

KOMPRESI CITRA BERWARNA MENGGUNAKAN PENGGABUNGAN  
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DAN MODIFIED  
HARMONY SEARCH ALGORITHM

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 Pada Jurusan Teknik  
Informatika*



Oleh:

Bubuh Alhammady  
NIM : 09121402012

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS ILMU  
KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

KOMPRESI CITRA BERWARNA MENGGUNAKAN PENGGABUNGAN  
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DAN MODIFIED  
HARMONY SEARCH ALGORITHM

Oleh :

BUBUH ALHAMMADY  
NIM : 09121402012

Palembang, 15 Juli 2019

Pembimbing I,

  
Prof. H. Saparudin, M.T., Ph.D.  
NIP. 196904121995021001

Pembimbing II,



Kanda Januar Miraswan, M.T.  
NIP. 199001092019031000

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

  
Rifkie Prima Ratha, M.T.  
NIP. 197706012009121004

### TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Kamis, 15 Juli 2019 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Bubuh Alhammady  
NIM : 09121402012  
Judul : Kompresi Citra Berwarna Menggunakan Penggabungan Particle Swarm Optimization dan Modified Harmony Search Algorithm

1. Ketua Penguji

Prof. H. Saparudin, M.T., Ph.D  
NIP. 196904121995021001

2. Sekretaris Penguji

Kanda Januar Miraswan, M.T.  
NIP. 199001092019031000

3. Penguji I

Hardini Novianti, M.T.  
NIP. 197911012014042002

4. Penguji II

Osvari Arsalan, M.T.  
NIP. 198806282018031001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Rifkie Primartha, M.T.  
NIP 1977060120091210

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bubuh Alhammady  
NIM : 09121402012  
Program Studi : Teknik Informatika Bilingual  
Judul Skripsi : Kompresi Citra Berwarna Menggunakan Penggabungan Particle Swarm Optimization dan Modified Harmony Search Algorithm

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : **6 %**

Menyatakan bahwa Laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.

Palembang, 15 Juli 2019



(Bubuh Alhammady)  
NIM. 09121402012

*“Aku tidak sebaik yang engkau ucapkan. Tetapi aku juga tidak seburuk apa yang terlintas di hatimu.”*

*– Ali Bin Abi Thalib*

*“Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun, karena yang menyukaimu tidak butuh itu. Dan yang membencimu tidak percaya itu.”*

*-Ali Bin Abi Thalib*

## **ABSTRACT**

*Digital image compression is a process of reducing data redundancy, so that the size of the image becomes smaller than the original. The more recent a digital image, the greater the size of the image. This certainly causes losses in the storage and transmission process because the original image requires a large amount of storage space and longer delivery times. Image compression is a way of solving problems because it can reduce the amount of data in representing a digital image. However, the reduced the size of the compressed image, the less the quality of the image. Because it requires the application of a software that can compress images and maintain image quality. In this study a software that can compress images and maintain its quality will be developed using a combination of Particle Swarm Optimization (PSO) and Modified Harmony Search Algorithm (MHSA). MHSA-PSO is a development of the Modified Harmony Search Algorithm (MHSA). MHSA-PSO uses two parameters in PSO which function to optimize the values of the MHSA parameters, namely PAR and bw. This study shows the results of good image compression and is suitable for lossy image compression.*

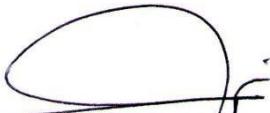
**Keywords:** *Image compression, Harmony Search Algorithm, Improved Harmony Search Algorithm, Pitch Adjustment Rate, Bandwidth.*

Palembang,

2019

1<sup>st</sup> Supervisor,,

2<sup>nd</sup> Supervisor,

  
Prof. H. Saparudin, M.T., Ph.D  
NIP. 196904121995021001

  
Kanda Januar Miraswan, M.T.  
NIP. 199001092019031000

Acceptance,  
Head Department of Informatics

  
Rifkie Primartha, M.T  
NIP. 1997706012009121004

## **ABSTRAK**

*Kompresi citra digital merupakan proses mengurangi redundansi data, sehingga ukuran citra tersebut menjadi lebih kecil dari aslinya. Semakin mutakhir sebuah citra digital, maka semakin besar ukuran citra tersebut. Hal ini tentu menyebabkan kerugian dalam penyimpanan dan proses transmisi karena citra asli membutuhkan sejumlah ruang penyimpanan yang besar dan waktu pengiriman yang lebih lama. Kompresi citra menjadi jalan penyelesaian masalah karena dapat mengurangi jumlah data dalam merepresentasikan sebuah citra digital. Namun, semakin berkurang ukuran citra hasil kompresi, maka semakin berkurang kualitas citra tersebut. Karena itu dibutuhkan penerapan suatu perangkat lunak yang dapat mengkompresi citra dan tetap mempertahankan kualitas citra. Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah perangkat lunak yang dapat mengkompresi citra dan menjaga kualitasnya menggunakan penggabungan Particle Swarm Optimization (PSO) dan Modified Harmony Search Algorithm (MHSA). MHSA-PSO merupakan pengembangan dari Modified Harmony Search Algorithm (MHSA). MHSA-PSO menggunakan dua parameter pada PSO yang berfungsi mengoptimasi nilai pada parameter MHSA, yaitu PAR dan bw. Penelitian ini menunjukkan hasil kompresi citra yang baik serta cocok untuk kompresi citra yang bersifat lossy.*

*Kata kunci : Kompresi citra, Harmony Search Algorithm, Modified Harmony Search Algorithm, Particle Swarm Optimization, Pitch Adjustment Rate, Bandwith.*

Palembang, 2019

Pembimbing I,

  
Prof. H. Saparudin, M.T., Ph.D  
NIP. 196904121995021001

Pembimbing II,

  
Kanda Januar Miraswan, M.T.  
NIP. 199001092019031000

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

  
Rifkie Primartha, M.T  
NIP. 1997706012009121004

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah swt. atas berkat dan rahmat-Nya yang telah diberikan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tuaku, saudaraku, dan seluruh keluarga besarku yang selalu mendokan serta memberikan dukungan baik moril maupun materil
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Bapak Rifkie Primartha, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika
4. Bapak Prof. H. Saparudin, M.T., Ph. D. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Kanda Januar Miraswan, M.T selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan serta dukungan dalam proses penggerjaan Tugas Akhir
5. Ibu Hardini, M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Osvari Arsalan, M.T selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan dorongan dalam proses penggerjaan Tugas Akhir
6. Bapak Syamsuryadi, M.Kom., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik

7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika dan staf tata usaha Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam kelancaran proses administrasi dan akademik selama masa perkuliahan
8. Berliana Rizkyta Hanjani yang selalu memberikan semangat dalam suka maupun duka, serta selalu menjadi orang yang selalu ada buatku
9. Muhammad Idham yang telah membantu meminjamkan printer dan hal-hallainnya sehingga proses penggeraan tugas akhir ini rampung tepat waktu
10. Keluargaku, seluruh anggota IF Bilingual
11. Semua pihak yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan berperan dalam Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan disebabkan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kemajuan penelitian selanjutnya.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati, semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PLAGIAT .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRACT .....	vi
ABSTRAKSI .....	vii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxiii

## BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan .....	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah .....	I-1
1.3 Rumusan Masalah .....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Batasan Masalah.....	I-3

1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
--------------------------------	-----

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu.....	II-1
2.2 Pengolahan Citra Digital .....	II-2
2.3 Jenis Citra Digital.....	II-3
2.4 Format File Citra Digital .....	II-4
2.5 Kompresi Citra .....	II-7
2.5.1 Kriteria Mengukur Kebenaran Hasil Kompresi ( <i>Fidelity Criteria</i> ).....	II-7
2.5.2 Rasio Kompresi.....	II-9
2.5.3 Kompresi Lossless dan Lossy.....	II-9
2.6 Modified Harmony Search Algorithm (MHSA) .....	II-10
2.7 Metode Rational Unified Process (RUP) .....	II-11

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan .....	III-1
3.2 Unit Penelitian.....	III-1
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	III-1
3.4 Tahapan Penelitian .....	III-2
3.4.1 Menentukan Ruang Lingkup dan Unit Penelitian .....	III-2
3.4.2 Menemukan Dasar Teori yang Berkaitan dengan Penelitian .....	III-2
3.4.3 Menetapkan Kriteria Pengujian .....	III-2
3.4.4 Menentukan Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian .....	III-12
3.4.5 Melakukan Pengujian Penelitian .....	III-12
3.4.6 Melakukan Analisa Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan .....	III-12
Penelitian .....	

3.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	III-14
3.5.1 Fase Insepsi .....	III-14
3.5.2 Fase Elaborasi .....	III-14
3.5.3 Fase Konstruksi.....	III-15
3.5.4 Fase Transisi .....	III-15
3.6 Penjadwalan Penelitian .....	III-17

#### BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

4.1 Pendahuluan .....	IV-1
4.2 Rekayasa Perangkat Lunak .....	IV-1
4.2.1 Deskripsi Umum Sistem.....	IV-1
4.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak .....	IV-2
4.3 Perancangan Perangkat Lunak .....	IV-3
4.3.1 Pemodelan Use Case .....	IV-3
4.3.2 Diagram Use Case .....	IV-3
4.3.3 Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-4
4.3.4 Definisi Aktor.....	IV-4
4.3.5 Skenario <i>Usecase</i> .....	IV-5
4.3.6 Kelas Analisis.....	IV-7
4.3.7 Sequence Diagram .....	IV-10
4.3.8 Kelas Diagram .....	IV-12
4.4 Perancangan Perangkat Lunak .....	IV-13
4.4.1 Perancangan Antar Muka .....	IV-13
4.5 Implementasi Perangkat Lunak.....	IV-14
4.5.1 Lingkungan Implementasi .....	IV-14

4.5.2	Implementasi Kelas .....	IV-14
4.5.3	Implementasi Antarmuka .....	IV-17
4.6	Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-18
4.6.1	Rencana Pengujian .....	IV-18
4.6.2	Kasus Uji.....	IV-19

## BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

5.1	Pendahuluan .....	V-1
5.2.	Hasil Pengujian .....	V-1
5.2.1	Hasil Pengujian Kuantitatif .....	V-1
5.2.2	Hasil Pengujian Kualitatif .....	V-6
5.2.3	Hasil Pengujian Perubahan Parameter Jumlah Iterasi MHSA.....	V-12
5.3	Analisis Hasil Pengujian .....	V-12
5.3.1	Analisis Hasil Pengujian Kuantitatif .....	V-13
5.3.2	Analisis Hasil Pengujian Kualitatif .....	V-16
5.3.3	Analisis Hasil Pengujian Perubahan Parameter Jumlah Iterasi MHSA.....	V-17

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Pendahuluan .....	VI-1
6.2	Kesimpulan.....	VI-1
6.3	Saran.....	VI-2

Daftar Pustaka.....

xxiv LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

	Halaman
III- 1 Rencana Pengujian Use Case Preprocessing Citra .....	III-12
III- 2 Rencana Pengujian Use Case Mengkompresi Citra .....	III-12
III- 3 Blok Penjadwalan Penelitian .....	III-17
IV- 1 Tabel kebutuhan Fungsional .....	IV-2
IV- 2 Tabel Kebutuhan Nonfungsional.....	IV-2
IV- 3 Definisi Use Case .....	IV-4
IV- 4 Definisi Aktor.....	IV-4
IV- 5 Skenario Use Case 1.....	IV-5
IV- 6 Skenario Use Case 2.....	IV-6
IV- 7 Daftar Implementasi Kelas.....	IV-17
IV- 8 Rencana Pengujian Use Case Preprocessing Citra.....	IV-18
IV- 9 Rencana Pengujian Use Case Mengkompresi Citra.....	IV-18
IV- 10 Pengujian Use Case Preprocessing Citra.....	IV-19
IV- 11 Pengujian Use Case Mengkompresi Citra.....	IV-21
V- 1 Hasil Pengujian dengan Algoritma MHSA ukuran 512 .....	V-2
V- 2 Hasil Pengujian dengan Algoritma MHSA ukuran 256 .....	V-3
V- 3 Hasil Pengujian dengan Algoritma MHSA ukuran 128 .....	V-4
V- 4 Hasil Pengujian dengan Algoritma HSA.....	V-5
V- 5 Hasil Pengujian dengan Algoritma GA (Razika, dkk (2016)).....	V-5
V- 6 Hasil Pengujian perubahan parameter jumlah iterasi .....	V-12
V- 7 Perbandingan Hasil Pengujian dengan Algoritma MHSA Ukuran 512x512, 256x256, dan 128x128.....	V-13
V- 8 Perbandingan Hasil Pengujian dengan Algoritma MHSA dan Algoritma HSA Ukuran 128x128 .....	V-15
V- 9 Perbandingan Hasil Pengujian dengan Algoritma MHSA dan Algoritma GA Ukuran 512x512 .....	V-16

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
III- 1 Diagram Proses Kompresi Citra Menggunakan MHSA.....	III-3
III- 2 Diagram Tahapan Penelitian .....	III-13
IV- 1 Diagram Use Case .....	IV-3
IV- 2 Kelas Analisis Mengkompresi Citra.....	IV-8
IV- 3 Kelas Analisis Preprocessing Citra .....	IV-9
IV- 4 Sequence Diagram Mengkompresi Citra .....	IV-10
IV- 5 Sequence Diagram Preprocessing Citra .....	IV-11
IV- 6 Kelas Diagram Keseluruhan.....	IV-12
IV- 7 Rancangan Antarmuka Halaman Utama .....	IV-13
IV- 8 Antarmuka MhsaImessionGui.....	IV-17
V- 1 Citra Airplane.bmp ukuran 128 x 128 .....	V-6
V- 2 Citra Airplane.bmp ukuran 256 x 256 .....	V-6
V- 3 Citra Airplane.bmp ukuran 512 x 512 .....	V-7
V- 4 Citra Jelly.bmp ukuran 128 x 128.....	V-8
V- 5 Citra Jelly.bmp ukuran 256 x 256.....	V-8
V- 6 Citra Jelly.bmp ukuran 512 x 512.....	V-9
V- 7 Citra Girl3.bmp ukuran 128 x 128.....	V-10
V- 8 Citra Girl3.bmp ukuran 256 x 256.....	V-10
V- 9 Citra Woman3.bmp ukuran 512 x 512 .....	V-11
V- 10 Grafik Perubahan Rasio Kompresi, Waktu Kompresi, dan PSNR .....	V-14

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Dokumentasi *source code*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pendahuluan**

Bab 1 memberikan penjelasan umum mengenai keseluruhan penelitian. Antara lain membahas latar belakang masalah penelitian, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian. Pendahuluan dimulai dengan penjelasan mengenai proses kompresi citra pada dokumen jurnal serta penelitian yang berkaitan dengan penggabungan teknik kompresi citra pada citra berwarna yang menjadi latar belakang dari penelitian ini.

#### **1.2 Latar Belakang Masalah**

Saat ini, citra digital telah banyak digunakan di berbagai bidang seperti internet, astronomi, kesehatan, akademik, dan lain-lain. Citra digital menjadi media penyampaian informasi yang dapat diandalkan karena lebih mudah disimpan dan dimanipulasi dibandingkan dengan citra analog. Semakin mutakhir sebuah citra digital, maka semakin besar ukuran citra tersebut. Hal ini tentu menyebabkan kerugian dalam penyimpanan dan proses transmisi karena citra asli membutuhkan sejumlah ruang penyimpanan yang besar dan waktu pengiriman yang lebih lama. Kompresi citra menjadi jalan penyelesaian masalah karena dapat mengurangi jumlah data dalam merepresentasikan sebuah citra digital.

Kompresi citra digital merupakan proses mengurangi redundansi data, sehingga ukuran citra tersebut menjadi lebih kecil dari aslinya. Namun, semakin berkurang ukuran citra hasil kompresi, maka semakin berkurang kualitas citra tersebut. Hal ini dapat berpengaruh terhadap peranan citra sebagai media

informasi. Karena itu, mempertahankan kualitas citra merupakan hal yang penting untuk dilakukan.

Pada penelitian sebelumnya berbagai algoritma optimasi, seperti Particle Swarm Organization (PSO) (Junwei dkk, 2015), Genetic Algorithm (GA) (Razika dkk, 2016), dan Modified Harmony Search Algorithm (HSA) (Saparudin & Ade, 2016) telah banyak diterapkan sebagai teknik untuk optimasi citra dan setiap metode memiliki keunggulannya masing-masing.

Pada PSO rumus yang disajikan sederhana dan ukuran populasi yang lebih kecil dibandingkan GA, sehingga lebih mudah untuk diimplementasikan. Selain itu, PSO memiliki populasi yang konstan dan jumlah solusi yang dapat dikendalikan (Junwei dkk, 2015). GA mampu menyelesaikan masalah yang besar dan kompleks, tahan terhadap kemungkinan untuk terjebak pada lokal optimum, dan solusi yang dihasilkan global optimum (Razika dkk, 2016).

*Particle Swarm Optimization* (PSO) merupakan metode dengan penambahan kemampuan baru yang dapat mengoptimalkan masalah optimasi di dalam suatu metode. PSO mampu memberikan nilai optimum pada mayoritas percobaan, sehingga output yang dihasilkan lebih baik. PSO telah diterapkan di beberapa bidang, contoh penerapannya oleh *Chunhua Jia; Yuping Zhang; Yong Zeng; Cheng Yuan, 2015* dan *S. Nema, 2015*

Berdasarkan uraian di atas, akan dilakukan penelitian yang menerapkan metode PSO dan algoritma *Modified Harmony Search Algorithm (MHSA)*. Akan tetapi, citra keabuan yang digunakan sebagai masukan pada penelitian tersebut diganti menjadi citra berwarna. Hal ini dilakukan karena citra berwarna memiliki ukuran yang lebih besar sehingga proses kompresi lebih diperlukan.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Ukuran citra yang besar menyebabkan kerugian karena memerlukan ruang memori yang besar dan proses pengiriman yang lebih lama. Kompresi citra dapat mengurangi ukuran citra tetapi kualitas citra dekompresi berkurang. Mempertahankan kualitas citra hasil dekompresi merupakan hal yang penting untuk dilakukan mengingat kualitas citra menentukan baik tidaknya informasi yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu, masalah yang dihadapi adalah bagaimana meminimalkan ukuran citra hasil kompresi, tetapi kualitas citra hasil kompresi tetap terjaga.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan Particle Swarm Optimization ke dalam metode Modified Harmony Search Algorithm untuk mengembangkan perangkat lunak kompresi citra,
2. Menghitung waktu atau *time* dari proses kompresi citra,
3. Mengukur kualitas citra hasil kompresi.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan ukuran citra yang lebih kecil, sehingga media penyimpanan fisik yang dibutuhkan lebih sedikit.
2. Menghasilkan citra kompresi dengan meminimalkan penurunan kualitas citra.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. File citra digital yang digunakan adalah berformat BMP,
2. Kompresi yang dilakukan adalah kompresi bersifat *lossy* sehingga citra yang telah terkompresi tidak dikembalikan ke citra asli.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

## **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah/ruang lingkup, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

## **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi-definisi *PSO*, *kompresi citra*,, dan Modified *Harmony Search Algorithm (MHSA)*.

## **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci dengan mengacu pada suatu kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

## **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan lingkungan implementasi penggabungan metode MHSA dan PSO untuk kompresi citra dan hasil pengujian.

## **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Pada bab ini, hasil pengujian berdasarkan langkah-langkah yang telah direncanakan disajikan. Analisis diberikan sebagai basis dari kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari semua uraian-uraian pada bab-bab sebelumnya dan juga berisi saran-saran yang diharapkan berguna dalam penerapan kompresi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daga, R. R. M., & Yusiong, J. P. T. (2012). Image Compression Using Harmony Search Algorithm. *International Journal of Computer Science Issue*, 9(5), 16–23.
- Hu, D., Dai, P., Zhou, K., & Ge, S. (2015). Improved Particle Swarm Optimization for Minimum Spanning Tree of Length Constraint Problem. *2015 8th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, 474–477.  
<https://doi.org/10.1109/ICICTA.2015.124>
- Hu, M., Hu, L., & Wang, L. (2016). Astronomical Image Superposition Using an New Improved Particle Swarm Optimization, 173–178.
- Mohsen, F. M. A., Hadhoud, M. M., & Amin, K. M. (2010). Particle swarm optimization method for very low bit rate segmented image compression. *Proceedings, ICCES'2010 - 2010 International Conference on Computer Engineering and Systems*, 15–20.  
<https://doi.org/10.1109/ICCES.2010.5674905>
- Nie, Z., Yang, X., Gao, S., Zheng, Y., Wang, J., & Wang, Z. (2016). Research on Autonomous Moving Robot Path Planning Based on Improved Particle Swarm Optimization, 2532–2536.
- Palanivelu, L. M., & Vijayakumar, P. (2011). Effective image segmentation using Particle Swarm Optimization for image compression in multi application smart cards. *2011 World Congress on Information and Communication Technologies*, 535–539.  
<https://doi.org/10.1109/WICT.2011.6141302>
- Pan, D., & Liu, Z. (2011). An Improved Particle Swarm Optimization Algorithm. *Emerging Research in Artificial Intelligence and Computational Intelligence*, 237, 550–556.
- Rui-Hong, W. (2016). Chemical Process Optimization Based on Improved Particle Swarm Algorithm. *2016 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA)*, 82–85.  
<https://doi.org/10.1109/ICSGEA.2016.55>
- Zuliari, E. A., Elektro, J. T., & Industri, F. T. (2013). Harmony Search Algorithm ( Hsa ) Untuk Optimal Power Flow ( Opf ).



