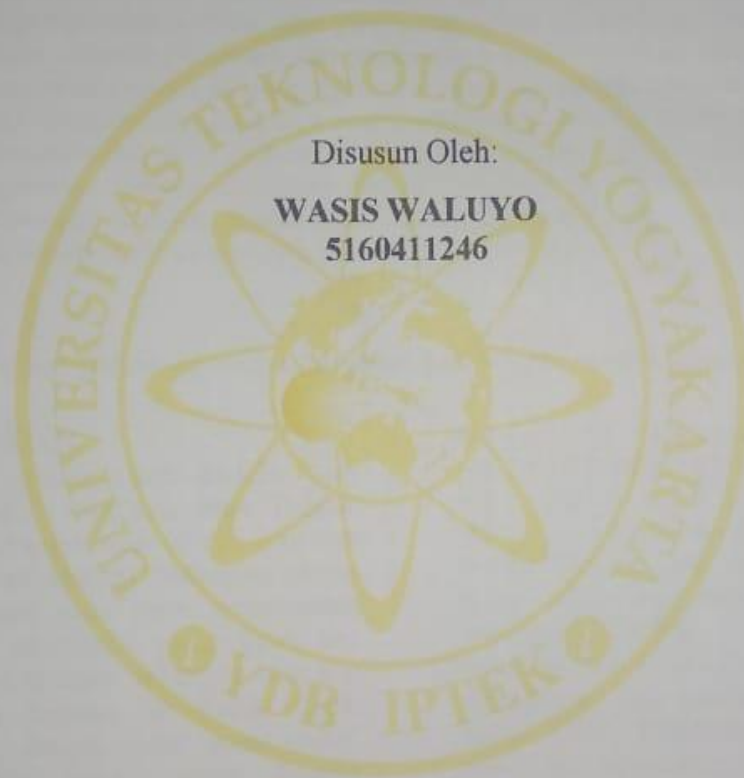
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN ELEKTRO  
UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA  
2020**

NASKAH PUBLIKASI

IMPLEMENTASI LOCAL BINARY PATTERN DAN  
ALGORITMA NEAREST NEIGHBORS UNTUK KLASIFIKASI  
CITRA RELIEF CANDI BOROBUDUR

Disusun Oleh:

WASIS WALUYO  
5160411246



Muhammad Fachrie, S.T., M.Cs.

Tanggal: 21-10-2020

# IMPLEMENTASI LOCAL BINARY PATTERN DAN NEAREST NEIGHBORS UNTUK KLASIFIKASI CITRA RELIEF CANDI BOROBUDUR

**Wasis Waluyo, Muhammad Fachrie**  
*Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro*  
*Universitas Teknologi Yogyakarta*  
*Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta*  
E-mail : [wasisiti16@gmail.com](mailto:wasisiti16@gmail.com) [muhammad.fachrie@staff.uty.ac.id](mailto:muhammad.fachrie@staff.uty.ac.id)

## ABSTRAK

Relief adalah seni pahat dan ukiran yang biasanya dibuat di atas batu. Pada Candi Borobudur ada lebih dari 2400 panel relief ini yang dipakai untuk menceritakan semua ajaran sang Budha. Tapi ternyata masih banyak masyarakat baik dalam negeri ataupun luar negeri yang masih belum tau soal cerita dibalik relief-relief tersebut. Maka dari itu, melalui perancangan sistem dan pembuatan Sistem Klasifikasi Relief Candi Borobudur ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang ingin mengetahui sejarah dari relief-relief yang ada pada Candi Borobudur. Sistem ini dibangun menggunakan metode *Local Binary Pattern Uniform* dan *Local Binary Pattern Variance* dengan point radius 8.1, 16.2, 24.3 dan 32.4 sebagai metode ekstraksi ciri dan sedangkan untuk metode klasifikasinya menggunakan *Nearest Neighbors* dikombinasikan dengan *Euclidean*, *Cosine* dan *Manhattan* sebagai metode perhitungan jaraknya. Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil akurasi tertinggi sebesar 66.33% dengan hasil klasifikasi benar sebanyak 199 data dari 300 data uji.

*Kata kunci* : Relief, Candi Borobudur, *Nearest Neighbor*, *Local Binary Patternt*, *Cosine*, *Euclidean*, *Manhattan*

### 1. PENDAHULUAN

Borobudur adalah sebuah candi Buddha yang terletak di Borobudur, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia. Candi berbentuk stupa ini didirikan oleh para penganut agama Buddha Mahayana sekitar tahun 800-an Masehi pada masa pemerintahan wangsa Syailendra. Borobudur adalah candi atau kuil Buddha terbesar di dunia, sekaligus salah satu monumen Buddha terbesar di dunia. Candi Borobudur dihiasi dengan 1460 panel relief. Borobudur memiliki koleksi relief Buddha terlengkap dan terbanyak di dunia. Itulah yang menjadi alasan mengapa pada penelitian ini dipilih Candi Borobudur, karena jika dibandingkan Candi lain di Indonesia seperti misalnya Candi Prambanan, Candi Borobudur memiliki jumlah dan ragam relief

lebih banyak. Dengan banyaknya ragam relief yang terdapat pada Candi Borobudur maka wisatawan akan semakin sulit untuk mengetahui makna di balik relief dan guide pun butuh usaha lebih untuk menghafal cerita dari setiap relief. Selain itu relief yg banyak akan semakin bagus untuk mengukur kinerja sistem dalam mengenali atau mengklasifikasi gambar pada setiap relief, karena sistem diuji dengan data yang memiliki banyak kelas.

Tapi kembali lagi ke permasalahan sebelumnya, dibalik banyaknya sejarah dan cerita menarik yang terkandung dalam relief-relief yang terdapat pada Candi Borobudur, Tidak jarang mereka yang ingin tahu secara detail tentang sejarah relief-relief tersebut sampai rela menyewa *tour*

*guide* di Candi Borobudur untuk sekedar menemani berkeliling dan sambil menjelaskan tentang sejarah pada relief tersebut. Tapi tidak semua orang mau menghabiskan uangnya dari nominal Rp.100.000 – Rp.150.000 hanya untuk menyewa *tour guide* saja. Maka dari itu, melalui perancangan dan pembuatan Sistem Klasifikasi Relief Candi Borobudur ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang ingin mengetahui sejarah dari relief-relief yang ada pada Candi Borobudur.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Nearest Neighbor

Nearest neighbor (NN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [1]. Sedangkan menurut [2] algoritma k-Nearest Neighbor adalah pendekatan untuk mencari kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus baru dengan kasus lama dengan berdasarkan pada pencocokan bobot dari sejumlah fitur yang ada yang memiliki kesamaan (similarity).

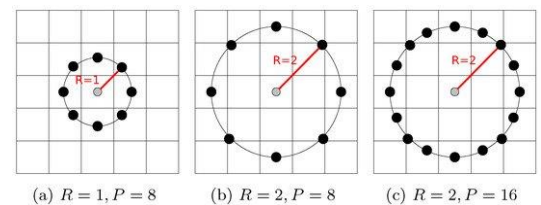
Adapun langkah-langkah untuk menghitung algoritma k-Nearest Neighbor antara lain :

- Menentukan parameter K (jumlah tetangga terdekat).
- Menghitung kuadrat jarak (query instance) masing – masing objek terhadap data sampel yang diberikan.
- Kemudian mengurutkan jarak tersebut ke dalam kelompok yang mempunyai nilai jarak terkecil (mengurutkan hasil no 2 secara ascending).
- Mengumpulkan kategori Y (Klasifikasi Nearest Neighbor) berdasarkan nilai K atau ambil data tetangga terdekat.
- Dengan menggunakan kategori Nearest Neighbor yang paling mayoritas maka akan menghasilkan kelas data baru (prediksi). Nilai k yang terbaik untuk algoritma ini tergantung pada data.

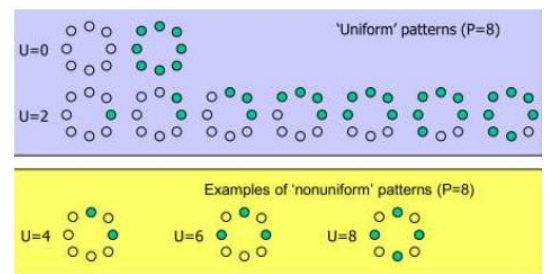
### 2.2. Local Binary Pattern RIU

*Local Binary Pattern Rotation Invariant Uniform* adalah bentuk lain dari *Local Binary Pattern* yang ekstraksi cirinya tidak menggunakan

perhitungan nilai biner ke desimal, melainkan menggunakan pola (*uniform*). *Uniform* adalah jumlah bitwise transisi dari 0 ke 1 atau sebaliknya ketika pola bit dianggap melingkar. Pola biner lokal disebut seragam jika ukuran keseragaman adalah 2. Misalnya, pola 00000000 (0 transisi), 01110000 (2 transisi) dan 11001111 (2 transisi) adalah seragam sedangkan pola 11001001 (4 transisi) dan 01010011 (6 transisi) tidak.



Gambar 1: Radius dan Point



Gambar 2: Perhitungan nilai U

- Pada setiap piksel, dihitung nilai LBP dengan membandingkan intensitas piksel antara intensitas piksel pusat dengan hasil pengurangan piksel tetangga terhadap piksel tengah pada radius tertentu.
- Bila nilai intensitas piksel pusat lebih besar dibandingkan nilai intensitas piksel hasil pengurangannya maka nilai transformasi biner untuk piksel pusat adalah satu. Sebaliknya, bila nilai intensitas piksel pusat lebih kecil dibandingkan nilai intensitas piksel tetangganya maka nilai transformasi biner adalah nol.
- Nilai biner dari piksel tetangga disusun.
- Setelah disusun nilai biner dicari jumlah nilai U dari biner tersebut dengan menghitung berapa kali pergantian nilai biner dari 1 ke 0 dan 0 ke 1.
- Ketika nilai  $U \leq 2$  maka nilai LBP adalah jumlah angka 1 disetiap binernya, sedangkan jika nilai  $U > 2$  maka nilai LBP adalah  $P+1$  atau 9 (untuk nilai radius = 1 dan  $P = 8$ ).

$$LBP_{P,R} = \begin{cases} \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) & \text{if } U(LBP_{P,R}) \leq 2 \\ P + 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

6. Susun histogram dari nilai LBP yang telah didapat.

### 2.3. Euclidean Distance

*Euclidean Distance* merupakan rumus perhitungan jarak antar data yang perhitungannya menggunakan konsep *pythagoras*. Jarak Euclidean merupakan jarak yang umum dipakai dalam temu kembali citra.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - y_i)^2}$$

Keterangan :

$d(x, y)$  = Jarak perhitungan kemiripan

$m$  = jumlah vektor

$x$  = vektor data masukan

$y$  = vektor data pembanding

### 2.4. Cosine Distance

Cosine Distance adalah metode untuk menghitung tingkat kemiripan antar dua buah objek, pada penelitian ini objek yang dimaksud adalah data latih dan uji. Untuk nilai kemiripan tertinggi akan dipilih.

$$d(d_j, q_k) = \frac{\sum_{i=1}^n (td_{ij} \times tq_{ik})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (td_{ij})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (tq_{ik})^2}}$$

Keterangan :

$d(x, y)$  = jarak perhitungan kemiripan

$n$  = jumlah term unik dalam dataset

$td_{ij}$  = term dalam vektor untuk dokumen ke-j

$tq_{ik}$  = term dalam vektor untuk query ke-k

### 2.5. Manhattan Distance

Manhattan Distance adalah rumus perhitungan jarak antar data yang perhitungannya dengan cara menjumlahkan semua selisih dari jarak.

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$$

Keterangan :

$d(x, y)$  = jarak perhitungan kemiripan

$N$  = jumlah vektor

$x$  = vektor data masukan

$y$  = vektor data pembanding

### 2.6. Python

Python dikembangkan oleh Guido van Rossum (Programmer kelahiran Belanda) pada tahun 1990 di CWI, Amsterdam sebagai kelanjutan dari pemrograman ABC. Menurut [3] Python adalah bahasa pemrograman interpretative yang dianggap mudah dipelajari serta fokus pada keterbacaan kode. Dengan kata lain, python diklaim sebagai bahasa pemrograman yang memiliki kode – kode pemrograman yang sangat jelas, lengkap, dan mudah dipahami. Python secara umum berbentuk pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif dan pemrograman fungsional. Python dapat digunakan diberbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai plat sistem operasi.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Bahan/Data

Penelitian ini sangat membutuhkan data untuk melakukannya. Data ini digunakan untuk membantu dan mempermudah pasien dalam mengklasifikasi relief Candi Borobudur.

#### 3.1.1. Data yang Diperoleh

Data penelitian yang diteliti berupa citra relief candi Borobudur. Relief candi ini diperoleh dari data penelitian [4]. Data dalam penelitian ini terbagi menjadi Data Latih dan Data Uji, dimana

data latih berjumlah 50 yang terbagi menjadi 50 kelas, dan data uji berjumlah 300 data yang diambil 6 data setiap kelas.

Data latih didapat dengan cara membuang bagian selain objek relief pada gambar relief data latih. Sampel Data Latih dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: Sampel Data Latih

Data uji didapat dengan cara memotong data latih menjadi 6 bagian, yang setiap bagiannya berdimensi 16,9 tergantung ukuran data latih terkait dan bidang potong digeser setiap 80 px dari arah sisi kanan dan kiri gambar latih. Sampel Data Uji dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Sampel Data Uji

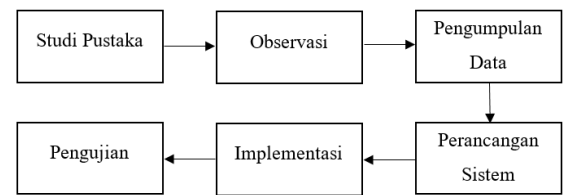
### 3.1.2. Prosedure Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan terdiri dari 50 data latih dan 500 latih, yang didapat dari penelitian [4]. Kumpulan data berisi data dengan label Relief 1 sampai Relief 50.

## 3.2. Tahap Penelitian

Metode penelitian memberikan gambaran tentang rancangan penelitian yang meliputi langkah-langkah yang harus ditempuh, sumber data, langkah-langkah dalam memproses data yang sudah

didapatkan, dan langkah-langkah memproses data selanjutnya. Seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5: Metode Penelitian

Berikut ini adalah urutan dari tahap dan metode yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan :

### 3.2.1. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan proses pengumpulan informasi dengan mengambil informasi dari jurnal, skripsi dan sumber lain yang sesuai dengan kasus klasifikasi relief candi borobudur.

### 3.2.2. Observasi

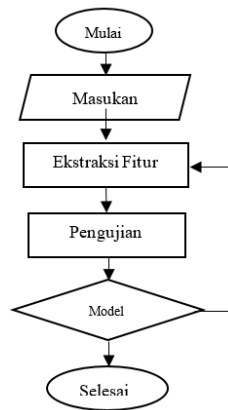
Observasi merupakan proses pengumpulan data dengan mengamati dan menyeleksi relief candi borobudur melalui citra digital. Proses menyeleksi dilakukan secara manual dengan memberikan label atau judul dengan nama jenis relief tersebut pada citra digital.

### 3.2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses pembuatan data latih dan data uji untuk sistem yang berisi foto-foto relief candi borobudur. Di penelitian ini data latih dan data uji didapatkan dari penelitian [4].

### 3.2.4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan proses membuat gambaran sistem yang akan dibangun. Gambaran sistem ditampilkan dengan *flowchart*. Seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6: Perancangan Sistem

Berikut ini langkah-langkah yang ada dalam perancangan sistem antara lain :

- Memasukkan gambar relief candi borobudur dilakukan dengan cara memasukan gambar secara manual kedalam folder tertuju sesuai label relief. Gambar relief candi borobudur yang dimasukkan ke sistem dengan ekstensi .JPG. Gambar data latih disimpan dalam folder *data\_train*.
- Pada proses ekstraksi fitur dilakukan dengan menggunakan *local binary pattern uniform*, proses ekstraksi fitur dilakukan satu persatu terhadap semua citra digital yang berada pada folder *data\_train*.
- Pengujian dilakukan dengan memasukan gambar relief candi borobudur melalui aplikasi mobile. Gambar relief candi borobudur kemudian dimasukan ke dalam folder *media\_dataset* di dalam server supaya bisa di akses oleh sistem. Sebelum dilakukan proses ekstraksi fitur pada data uji, sistem membaca data uji yang disimpan pada folder *media\_dataset* terlebih dahulu lalu dilakukanlah ekstraksi fitur pada citra uji. Selanjutnya adalah mengambil nilai k dan rumus yang digunakan. Kemudian ambil data uji yang terdapat pada tabel *tb\_dataTraining* dan hitung jarak antara data uji dengan data latih. Kemudian dilakukan proses klasifikasi pada data latih yang yang dominan dengan data uji sejumlah nilai k yang ditentukan. Hasil klasifikasi relief candi borobudur pun didapatkan dalam bentuk *text* yang bertuliskan nama relief dan latar belakang cerita dari relief tersebut.
- Evaluasi model dilakukan dengan melihat informasi pada akurasi.

### 3.2.5. Implementasi

Implementasi merupakan membuat sistem dari hasil perancangan. Dalam implementasi dilakukan dengan menggunakan bahasa

pemrograman Java untuk membuat aplikasi android, bahasa pemrograman Python untuk membuat perhitungan sistem, Django sebagai *rest framework* dan MongoDB sebagai database nya.

### 3.2.6. Pengujian

Pengujian merupakan proses untuk mengetahui fungsi-fungsi pada sistem yang sudah dibangun dapat bekerja dengan baik atau tidak. Setelah dilakukan pengujian dan mendapatkan hasil, dari hasil itulah akan dilakukan langkah berikutnya, entah itu publikasi atau revisi.

## 4. IMPLEMENTASI DAN HASIL

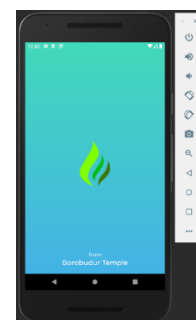
### 4.1. Implementasi

Pada bab ini menjelaskan bagaimana penelitian dan pembahasan dari metode *Local Binary Pattern* yang digunakan sebagai ekstraksi ciri dan *Nearest Neighbors* sebagai *classifier*. Penelitian menggunakan data berupa gambar relief Candi Borobudur dari [4] yang sudah di crop menjadi 6 bagian yang setiap bagiannya diberi ukuran (16/9\*Tinggi)xTinggi, dan setiap 80px bidang potong digeser dari kanan dan kiri. Dalam penelitian ini diharapkan dapat memperoleh akurasi maksimal dalam proses pengenalan relief Candi Borobudur dengan metode *Nearest-Neighbors*.

#### 4.1.1. Implementasi Sistem

##### 4.1.1.1. Halaman Splash

Tampilan halaman *splash* merupakan tampilan awal ketika program dijalankan, dari tampilan ini akan ada gambar atau logo dari aplikasi dan tulisan dari judul penelitian, halaman splash tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7: Halaman Splash

#### 4.1.1.2. Halaman Identitas

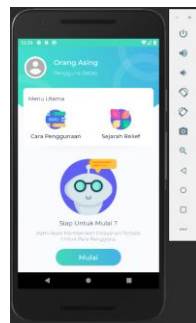
Tampilan halaman Identitas merupakan tampilan setelah halaman Splash muncul, dari tampilan ini akan kita dapat informasi tentang nama aplikasi dan nama tempat penelitian. halaman identitas dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8: Halaman Identitas

#### 4.1.1.3. Halaman Menu Utama

Tampilan halaman Menu Utama merupakan tampilan setelah halaman identitas muncul, dari tampilan ini akan terlihat beberapa icon yang bisa ditekan dan memunculkan informasi yang dibutuhkan pengguna, seperti cara penggunaan dan sejarah relief. Ada juga tombol yang akan mengarahkan kita ke halaman pengujian. Implementasi halaman menu utama dapat dilihat pada Gambar 9.

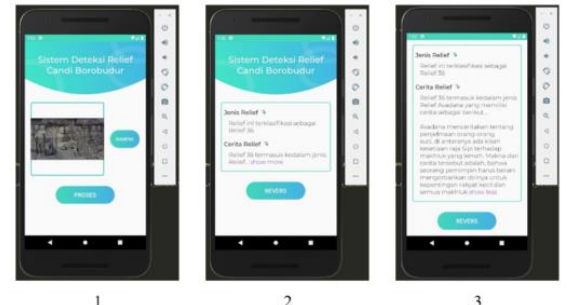


Gambar 9: Halaman Menu Utama

#### 4.1.1.4. Halaman Pengujian

Tampilan halaman Pengujian merupakan tampilan setelah halaman menu utama muncul, dari tampilan halaman pengujian akan kita dapat beberapa inputan atau masukan yang harus kita isi, seperti foto relief yang bisa kita ambil menggunakan

kamera atau bisa juga kita ambil dari gallery android kita. Hasil yang akan kita dapat setelah proses dilakukan adalah hasil klasifikasi bahwa relief itu termasuk relief berapa dan cerita dari relief tersebut. Rancangan halaman pengujian dapat kita lihat pada Gambar 10.



Gambar 10: Halaman Pengujian

#### 4.1.2. Perangkat Keras yang digunakan

Perangkat keras merupakan perangkat komputer yang digunakan dalam pengembangan sistem. Spesifikasi perangkat komputer yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Intel Core i7-10510U Intel Core i5-10210U
- RAM 8GB DDR4
- NVIDIA GeForce MX250 VRAM 2GB GDDR5

#### 4.1.3. Perangkat Lunak yang digunakan

Perangkat lunak adalah aplikasi komputer yang digunakan dalam pengembangan sistem. Adapun perangkat lunak yang digunakan :

- Android Studio
- Sublime Text 3
- Postman
- MongoDB
- Python 3.8.1

#### 4.1.4. Implementasi Algoritma

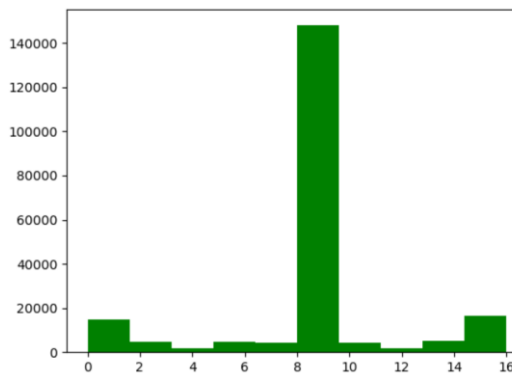
Implementasi merupakan membangun sistem yang sudah dirancang sesuai dari hasil rancangan. Dalam implementasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *python* dengan *Visual Studio Code* sebagai text editornya dan



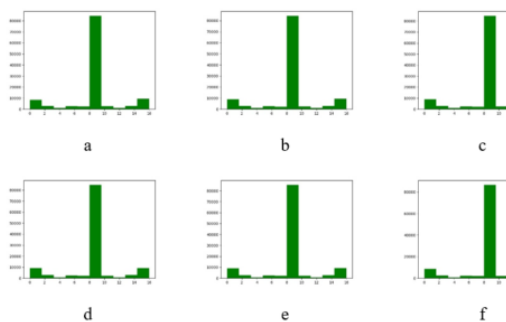
MongoDB sebagai tempat penyimpanan hasil ekstraksi ciri.

#### 4.1.4.1. Local Binary Pattern

*Local Binary Pattern* merupakan metode ekstraksi ciri yang digunakan untuk mengekstrak data berupa gambar pada penelitian ini agar hasilnya bisa diolah menggunakan algoritma *Nearest-Neighbors*. Metode ini membandingkan nilai biner piksel yang ada pada pusat citra dengan 8 nilai piksel yang ada disekelilingnya. Jika nilai piksel disekelilingnya lebih kecil dari nilai piksel pusat maka akan diberi nilai 1 sedangkan jika lebih besar akan diberikan nilai 0. Gambar 11 menunjukkan histogram dari hasil ekstraksi citra latih relief 1 dan Gambar 12 menunjukkan histogram dari hasil ekstraksi citra uji relief 1.



Gambar 11: Histogram Citra Latih



Gambar 12: Histogram Citra Uji ( (a) LBP 80px, (b) LBP 160px, (c) LBP 240px, (d) LBP 640px, (e) LBP 720px, (f) LBP 800px )

#### 4.1.4.2. Nearest Neighbors

Algoritma Nearest Neighbors merupakan algoritma yang digunakan dalam penelitian ini untuk

melakukan klasifikasi pada seluruh data hasil ekstraksi ciri dengan LBP. Data terbagi menjadi dua kelompok data, yaitu data latih dan data uji. Dari kedua kelompok data tersebut dapat dilakukan perhitungan Nearest Neighbors menggunakan metode perhitungan jarak *Euclidean Distance*. Proses perhitungan Nearest Neighbors menggunakan metode perhitungan jarak menggunakan *Euclidean Distance* adalah :

- Penentuan nilai parameter k, k = 1
- Perhitungan jarak menggunakan metode *Euclidean Distance*, Pada perhitungan ini dilakukan proses perhitungan data latih pertama sebagai data latih dan data uji pertama sebagai data uji, sebagai berikut:
 
$$EC = \sqrt{(\text{latih } i - \text{uji } i)^2 + (\text{latih } n - \text{uji } n)^2}$$
- Pengurutan jarak secara *ascending* atau dari yang terkecil.
- Tentukan kelompok data dengan kelas mayoritas lalu ambil data terkecil sebanyak nilai k yang telah ditentukan tadi.

#### 4.1.4.3. Akurasi

Untuk melakukan perhitungan akurasi kita perlu rekab dari semua data dan hasil prediksinya untuk menghitung total benar. Akurasi dihitung dengan rumus (total data/100 \* total benar). Dari perhitungan tersebut menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 66,33 %.

## 4.2. Hasil

Penelitian ini dilakukan menggunakan data Relief Candi Borobudur dari [4] yang sudah dilakukan proses *cropping*. Proses ekstraksi ciri dilakukan menggunakan *Local Binary Pattern* lalu diklasifikasikan menggunakan metode *Nearest Neighbors*.

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi ciri menggunakan metode ekstraksi *Local Binary Pattern Uniform* dan *Local Binary Pattern Variance*, sedangkan untuk metode klasifikasi menggunakan metode *Nearest Neighbors* dengan beberapa metode perhitungan jarak yaitu *Euclidean*, *Cosine* dan *Manhattan*. Pada setiap metode perhitungan jarak

akan didapat akurasi yang bervariasi tergantung point dan radius yang digunakan, untuk point dan radius yang digunakan pada sistem ini ada 4 macam yaitu point 8 radius 1, point 16 radius 2, point 24 radius 3 dan point 32 radius 4.

Setelah dilakukan proses pengujian dengan berbagai variasi, maka didapatkanlah akurasi tertinggi pada sistem ini menggunakan metode ekstraksi ciri gabungan dari *Local Binary Pattern Uniform* dan *Local Binary Pattern Variance* dengan metode klasifikasi *Nearest Neighbors* point 16 radius 2 dan *Manhattan* sebagai perhitungan jaraknya. Akurasi yang didapat pada variasi diatas sebesar 66,33 %. Akurasi yang cukup memuaskan ini bisa didapat karena ada total 199 data benar dari 300 data testing, data benar

Untuk 16 relief yang benar semua atau benar 6 data dari 6 data uji, itu bisa benar semua karena setelah diamati dari ke-16 data tersebut didapati gambar citra yang identik berbeda, dan setelah di cek nilai hasil ekstraksinya memang identik sama antara nilai hasil ekstraksi citra latihan relief tersebut dengan citra ujinya.

Untuk 1 relief yang salah semua atau benar 0 data dari 6 data uji itu disebabkan pada relief tersebut banyak terklasifikasi sebagai relief lain. Relief yang salah semua itu adalah Relief 8. Pada pengujian Relief 8 didapatkan hasil klasifikasi sebagai Relief 50 sebanyak 5 dan Relief 26 sebanyak 1 kali. Setelah dilakukan pengamatan pada Relief 8 dan Relief 50 maka didapat kemungkinan alasan mengapa Relief 8 bisa salah semua karena antara Relief 8 dan Relief 50 pada hasil ekstraksi cirinya memiliki kesamaan pola yang dapat dilihat dari histogram Relief 8 dan Relief 50.

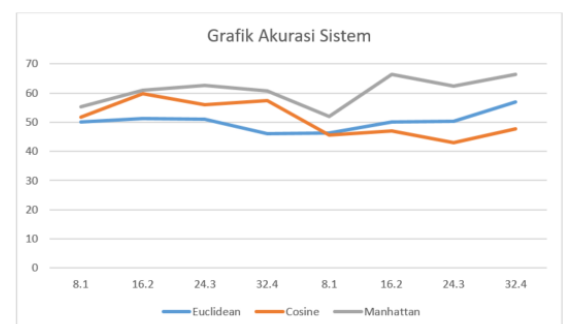
#### 4.2.1 Analisa Nearest Neighbors

Klasifikasi menggunakan Nearest Neighbors dilakukan menggunakan metode perhitungan jarak *Cosine*, *Euclidean* dan

*Manhattan*. Adapun nilai k yang diberikan adalah k=1. Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan akurasi pada sistem ini dan Gambar 13 menunjukkan gambaran grafik akurasinya.

Tabel 1: Tabel Hasil Perhitungan Akurasi

No	Jarak	Ekstraksi	Point & Radius	Akurasi
1	Cosine	Uniform	8.1	51,66 %
2	Cosine	Uniform	16.2	59,66 %
3	Cosine	Uniform	24.3	56,00 %
4	Cosine	Uniform	32.4	57,33 %
5	Cosine	Uniform+Variance	8.1	45,66 %
6	Cosine	Uniform+Variance	16.2	47,00 %
7	Cosine	Uniform+Variance	24.3	43,00 %
8	Cosine	Uniform+Variance	32.4	47,66 %
9	Euclidean	Uniform	8.1	50,00 %
10	Euclidean	Uniform	16.2	51,33 %
11	Euclidean	Uniform	24.3	51,00 %
12	Euclidean	Uniform	32.4	46,00 %
13	Euclidean	Uniform+Variance	8.1	46,33 %
14	Euclidean	Uniform+Variance	16.2	50,00 %
15	Euclidean	Uniform+Variance	24.3	50,33 %
16	Euclidean	Uniform+Variance	32.4	56,99 %
17	Manhattan	Uniform	8.1	55,33 %
18	Manhattan	Uniform	16.2	61,00 %
19	Manhattan	Uniform	24.3	62,66 %
20	Manhattan	Uniform	32.4	60,66 %
21	Manhattan	Uniform+Variance	8.1	52,00 %
22	Manhattan	Uniform+Variance	16.2	66,33 %
23	Manhattan	Uniform+Variance	24.3	62,33 %
24	Manhattan	Uniform+Variance	32.4	66,33 %



Gambar 13: Grafik Akurasi Nearest Neighbors

## 5. PENUTUP

### 5.1. Simpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah :

1. Akurasi tertinggi yang didapat pada sistem ini adalah sebesar 66.33 % menggunakan metode ekstraksi ciri gabungan dari *Local Binary Pattern Uniform* dan *Local Binary Pattern Variance*

dengan metode klasifikasi *Nearest Neighbors* point 16 radius 2 dan *Manhattan* sebagai perhitungan jaraknya.

2. Algoritma Nearest Neighbors cukup efektif untuk model data seperti pada sistem ini.
3. Metode Local Binary Pattern dan Nearest Neighbors terbukti cukup efektif untuk mengklasifikasi relief Candi Borobudur.

## 5.2. Saran

Saran yang diberikan agar dapat dijadikan acuan penelitian selanjutnya yaitu :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan dataset yang lebih banyak dan lebih bervariasi.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode klasifikasi selain Nearest Neighbors supaya bisa menghasilkan akurasi lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Liantoni, "Klasifikasi Daun Dengan Perbaikan Fitur Citra Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," vol. VII, no. 2, pp. 98–104, 2017.
  - [2] Rudiono, "Naskah publikasi," 2019.
  - [3] D. A. Prasetya and I. Nurviyanto, "Deteksi wajah metode viola jones pada opencv menggunakan pemrograman python," pp. 18–23, 2018.
  - [4] R. A. Yunmar and A. Harjoko, "Sistem Identifikasi Relief pada Situs Bersejarah Menggunakan Perangkat Mobile Android (Studi Kasus Candi Borobudur)," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 8, no. 2, pp. 133–144, 2014, doi: 10.22146/ijccs.6541.
- [1] F. Liantoni, "Klasifikasi Daun Dengan

