

# ***Watermarking Citra Digital dengan Watermark Berwarna Menggunakan Teknik Sirkulasi Berdasarkan Non-overlapping Singular Value Decomposition (SVD)***

Disusun oleh:

**Mia Minggariani (0822060)**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung, Indonesia

*E – mail* : [miaminggariani@gmail.com](mailto:miaminggariani@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Kemudahan penyebaran citra *digital* melalui internet memiliki sisi positif dan negatif. Sisi positifnya, dengan cepatnya pemilik citra tersebut menyebarkan *file* citra *digital* ke berbagai alamat situs dunia. Namun, sisi negatifnya jika tidak ada hak cipta yang berfungsi sebagai pelindung citra yang disebarakan tersebut, maka citra *digital* tersebut akan sangat mudah untuk diakui kepemilikannya oleh pihak lain. *Watermarking* adalah salah satu solusi untuk melindungi hak cipta terhadap citra *digital* yang dihasilkan.

Pada Tugas Akhir ini dibuat *watermarking* citra *digital* dengan *watermark* berwarna menggunakan teknik sirkulasi berdasarkan *non-overlapping singular value decomposition* (SVD). Citra *host* berwarna dan *watermark* berwarna dibagi menjadi komponen R, G, B. Komponen R, G, B dari citra *host* dibagi menjadi blok-blok *non-overlapping*. Acak komponen R, G, B dari *watermark* menggunakan transformasi Arnold dan bagi menjadi blok-blok *non-overlapping*. Lakukan SVD pada setiap blok. Nilai *singular* dari hasil SVD *watermark* disisipkan ke nilai *singular* hasil SVD citra *host* dengan teknik sirkulasi.

Hasil percobaan menunjukkan rata-rata nilai MOS dari citra ter-*watermark* berada pada skala penilaian yang baik, yaitu sama dengan citra asli dan dengan  $PSNR \geq 30$  dB. *Watermark* tahan terhadap pemrosesan citra berupa kompresi JPEG (faktor kualitas  $Q \geq 5$ ), *sharpening*, penambahan *Salt & Pepper Noise* ( $d=0.002$  dan  $d=0.005$ ), *cropping* kiri (10%, 25%, 50%), penambahan *Gaussian Noise* 1% dan *scaling* (25%, 50%, 150%), tetapi tidak tahan terhadap kompresi JPEG ( $Q = 3$ ), rotasi ( $90^\circ$  ke kiri

dan 90° ke kanan), dan penambahan *Gaussian Noise* 5%, *Median Filtering* (3x3 piksel dan 5x5 piksel).

**Kata Kunci:** *Watermarking, Singular Value Decomposition, Teknik Sirkulasi*



***Digital Image Watermarking with Color Watermark using Circulation Technique  
Based on Non-overlapping Singular Value Decomposition (SVD)***

Composed by :

**Mia Minggariani (0822060)**

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,  
Maranatha Christian University*

*Prof. drg. Suria Sumantri, MPH 65, Bandung, West Java - Indonesia*

*E – mail : [miaminggariani@gmail.com](mailto:miaminggariani@gmail.com)*

**ABSTRACT**

*Ease of deployment of digital images over the Internet has positive and negative sides. The positive sides, the owner of the digital image could rapidly spread the digital image files to various “World Wide Web” site addresses. The negative side, however if there is no copyright protection, then the digital image will be very easy to be recognized the ownership by other parties. “Watermarking” is one of solutions to protect copyrights of digital images produced.*

*In this final project was made digital image watermarking with color watermark using circulation technique based on non-overlapping singular value decomposition (SVD). The color host image and color watermark are divided into R, G, B components. R, G, B components of the host image are divided into non-overlapping blocks. Scrambling R, G, B components of watermark using Arnold transformation and divide into non-overlapping blocks. Perform SVD on each block. Singular values from the watermark is embedded into singular values of host image using circulation technique.*

*The test results showed that the average MOS value of the watermarked images are in Good scale, which is same as the original image and the PSNR  $\geq 30$  dB. The watermark is resistant to image processing such as JPEG compression ( $Q \geq 5$ ), sharpening, adding Salt & Pepper Noise ( $d=0.002$  and  $d=0.005$ ), left cropping (10%,25%,50%), adding Gaussian Noise 1% and scaling (25%,50%150%). but not*

*resistant to JPEG compression ( $Q=3$ ), rotation, adding Gaussian Noise 5% and Median Filtering (3x3 pixels and 5x5 pixels).*

**Keywords:** *Watermarking, Singular Value Decomposition, Circulation Technique*



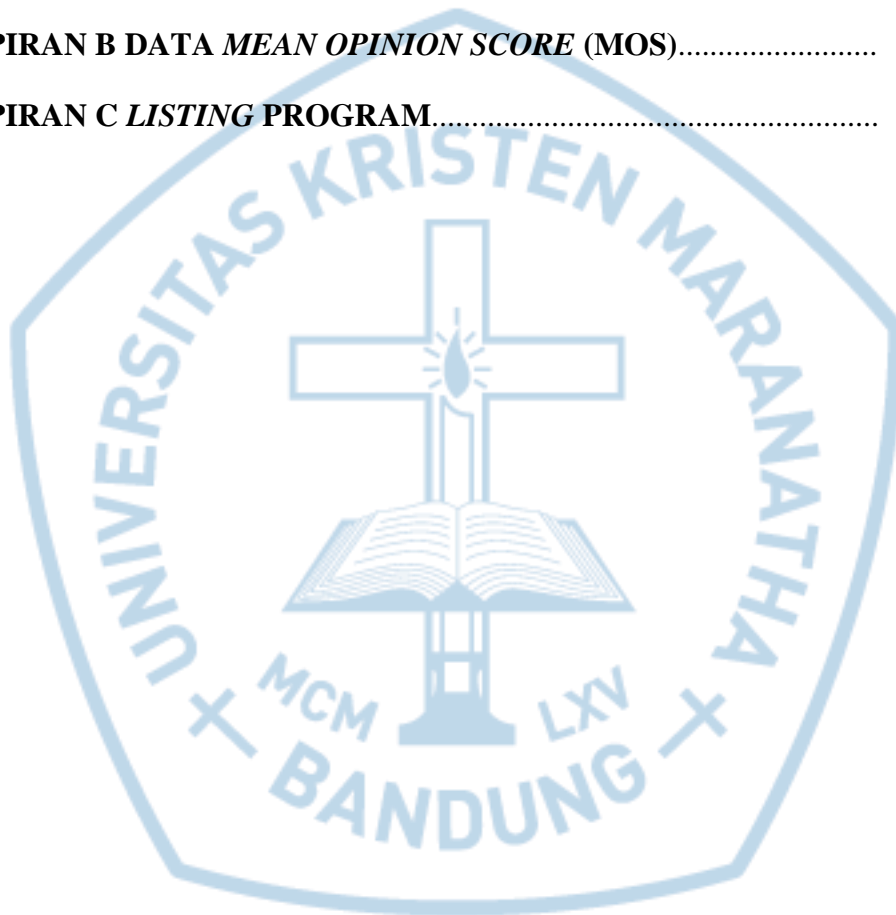
# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Pengertian Citra <i>Digital</i> .....	4
2.2 <i>Watermarking</i> .....	6
2.2.1 <i>Digital Watermarking</i> .....	6
2.2.2 Teknik <i>Watermarking</i> .....	7
2.2.3 Karakteristik <i>Digital Watermarking</i> .....	7
2.2.4 Klasifikasi Teknik <i>Digital Watermarking</i> .....	8
2.3 <i>Singular Value Decomposition</i> .....	8
2.4 Teknik Sirkulasi .....	9

2.5 Transformasi Arnold.....	10
2.6 <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (PSNR).....	12
2.8 <i>Mean Opinion Score</i> (MOS).....	13
2.9 <i>Normalized Correlation</i> (NC).....	14
<b>BAB 3 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK</b>	
3.1 Blok Diagram Proses Penyisipan <i>Watermark</i> .....	15
3.2 Blok Diagram Proses Ekstraksi <i>Watermark</i> .....	18
3.3 Diagram Alir Proses Penyisipan <i>Watermark</i> .....	20
3.4 Diagram Alir Proses Ekstraksi <i>Watermark</i> .....	22
3.5 Perancangan <i>Graphic User Interface</i> .....	24
<b>BAB 4 DATA PENGAMATAN &amp; ANALISIS DATA</b>	
4.1 Prosedur Pengujian .....	27
4.2 Bentuk Citra <i>Watermark</i> .....	29
4.3 Data Pengamatan Penyisipan dan Ekstraksi <i>Watermark</i> .....	29
4.4 Pengujian Ketahanan <i>Watermark</i> Terhadap Pemrosesan Citra dan Analisis .....	34
4.4.1 Kompresi JPEG.....	35
4.4.2 <i>Rotation</i> .....	41
4.4.3 <i>Sharpening</i> .....	45
4.4.4 <i>Gaussian Noise</i> .....	47
4.4.5 <i>Salt &amp; Pepper Noise</i> .....	51
4.4.6 <i>Median Filter</i> .....	55
4.4.7 <i>Cropping</i> .....	59
4.4.8 <i>Scaling</i> .....	64

**BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN A DATA HASIL PENGUJIAN.....</b>	<b>A-1</b>
<b>LAMPIRAN B DATA <i>MEAN OPINION SCORE</i> (MOS).....</b>	<b>B-1</b>
<b>LAMPIRAN C <i>LISTING PROGRAM</i>.....</b>	<b>C-1</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Atribut MATLAB pada perancangan perangkat lunak .....	25
Tabel 4.1 Karakteristik citra <i>host</i> .....	28
Tabel 4.2 Citra <i>Watermark</i> .....	29
Tabel 4.3 Nilai PSNR citra ter- <i>watermark</i> , NCR, NCG dan NCB untuk ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28).....	29
Tabel 4.4 Nilai PSNR citra ter- <i>watermark</i> , NCR, NCG dan NCB untuk ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32).....	30
Tabel 4.5 <i>Watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) untuk $\alpha=0.04$ .....	31
Tabel 4.6 Nilai PSNR dan MOS citra yang telah disisipi <i>watermark</i> .....	35
Tabel 4.7 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan $Q=3$ .....	35
Tabel 4.8 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan $Q=5$ .....	35
Tabel 4.9 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan $Q = 10$ .....	36
Tabel 4.10 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan $Q=12$ .....	37



Tabel 4.11 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan Q=3.....	37
Tabel 4.12 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan Q = 5.....	38
Tabel 4.13 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan Q=10.....	38
Tabel 4.14 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) dari citra <i>host</i> yang disisipi <i>watermark</i> dan dikompresi dengan Q=12.....	39
Tabel 4.15 Citra ter- <i>watermark</i> yang dikompresi dengan Q=10 dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dengan alpha=0.04.....	40
Tabel 4.16 Nilai NCR,NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dirotasi dengan sudut 90° ke kiri.....	41
Tabel 4.17 Nilai NCR,NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dirotasi dengan sudut 90° ke kanan .....	42
Tabel 4.18 Nilai NCR,NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dirotasi dengan sudut 90° ke kiri.....	42

Tabel 4.19 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dirotasi dengan sudut 90° ke kanan .....	43
Tabel 4.20 Citra ter- <i>watermark</i> yang dirotasi dengan sudut 90° ke kiri dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) untuk $\alpha=0.04$ .....	44
Tabel 4.21 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>sharpening</i> .....	45
Tabel 4.22 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>sharpening</i> .....	45
Tabel 4.23 Citra ter- <i>watermark</i> yang dilakukan <i>sharpening</i> dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) untuk $\alpha=0.04$ .....	46
Tabel 4.24 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Gaussian Noise</i> sebesar 1% .....	47
Tabel 4.25 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Gaussian Noise</i> sebesar 5%.....	48
Tabel 4.26 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29-32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Gaussian Noise</i> sebesar 1% .....	49
Tabel 4.27 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29-32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Gaussian Noise</i> sebesar 5% .....	49

Tabel 4.28	Citra ter- <i>watermark</i> yang dilakukan <i>Gaussian Noise</i> sebesar 1% dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dengan $\alpha=0.04$ .....	50
Tabel 4.29	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Salt &amp; Pepper Noise</i> dengan $d=0.002$ .....	51
Tabel 4.30	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Salt &amp; Pepper Noise</i> dengan $d=0.005$ .....	52
Tabel 4.31	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Salt &amp; Pepper Noise</i> dengan $d=0.002$ .....	52
Tabel 4.32	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>Salt &amp; Pepper Noise</i> dengan $d=0.005$ .....	53
Tabel 4.33	Citra ter- <i>watermark</i> yang dilakukan <i>Salt &amp; Pepper Noise</i> dengan $d=0.002$ dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dengan $\alpha=0.04$ .....	54
Tabel 4.34	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>median filtering</i> 3x3 piksel .....	55

Tabel 4.35	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>median filtering</i> 5x5 piksel ...	55
Tabel 4.36	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>median filtering</i> 3x3 piksel ....	56
Tabel 4.37	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>median filtering</i> 5x5 piksel ....	57
Tabel 4.38	Citra ter- <i>watermark</i> yang dilakukan proses <i>median filtering</i> sebesar 3x3 piksel dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dengan $\alpha=0.04$ .....	58
Tabel 4.39	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan di- <i>crop</i> sebesar 10% kiri .....	59
Tabel 4.40	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan di- <i>crop</i> sebesar 25% kiri .....	59
Tabel 4.41	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan di- <i>crop</i> sebesar 50% kiri .....	60

Tabel 4.42	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan di- <i>crop</i> sebesar 10% kiri .....	61
Tabel 4.43	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan di- <i>crop</i> sebesar 25% kiri .....	62
Tabel 4.44	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan di- <i>crop</i> sebesar 50% kiri .....	62
Tabel 4.45	Citra ter- <i>watermark</i> yang di- <i>crop</i> sebesar 25% kiri dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dengan $\alpha=0.04$ .....	62
Tabel 4.46	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>scaling</i> sebesar 25% .....	64
Tabel 4.47	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>scaling</i> sebesar 50% .....	64
Tabel 4.48	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>scaling</i> sebesar 150% .....	65
Tabel 4.49	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>scaling</i> sebesar 25% .....	66
Tabel 4.50	Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>scaling</i> sebesar 50% .....	66

Tabel 4.51 Nilai NCR, NCG dan NCB <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (29,29) s/d (32,32) pada citra <i>host</i> yang telah disisipi <i>watermark</i> dan dilakukan proses <i>scaling</i> sebesar 150%.....	67
Tabel 4.52 Citra ter- <i>watermark</i> yang dilakukan proses <i>scaling</i> sebesar 50% dan <i>watermark</i> hasil ekstraksi pada koordinat (25,25) s/d (28,28) dengan $\alpha=0.04$ .....	68



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Koordinat suatu piksel pada citra <i>digital</i> .....	4
Gambar 2.2 Posisi blok-blok <i>watermark</i> disisipkan pada citra <i>host</i> dengan teknik sirkulasi .....	10
Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Penyisipan <i>Watermark</i> .....	15
Gambar 3.2 Blok Diagram Proses Ekstraksi <i>Watermark</i> .....	18
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Penyisipan <i>Watermark</i> .....	20
Gambar 3.4 Diagram Alir <i>Subroutine</i> Penyisipan pada komponen hijau .....	21
Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Ekstraksi <i>Watermark</i> .....	22
Gambar 3.6 Diagram Alir <i>Subroutine</i> Ekstraksi pada komponen hijau.....	23
Gambar 3.7 Rancangan <i>Graphic User Interface (GUI)</i> .....	24

