

**TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI ALGORITMA C4.5 MENGGUNAKAN TEKNIK  
BAGGING PADA DATA KADAR KARAT EMAS**

Disusun untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Kelulusan Program Strata S1

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Jember



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

**2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI ALGORITMA C4.5 MENGGUNAKAN TEKNIK  
BAGGING PADA DATA KADAR KARAT EMAS**

Oleh:

**Siti Mutmainnah**

**1610651132**

Telah disetujui bahwa Laporan Tugas Akhir ini untuk diajukan pada sidang Tugas Akhir sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar

Sarjana Komputer (S.Kom)

di

Universitas Muhammadiyah Jember

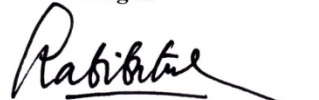
Disetujui oleh,

Pembimbing I



Ginjar Abdurrahman, S.Si., M.Pd.  
NIDN. 0714078705

Pembimbing II



Habibatul Azizah Al Faruq, M.Pd.  
NIDN. 0718128901

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**OPTIMASI ALGORITMA C4.5 MENGGUNAKAN TEKNIK**  
**BAGGING PADA DATA KADAR KARAT EMAS**

Oleh:

Siti Mutmainnah

1610651132


Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada sidang Tugas Akhir  
tanggal 30 April 2020 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar  
Sarjana Komputer (S.Kom)

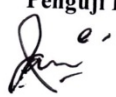
di


Universitas Muhammadiyah Jember

Disetujui oleh,

  
Penguji I  
Deni Arifianto, M.Kom.  
NIDN. 0718068103

  
Pembimbing I  
Ginanjar Abdurrahman, S.Si., M.Pd.  
NIDN. 0714078705

  
Penguji II  
Zainul Arifin, S.Si., M.Kom.  
NIDN. 0714078102

  
Pembimbing II  
Habibatul Azizah Al Faruq, M.Pd.  
NIDN. 0718128901

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik  
  
Ir Suhartinah, MT.  
NIDN. 0719126201

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
  
Triawan Adi Cahyanto, M.Kom.  
NIDN. 0702098804

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Mutmainnah

NIM : 1610651132

Program Studi : Teknik Informatika

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Jember

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “**OPTIMASI ALGORITMA C4.5 MENGGUNAKAN TEKNIK *BAGGING* PADA DATA KADAR KARAT EMAS**” bukan merupakan Tugas Akhir orang lain baik sebagian maupun keseluruhan kecuali yang diacu dalam Daftar Pustaka dan kutipan yang telah disebutkan sumbernya pada Tugas Akhir ini.

Demikian surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan apabila pernyataan ini tidak sesuai, penulis bersedia mendapatkan sanksi dari akademik.

Jember, 30 April 2020



Siti Mutmainnah

NIM. 1610651132



## PERSEMBAHAN

Karya ini dipersembahkan untuk:

1. Yang utama dari segalanya, sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang. *Lu* telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. (Alm) Ayahanda Bapak Sino terimakasih atas limpahan kasih sayang semasa hidupnya dan memberikan rasa rindu yang berarti.
3. Ibunda, Ibu Saniyah yang selalu mendo'akan saya dalam kuliah hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Saudara-saudaraku: Siti Aminah, S.Pd. sebagai kakak pertama, Siti Rohima sebagai kakak kedua yang selalu memberi semangat.
5. Dosen Pembimbing saya, Bapak Ginanjar Abdurrahman, S.Si., M.Pd. dan Ibu Habibatul Azizah Al Faruq, M.Pd. yang telah membimbing saya dalam perkuliahan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Moh Dasuki M.Kom. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa membimbing serta memberikan semangat.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2016 yang telah berperan membantu, mendukung dan rela berbagi ilmu serta informasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Almamater tercinta, Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Jember, dengan segala kelebihan dan kekurangan yang selalu saya banggakan.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT hanya kepada-Nya lah segala sesuatu bergantung. Syukur Alhamdulillah tak lupa senantiasa saya ucapkan karena hanya dengan ridho dan kekuasaanNya Tugas Akhir yang berjudul “Optimasi Algoritma C4.5 menggunakan teknik *Bagging* pada data kadar karat emas” dapat terselesaikan dengan lancar.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, keluarga beliau dan para sahabat hingga pengikutnya hingga akhir zaman, orang-orang yang senantiasa istiqomah menegakkan kebenaran dan menebar kebaikan di jalan Allah SWT. Semoga semua amal yang kita kerjakan berdasarkan sunnah Rasulullah SAW bernilai ibadah.

Dengan kerendahan hati, penulis mohon maaf jika ternyata di kemudian hari diketahui bahwa hasil dari Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Semoga hasil dari Tugas Akhir ini dapat mempermudah dalam proses penilaian. Dan lebih dari itu semoga bermanfaat bagi setiap insan yang mempergunakannya untuk kebaikan di jalan Allah SWT.

Jember, 30 April 2020

Peneliti

## MOTTO

Memulai dengan penuh keyakinan  
Menjalankan dengan penuh keikhlasan  
Menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan

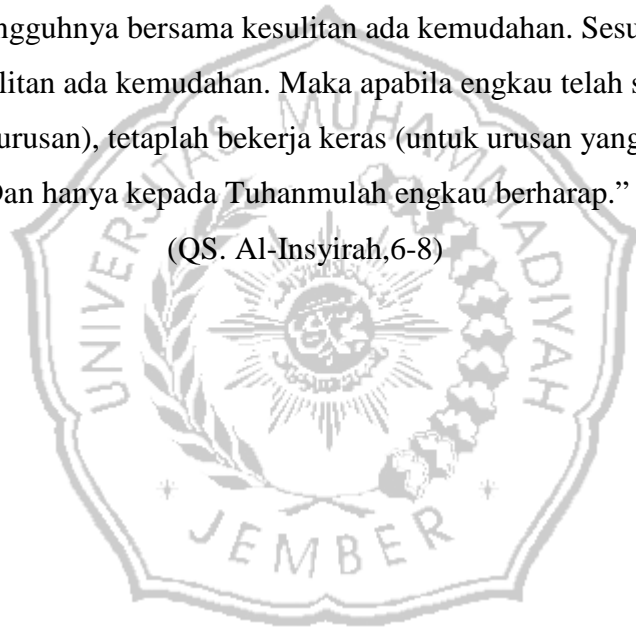
“Yakin adalah kunci jawaban dari segala permasalahan, dengan bermodal yakin merupakan obat mujarab penumbuh semangat hidup”

(Penulis)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah,6-8)





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>MOTTO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Kadar Emas .....	4
2.2 <i>Machine Learning</i> .....	4
2.3 Klasifikasi .....	6
2.4 <i>Decision Tree</i> .....	7
2.4.1 Pemilihan Atribut dan Pembentukan <i>tree</i> .....	8
2.4.2 Algoritma – Algoritma dalam <i>Decision tree</i> .....	9
2.4.3 Algoritma C4.5 .....	9
2.4.4 Bagging .....	11
2.5 <i>Cross Validation</i> .....	12
2.6 <i>K-fold Cross Validation</i> .....	12
2.7 <i>Confusion Matrix</i> .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	15
3.1 Perancangan Metode Penelitian .....	15

3.2 Jenis Penelitian .....	17
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.4 Pengumpulan Data .....	19
3.5 <i>Pre-Processing</i> .....	20
3.6 Proses Algoritma C4.5 .....	21
3.7 Evaluasi Algoritma C4.5.....	23
3.8 Proses <i>Bagging</i> pada C4.5 .....	25
3.9 Evaluasi <i>Bagging</i> pada C4.5 .....	27
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN. ....</b>	<b>29</b>
4.1. Data Sebelum di <i>Pre-Processing</i> .....	29
4.2. Data Sesudah di <i>Pre-Processing</i> .....	29
4.3. <i>Balance</i> Data.....	30
4.4. Penerapan Algoritma C4.5.....	31
4.5. Hasil Pengujian Teknik <i>Bagging</i> Pada Algoritma C4.5 .....	31
4.6. Skenario Uji .....	31
4.5.1 Hasil Uji <i>2-Fold</i> .....	32
4.5.2 Hasil Uji <i>5-Fold</i> .....	35
4.5.3 Hasil Uji <i>7-Fold</i> .....	36
4.5.4 Hasil Uji <i>10-Fold</i> .....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Contoh Struktur <i>Classification Tree</i> .....	8
<b>Gambar 3.1</b> Tahapan Penelitian.....	15
<b>Gambar 3.2</b> <i>Flowchart</i> pengujian Algoritma C4.5.....	17
<b>Gambar 3.3</b> <i>Flowchart</i> pengujian Algoritma C4.5 menggunakan <i>bagging</i> ....	18
<b>Gambar 3.4</b> Pohon Keputusan <i>node</i> 1 .....	21
<b>Gambar 3.5</b> Pohon Keputusan Akhir.....	23
<b>Gambar 3.6</b> Pohon Keputusan pada data 1 .....	25
<b>Gambar 3.7</b> Pohon Keputusan pada data 2.....	26
<b>Gambar 3.8</b> Pohon Keputusan pada data 3.....	26
<b>Gambar 4.1</b> Proses C4.5 .....	31
<b>Gambar 4.2</b> Proses <i>Import Data</i> .....	32
<b>Gambar 4.3</b> Proses Penguji.....	33
<b>Gambar 4.4</b> Proses <i>Bagging</i> .....	33
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Akurasi dan Presisi Percobaan Ke-2.....	33
<b>Gambar 4.6</b> Hasil Akurasi dan Presisi Percobaan Ke-4.....	35
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Akurasi dan Presisi Percobaan Ke-5.....	36
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Akurasi dan Presisi Percobaan Ke-8.....	28

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> <i>Confusion matrix</i> .....	13
<b>Tabel 3.1</b> Pemilihan <i>Node</i> akar 1.1 .....	21
<b>Tabel 3.2</b> Hasil Perhitungan <i>Node</i> 1.1 .....	22
<b>Tabel 3.3</b> Data <i>Testing</i> klasifikasi C4.5 .....	23
<b>Tabel 3.4</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> .....	24
<b>Tabel 3.5</b> Data <i>Testing</i> klasifikasi C4.5 .....	27
<b>Tabel 3.6</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> .....	27
<b>Tabel 4.1</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 1 .....	34
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 2 .....	34
<b>Tabel 4.3</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 1 .....	35
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 2 .....	36
<b>Tabel 4.5</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 1 .....	37
<b>Tabel 4.6</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 2 .....	37
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 1 .....	39
<b>Tabel 4.8</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> 2 .....	39
<b>Tabel 4.9</b> Daftar Hasil Akurasi dan Presisi Algoritma C4.5 .....	40
<b>Tabel 4.10</b> Daftar Hasil Akurasi dan Presisi <i>bagging</i> pada C4.5 .....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data <i>Training</i> Kadar Karat Emas .....	47
<b>Lampiran 2</b> Hasil Perhitungan <i>Node</i> 1 .....	48
<b>Lampiran 3</b> Hasil Perhitungan Data 1 .....	49
<b>Lampiran 4</b> Hasil Perhitungan Data 2 .....	50
<b>Lampiran 5</b> Hasil Perhitungan Data 3 .....	51
<b>Lampiran 6</b> Data Karat Emas .....	52
<b>Lampiran 7</b> Data setelah di <i>pre-processing</i> .....	<b>54</b>
<b>Lampiran 8</b> Data <i>Balance</i> .....	57
<b>Lampiran 9</b> Skenario <i>K-Fold</i> .....	59
<b>Lampiran 10</b> <i>Confusion Matrix Bagging</i> K-2 .....	62
<b>Lampiran 11</b> <i>Confusion Matrix Bagging</i> K-5 .....	63
<b>Lampiran 12</b> <i>Confusion Matrix Bagging</i> K-7 .....	65
<b>Lampiran 13</b> <i>Confusion Matrix Bagging</i> K-10 .....	67
<b>Lampiran 14</b> Pada Algoritma C4.5 Percobaan Terbaik .....	70
<b>Lampiran 15</b> <i>Tree Bagging</i> pada C4.5 Percobaan Terbaik .....	72
<b>Lampiran 16</b> Perhitungan <i>Tree</i> ke-3 .....	75
<b>Lampiran 17</b> Tabel <i>Voting</i> nilai <i>Bagging</i> Dari Percobaan Yang Terbaik .....	76
<b>Lampiran 18</b> Data <i>Testing Bagging</i> .....	77
<b>Lampiran 19</b> <i>Voting</i> nilai <i>Bagging</i> Dari Percobaan Terbaik 20 iterasi .....	78