BAB 4
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap pembuatan perangkat lunak, tahap lanjut dari tahap perancangan. Tahap yang dilakukan untuk menerjemahkan perancangan berdasarkan hasil analisis dalam bahasa yang dimengerti oleh komputer serta penerapan perangkat lunak pada keadaan yang sebenarnya.

4.1.1 Implementasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk membangun sistem *hybrid watermarking* ini dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Spesifikasi Implementasi Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak
1	Sistem Operasi Windows 10
2	Visual Studio 2013
3	.Net*Frame*work 4.6

4.1.2 Implementasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras (*hardware*) yang digunakan untuk membangun sistem *hybrid watermarking* dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Spesifikasi Implementasi Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Prosesor	Intel Core i3 2.30 GHz
2	Monitor	Monitor 14”
3	Memori	2 GB

4.1.3 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka dilakukan untuk setiap tampilan program yang dibangun dalam bentuk *file code*. Tampilan berjalannya sistem terdapat dilampiran.

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang digunakan yaitu teknik pengujian *black box*. Pengujian pada *black box* tidak terlalu memperhatikan struktur internal (*source code*) dari program, tetapi lebih kepada menemukan kesalahan pada program. Pada perancangan *fungsional* digunakan pengujian *black box*.

4.1.4 Pengujian Black Box

Pengujian dilakukan terhadap perangkat lunak untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dirancang dapat berjalan dengan benar dan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diharapkan. Rencana pengujian *black box* yang akan dilakukan terdapat pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Rencana Pengujian *Black Box*

No	Kelas Uji	Butir Uji	Jenis Pengujian
1	*Browse Original Image*	Mengambil data gambar masukan dari lokasi penyimpanan	*Black box*
2	*Watermark Image*	Mengambil data gambar *watemark* dari lokasi penyimpanan	*Black box*
3	RDWT	Menjalankan proses teknik RDWT dengan membagi citra ke dalam empat bagian	*Black box*
4	DCT	Menjalankan proses	*Black box*

		tranformasi citra dari teknik DCT	
5	SVD+PSO+*Embed*	Menjalankan proses tranformasi teknik SVD+PSO untuk penyisipan citra *watermak* ke dalam citra masukan	*Black box*
6	*Inverse* DCT	Menjalankan proses transformasi citra *Inverse* DCT	*Black box*
7	*Inverse* RDWT	Menjalankan proses transformasi citra *inverse* RDWT	*Black box*
8	Ekstraksi	Menjalankan proses ekstraksi *watermark*	*Black Box*
9	*Grayscale*	Menjalankan proses serangan *grayscale* pada citra yang telah disisipi *watermark*	*Black Box*
10	Rotasi	Menjalankan proses rotasi pada citra yang telah disisipi *watermark*	*Black Box*

Berdasarkan rencana pengujian yang dapat dilakukan pada *hybrid watermark* dengan menggunakan teknik RDWT, DCT, SVD dan algoritma optimasi PSO dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pengujian Black Box *Browse Original Image*

Mengambil data citra masukan dari lokasi penyimpanan (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Data citra masukan yang ingin dimasukkan ke dalam sistem berformat .jpg .jpeg .bmp .png	Data citra masukan masuk ke dalam sistem	Data citra masukan yang dipilih secara otomatis masuk ke dalam *form main* menu	[√] diterima [] ditolak
Mengambil data citra masukan dari lokasi penyimpanan (Data Salah)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Data citra masukan yang akan dimasukkan ke dalam sistem merupakan format citra yang tidak dikenali	Sistem tidak mengenali format citra masukan dan tidak dapat dimasukkan ke dalam sistem.	Sistem tidak dapat *browse* dan input data citra masukan.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.5 Pengujian *Black Box Watermark Image*

Mengambil data citra *watemark* dari lokasi penyimpanan (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Data citra *watermark* yang ingin dimasukkan ke dalam sistem berformat .jpg .jpeg .bmp .png	Data citra *watermark* masuk ke dalam sistem	Data citra *watermark* yang dipilih secara otomatis masuk ke dalam *form main* menu	[√] diterima [] ditolak

Mengambil data citra *watemark* dari lokasi penyimpanan (Data Salah)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Data citra *watermark* yang akan dimasukkan ke dalam sistem merupakan format citra yang tidak dikenali	Sistem tidak mengenali format citra *watermark* dan tidak dapat dimasukkan ke dalam sistem.	Sistem tidak dapat *browse* dan input data citra *watermark*.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.6 Pengujian *Black Box* RDWT

Menjalankan proses teknik RDWT dengan membagi citra ke dalam empat bagian (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan dan citra *watermark*	Sistem mampu mentransformasi citra menjadi empat bagian RDWT.	Sistem berhasil mentransformasi citra menjadi empat bagian RDWT. Lalu pada bagian LL RDWT, komposisi citra nampak bagus daripada bagian lainnya.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.7 Pengujian *Black Box* DCT

Menjalankan proses tranformasi citra dari teknik DCT (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan dan citra *watermark*	Sistem mampu mentransformasi citra pada bagian LL RDWT ke dalam persamaan DCT.	Sistem berhasil mentransformasi citra pada bagian LL RDWT menjadi transformasi DCT.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.8 Pengujian *Black Box* SVD+PSO+Embed

Menjalankan proses tranformasi citra dari teknik SVD+PSO dan Penyisipan (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan dan citra *watermark*	Sistem mampu mentransformasi citra yang diproses ke dalam tiga bagian matriks SVD, lalu dioptimasi oleh PSO untuk mencari nilai solusi untuk menyatukan matriks SVD citra masukan dengan watermark.	Sistem berhasil menyisipi citra *watermark* ke dalam citra masukan dengan *invisble* melalui proses tranformasi SVD dan optimasi nilai PSO.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.9 Pengujian *Black Box Inverse* DCT

Menjalankan proses tranformasi citra *Inverse* DCT (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan dan citra *watermark*	Sistem mampu mentransformasi citra yang sudah diproses untuk mengembalikan ukuran citra dengan cara teknik *inverse* DCT.	Sistem berhasil mentransformasi citra yang sudah diproses untuk mengembalikan ukuran citra dengan cara teknik *inverse* DCT.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.10 Pengujian *Black Box Inverse* RDWT

Menjalankan proses tranformasi citra *Inverse* RDWT (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan dan citra *watermark*	Sistem mampu mentransformasi citra yang sudah diproses untuk mengembalikan ukuran citra dan transformasi dengan cara teknik *inverse* RDWT.	Sistem berhasil mentransformasi citra yang sudah diproses untuk mengembalikan ukuran citra dan transformasi dengan cara teknik *inverse* RDWT.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.11 Pengujian *Black Box* Ekstraksi

Menjalankan proses ekstraksi dari *watermark* (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan yang telah disisipi *watermark.*	Sistem mampu mengeluarkan kembali citra *watermark* yang telah disisipi ke dalam citra masukan.	Sistem berhasil mengeluarkan kembali citra *watermark* yang telah disisipi ke dalam citra masukan.	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.12 Pengujian *Black Box Grayscale*

Menjalankan proses serangan *Grayscale* (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan yang telah disisipi *watermark.*	Sistem mampu menjalankan proses *grayscale* pada citra yang telah disisipi *watermark.*	Sistem berhasil menjalankan proses *grayscale* pada citra yang telah disisipi *watermark.*	[√] diterima [] ditolak

Tabel 4.13 Pengujian *Black Box* Rotasi

Menjalankan proses rotasi (Data Benar)			
Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Citra masukan yang telah disisipi *watermark.*	Sistem mampu menjalankan proses rotasi pada citra yang telah disisipi *watermark.*	Sistem berhasil menjalankan proses rotasi pada citra yang telah disisipi *watermark.*	[√] diterima [] ditolak

4.1.5 Kesimpulan Pengujian *Black Box*

Berdasarkan hasil pengujian *blackbox* yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem sudah berjalan sesuai yang diharapkan, tetapi tidak menutup kemungkinan dapat terjadi kesalahan suatu saat pada saat sistem digunakan, sehingga membutuhkan proses *maintenance* untuk lebih mengetahui kekurangan dari sistem ini.

4.3 Pengujian Kualitas Citra

Pengujian kualitas citra bertujuan untuk mengetahui seberapa tahan citra yang telah disisipi *watermark* dari metode RDWT, DCT, SVD, dan optimasi PSO dengan parameter penilaian kualitas citra yaitu MSE dan PSNR.

Pengujian citra yang dilakukan beberapa macam yaitu pengujian citra berdasarkan format ekstensi citra, berdasarkan serangan pada citra, dan pengujian ekstraksi citra *watermark.*

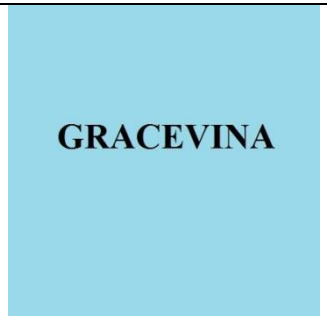
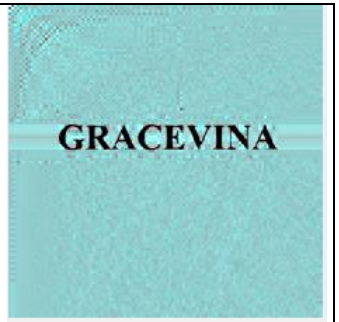
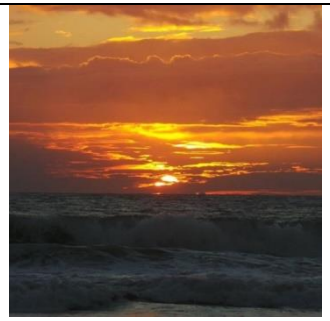
Pada pengujian citra sebenarnya dapat menggunakan ukuran pixel berapa saja, namun pada program citra masukan dan *watermark* akan dibentuk menjadi ukuran 256x256.

4.1.6 Pengujian Format Ekstensi Citra

Berikut adalah pengujian citra masukan dan *watermark* yang mempunyai format ekstensi citra yang sama, dapat dilihat pada Tabel 4. 14 sampai Tabel 4.16:

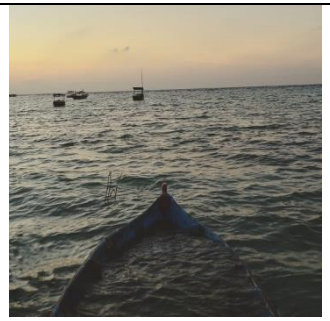
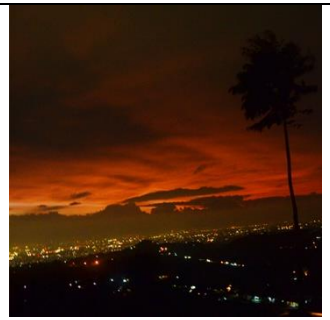
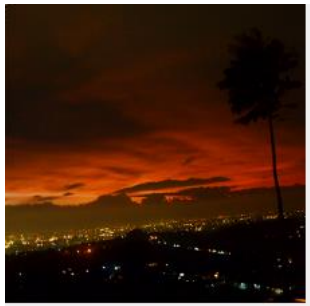
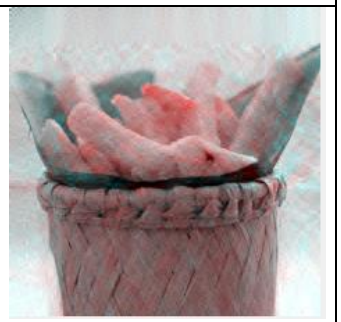
Tabel 4. 14 Pengujian Kedua Citra Berekstensi JPEG

No	Citra Masukan	Citra *Watermark*	Hasil	PSNR	Ekstraksi Watermark
1				10,673081927	
2				9,9009145116	

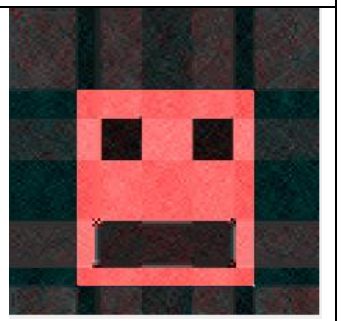
3				10,474399156	
4				10,673081927	
5				9,9277998116	

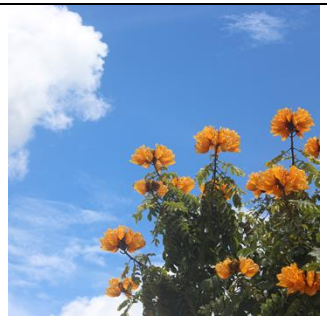
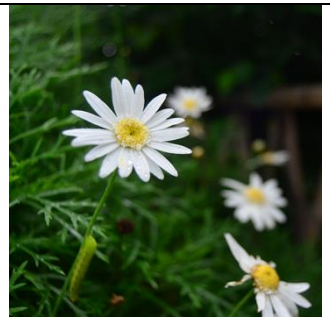
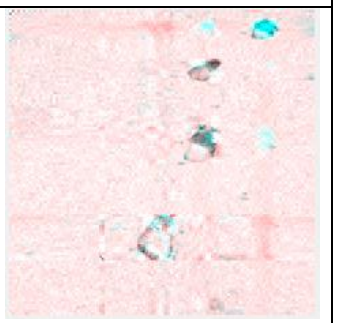
Tabel 4. 15 Pengujian Kedua Citra Berkestensi BMP

No	Citra Masukan	Citra *Watermark*	Hasil	PSNR	Ekstraksi Watermark
1				10,217911011	
2				9,9065246193	

3				10,280268361	
4				10,337529718	
5				10,598506101	

Tabel 4.16 Pengujian Format Kedua Citra Format PNG

No	Citra Masukan	Citra *Watermark*	Hasil	PSNR	Ekstraksi Watermark
1				10,369442281	
2				9,9234763502	

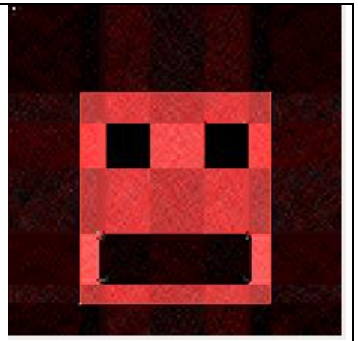
3				10,444218921	
4				10,546310172	
5				10,369442281	

Berikut adalah pengujian citra masukan dan *watermark* yang mempunyai format ekstensi citra yang berbeda, dapat dilihat pada

Tabel 4.17 Pengujian Format Ekstensi Citra Berbeda

No	Citra Masukan	Citra *Watermark*	Hasil	PSNR	Ekstraksi Watermark
1	 Format: JPG	 Format: PNG		10,3694422819	

2	 Format: PNG	 Format: BMP		10,21791101121	
3	 Format: BMP	 Format: JPG		10,6730819278	

4	 Format: BMP	 Format: PNG		9,9234765350	
5	 Format: PNG	 Format: JPG		10,8890902666	

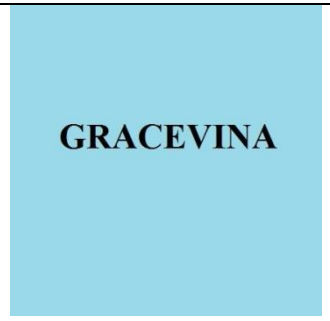
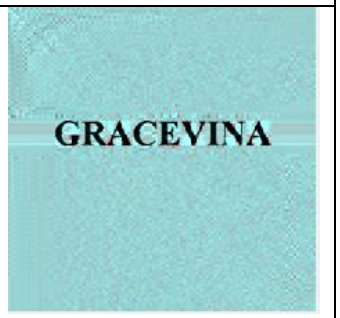
4.1.7 Pengujian Serangan

Pengujian serangan tujuannya adalah mengetahui berapa ketahanan dan kualitas citra apabila dilakukan serangan. Serangan yang akan diuji hanya dua yaitu serangan grayscale dan rotasi. Berikut adalah pengujian rotasi dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4. 18 Pengujian Serangan Rotasi

No	Citra Masukan	Citra *Watermark*	Serangan Rotasi	PSNR	Ekstraksi Watermark
1				10,3694228	

2				9,99277998	
3				9,93546763	

4				10,88909026	
5				10,474399156	

4.1.8 Hasil Pengujian

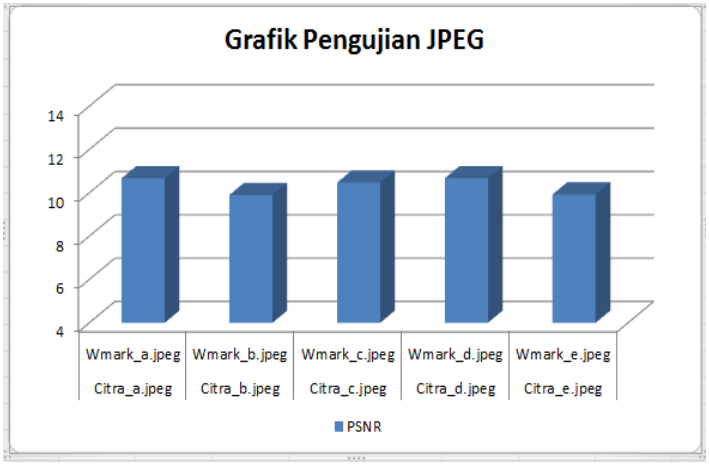
Pada tahap hasil pengujian merupakan rekap dari semua pengujian kualitas citra. Pada semua pengujian telah didapat parameter nilai masing-masing. Agar data pengujian lebih representatif data-data pengujian dibuat grafik. Berikut adalah hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. 19 dan grafik dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. 20:

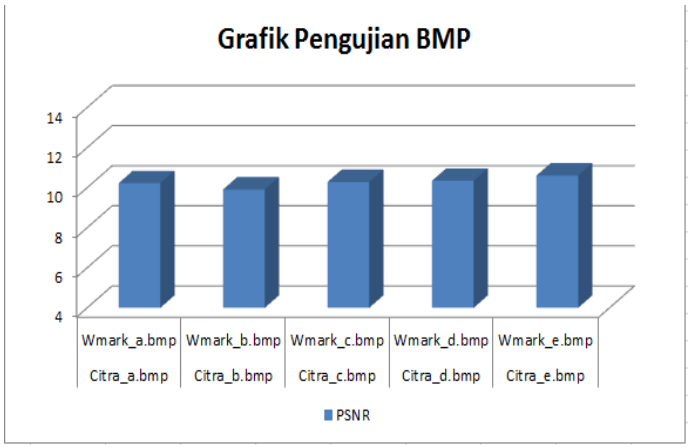
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian

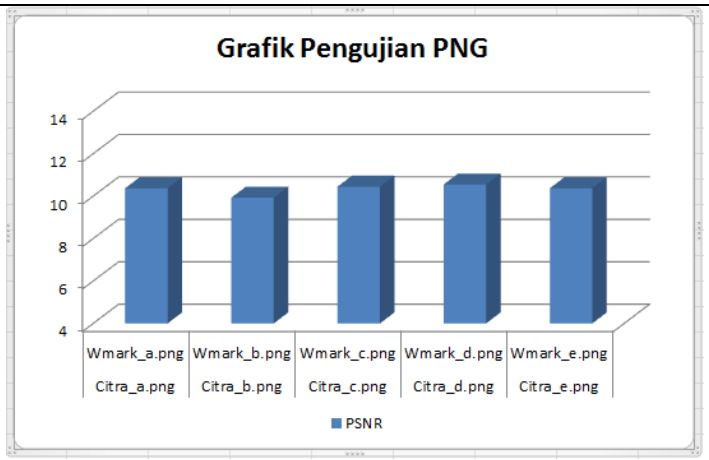
Pengujian JPEG				**Pengujian BMP**		
Citra Masukan	Citra Watermark	PSNR		Citra Masukan	Citra Watermark	PSNR
Citra_a.jpeg	Wmark_a.jpeg	10,6730819		Citra_a.bmp	Wmark_a.bmp	10,217911
Citra_b.jpeg	Wmark_b.jpeg	9,90091451		Citra_b.bmp	Wmark_b.bmp	9,90652462
Citra_c.jpeg	Wmark_c.jpeg	10,4743992		Citra_c.bmp	Wmark_c.bmp	10,2802684
Citra_d.jpeg	Wmark_d.jpeg	10,6730819		Citra_d.bmp	Wmark_d.bmp	10,3375297
Citra_e.jpeg	Wmark_e.jpeg	9,92779981		Citra_e.bmp	Wmark_e.bmp	10,5985061
Pengujian PNG				**Pengujian Beda Ekstensi**		
Citra Masukan	Citra Watermark	PSNR		Citra Masukan	Citra Watermark	PSNR
Citra_a.png	Wmark_a.png	10,3694423		Citra_a.jpeg	Wmark_a.png	10,3694423
Citra_b.png	Wmark_b.png	9,92347635		Citra_b.png	Wmark_b.bmp	10,217911
Citra_c.png	Wmark_c.png	10,4442189		Citra_c.bmp	Wmark_c.jpeg	10,6730819
Citra_d.png	Wmark_d.png	10,5463102		Citra_d.bmp	Wmark_d.png	9,92347654
Citra_e.png	Wmark_e.png	10,3694423		Citra_e.png	Wmark_e.jpeg	10,8890903

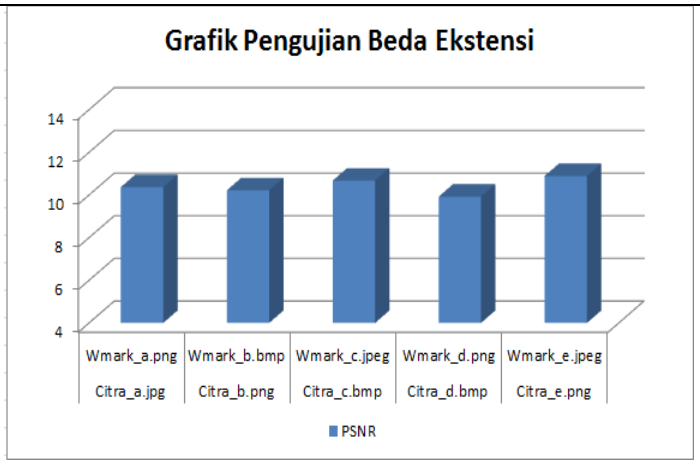
Pengujian Rotasi		
Citra Masukan	Citra Watermark	PSNR
Citra_a	Wmark_a	10,3694228
Citra_b	Wmark_b	9,99277998
Citra_c	Wmark_c	9,93546763
Citra_d	Wmark_d	10,8890903
Citra_e	Wmark_e	10,4743992

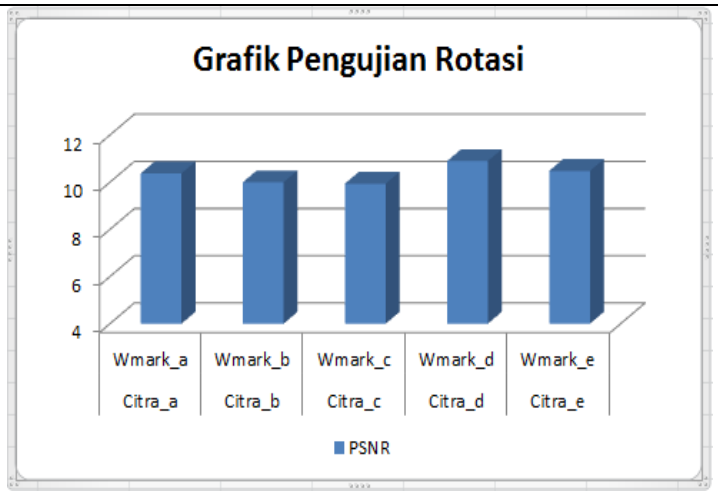
Tabel 4. 20 Grafik Hasil Pengujian











4.1.9 Kesimpulan Pengujian

Dari beberapa pengujian dari citra masukan dan *watermark* yang berbeda-beda seperti pengujian berdasarkan format ekstensi gambar, beda ekstensi gambar, dan pengujian berdasarkan serangan, serta pengujian ekstraksi dari masing-masing citra dapat disimpulkan:

1. Metode RDWT-DCT dan SVD dengan optimasi PSO dapat digunakan sebagai metode penyisipan watermark secara *invisible*. Adapun pengujian yang dilakukan yaitu berdasarkan format ekstensi citra yaitu jpg, bmp, png. Pengujian ekstensi citra JPEG, menghasilkan rata-rata nilai psnr 9-10 dB. Lalu, format BMP dan PNG nilai rata-rata PSNRnya adalah 9-10 dB. Pada ekstraksi citra yang dicoba pada ekstensi format citra dapat diambil kesimpulan bahwa format JPEG lebih bagus gambar serta komposisi warnanya dibandingkan dengan format BMP dan PNG. Jadi kesimpulan dari uraian diatas bahwa hybrid watermarking ini mempunyai kualitas yang bagus sebesar 9-10 dB.
2. Pengujian berikutnya adalah dengan berbeda ekstensi format citra. Pada pengujian ini sebenarnya tidak jauh beda hasil PSNR yang didapat dengan rata rata nilai 10 dB, namun jika dibandingkan pada ekstraksi citranya dapat diambil kesimpulan perpaduan format citra PNG dan JPEG lebih bagus dibanding perpaduan format yang lain.
3. Selanjutnya pengujian rotasi. Pada pengujian ini citra yang telah disisipi diubah posisi atau dirotasi. Dan dapat disimpulkan tidak banyak terjadi perubahan dengan rata-rata nilai psnr 9-10 dB dengan kualitas ekstraksi bagus.

Dari tiga kesimpulan tersebut, bahwa dengan menggunakan teknik *hybrid watermark* ini dapat digunkan dalam pembangunan aplikasi *watermark* dengan metode *invisible.* Selain nilai rata-rata PSNRnya adalah 9-10 dB, ekstraksi citra *watermark* pada teknik *hybrid* ini dapat digunakan, citra masukan maupun *watermark*nya utuh, sama seperti sebelum proses teknik *hybrid.*