

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Implementasi Uji Coba

Implementasi uji coba terhadap aplikasi aplikasi penyembunyian pesan rahasia terenkripsi pada berkas audio MP3 menggunakan metode parity coding, mengacu pada pada perancangan uji coba pada subbab 3.4. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kualitas berkas MP3 yang telah disisipi pesan. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui ketahanan steganografi *parity coding* terhadap operasi penambahan derau *gaussian*.

Berkas MP3 yang akan digunakan sebagai bahan uji atau MP3 *carrier* terdiri dari lima buah berkas MP3 yang memiliki ukuran berbeda-beda. Daftar berkas MP3 yang digunakan ditunjukkan tabel 5.1.

Tabel 5.1 Daftar berkas MP3

No.	Nama Berkas MP3	Ukuran
1.	<i>Aku Di Sini Untukmu.mp3</i>	4642327 byte
2.	<i>When It Rains.mp3</i>	5814027 byte
3.	<i>Destiny.mp3</i>	7470099 byte
4.	<i>Snow.mp3</i>	9119118 byte
5.	<i>Beneath The Surface.mp3</i>	11092200 byte

Sedangkan pesan yang akan disembunyikan ke dalam MP3 *carrier* terdiri dari empat berkas bertipe teks (.txt) yang memiliki ukuran berbeda-beda. Daftar berkas teks yang akan digunakan ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Daftar berkas teks

No.	Nama Berkas Teks	Ukuran
1.	<i>Hello.txt</i>	644 byte
2.	<i>Delphi.txt</i>	2857 byte

3.	<i>Pelajaran Hidup.txt</i>	5531 byte
4.	<i>Zakat Fithrah.txt</i>	7563 byte

Sebelum disembunyikan ke dalam berkas MP3, berkas teks akan dienkripsi menggunakan algoritma RSA. Ukuran pesan hasil dari proses enkripsi atau *ciphertext* akan berbeda dan bertambah besar dibandingkan dengan ukuran berkas aslinya. Ukuran dari hasil enkripsi pada berkas teks yang sama juga bervariasi tergantung dari panjang kunci yang digunakan pada saat proses enkripsi.

Kunci yang akan digunakan terdiri dari tiga buah kunci. Masing-masing kunci terdiri dari kunci publik 1, kunci publik 2, dan kunci privat. Untuk proses enkripsi akan menggunakan kunci publik 1 dan kunci publik 2, sedangkan untuk proses dekripsi akan menggunakan kunci publik 1 dan kunci privat. Ketiga kunci tersebut memiliki panjang kunci yang berbeda-beda, yakni pada kunci ke-1 memiliki panjang 15 bit, kunci ke-2 memiliki panjang 23 bit, dan kunci ke-3 memiliki panjang 31 bit. Tabel 5.3 menunjukkan daftar kunci yang akan digunakan.

Tabel 5.3 Daftar kunci

No	Panjang Kunci	Kunci Publik 1	Kunci Publik 2	Kunci Privat
1.	15 bit	29539	91	8011
2.	23 bit	6516143	1260677	1582493
3.	31 bit	1074014257	921168093	58218817

5.1.1 Implementasi Pengujian Kualitas Berkas MP3

Prosedur uji coba pada pengujian kualitas berkas MP3 dilakukan dengan melakukan enkripsi pada pesan dan selanjutnya menyembunyikan *ciphertext* hasil enkripsi tersebut ke dalam MP3 *carrier* sehingga didapatkan *stego* MP3. Kualitas *stego* MP3 dapat diketahui dengan menguji *stego* MP3 tersebut.

Pesan yang akan disembunyikan adalah berkas teks pada tabel 5.2. Pada setiap berkas teks atau *plaintext* tersebut akan dilakukan enkripsi menggunakan masing-masing kunci yang ada pada tabel 5.3 sehingga didapatkan tiga *ciphertext* yang berbeda. Setelah dilakukan enkripsi pada semua berkas teks, maka akan

didapatkan dua belas *ciphertext* yang nantinya akan disembunyikan ke dalam MP3 *carrier*.

Pengujian kualitas berkas MP3 terdiri dari lima skenario pengujian. Pada setiap skenario akan menggunakan satu berkas MP3 pada tabel 5.1 sebagai MP3 *carrier*. Pada setiap skenario ,akan dilakukan penyembunyian sebanyak dua belas kali sebanyak jumlah *ciphertext* yang ada sehingga dihasilkan dua belas *stego* MP3 yang masing-masing *stego* MP3 menampung tepat sebuah *ciphertext* dari keduabelas *ciphertext* tersebut. Selanjutnya dilakukan pengujian kualitas pada masing-masing *stego* MP3. Dari nilai kualitas pada masing-masing *stego* MP3, dapat dihitung rata-rata nilai kualitas pada skenario tesebut.

5.1.2 Implementasi Pengujian Ketahanan Steganografi *Parity Coding*

Prosedur uji coba pada pengujian ketahanan steganografi *parity coding* dilakukan dengan menambahkan derau *gaussian* pada salah satu berkas MP3 yang telah disisipi pesan atau *stego* MP3. Pada *stego* MP3 tersebut, akan uji cobakan dengan menambahkan beberapa derau *gaussian* dengan intensitas yang berbeda-beda. Setelah dilakukan penambahan derau pada *stego* MP3, dilakukan pengungkapan pesan pada *stego* MP3 tersebut.

Pengujian ini menggunakan sepuluh *stego* MP3 dari pengujian kualitas berkas MP3. *Stego* MP3 diambil dua secara acak dari masing-masing skenario pengujian kualitas berkas MP3 sehingga didapatkan sepuluh *stego* MP3. Pada masing-masing *stego* MP3 akan ditambahkan derau *gaussian* sebesar 0 %, 0.25 %, 0.5 %, 1 %, dan 10 %. Pada masing-masing *stego* MP3 yang telah ditambahkan derau, akan dilakukan pengungkapan pesan. Pesan yang berhasil diungkap selanjutnya akan dihitung nilai kecocokannya dengan berkas asli menggunakan persentase nilai *bit error rate*.

5.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Berdasarkan rancangan pengujian yang telah dijelaskan dalam bab 3, maka hasil pengujian akan dibedakan menjadi dua yaitu hasil pengujian perubahan

kualitas berkas MP3 dan ketahanan steganografi *parity coding* terhadap operasi penambahan derau *gaussian*.

5.2.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Kualitas Berkas MP3

Pengujian kualitas berkas MP3 dilakukan dengan menghitung nilai *peak signal to noise ratio* (PSNR). Nilai PSNR yang diukur dalam satuan desibel (dB) ini dihitung untuk mengetahui kualitas berkas MP3 yang telah disisipi pesan atau *stego* MP3. Semakin besar nilai PSNR, maka semakin baik kualitas *stego* MP3 tersebut. Nilai PSNR yang baik menunjukkan bahwa kualitas berkas MP3 sebagai media penampung tidak banyak berubah akibat penyembunyian pesan. Kualitas berkas MP3 yang baik memiliki nilai PSNR minimal 30 dB.

Pada tiap skenario pengujian, akan ditampilkan tabel yang menunjukkan nilai PSNR berdasarkan parameter ukuran pesan yang disembunyikan pada *stego* MP3 dan panjang kunci yang mengenkripsi pesan tersebut. Pada tiap tabel juga ditampilkan rasio ukuran pesan, yaitu rasio ukuran pesan hasil enkripsi atau *ciphertext* terhadap ukuran berkas MP3 sebagai *stego* MP3.

Tabel hasil pengujian pada skenario pengujian 1 menggunakan berkas MP3 “*Aku Di Sini Untukmu.mp3*” sebagai MP3 *carrier* ditunjukkan pada tabel 5.4.

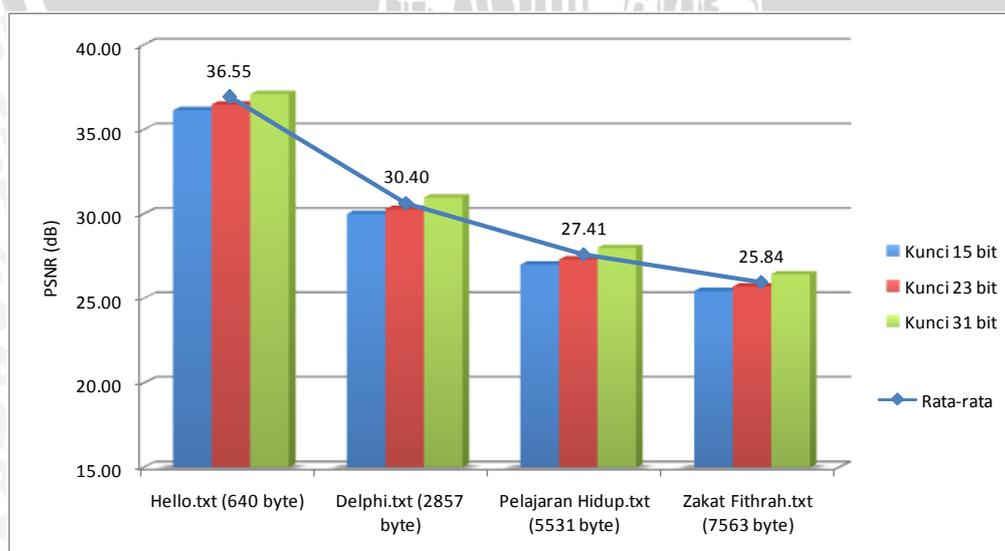
Tabel 5.4 Hasil pengujian nilai PSNR pada skenario pengujian 1

Berkas MP3	Berkas Teks	Panjang Kunci	Rasio Ukuran Pesan	PSNR
<i>Aku Di Sini Untukmu.mp3</i> (4642327 byte)	<i>Hello.txt</i> (644 byte)	15 bit	0.05 %	36.12 dB
		23 bit	0.05 %	36.45 dB
		31 bit	0.04 %	37.08 dB
	<i>Delphi.txt</i> (2857 byte)	15 bit	0.20 %	29.98 dB
		23 bit	0.19 %	30.27 dB
		31 bit	0.16 %	30.96 dB
	<i>Pelajaran Hidup.txt</i> (5531 byte)	15 bit	0.40 %	26.98 dB
		23 bit	0.37 %	27.29 dB
		31 bit	0.32 %	27.97 dB

Zakat Fithrah.txt (7563 byte)	15 bit	0.58 %	25.42 dB
	23 bit	0.54 %	25.70 dB
	31 bit	0.46 %	26.41 dB
Nilai rata-rata PSNR			30.05 dB

Pada skenario pengujian 1, berkas teks yang memiliki rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 sebesar 0.19 % dapat menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR 30.27 dB dimana 30 dB merupakan nilai minimal PSNR. Berkas teks dengan rasio ukuran pesan di atas 0.19 % menghasilkan *stego* MP3 dengan dengan nilai PSNR di bawah 30 dB. Sedangkan berkas teks dengan rasio ukuran pesan di bawah 0.19 % menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR di atas 30 dB. Pada skenario pengujian 1, dapat disimpulkan bahwa nilai maksimal rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 yang dapat menghasilkan *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas nilai minimal adalah 0.19 %. Pada skenario pengujian ini, terdapat lima *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas 30 dB.

Berdasarkan tabel 5.4 maka dibuat grafik nilai PSNR pada skenario pengujian1. Grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 1 ditunjukkan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Nilai PSNR Skenario Pengujian 1

Dari grafik pada gambar 5.1 ini dapat diketahui nilai PSNR tertinggi yaitu 37.08 dB dan nilai PSNR terendah yaitu 25.42 dB. Nilai PSNR tertinggi terdapat pada *stego* MP3 yang disisipi berkas “*Hello.txt*” yang dienkripsi menggunakan kunci 31 bit. Dari tabel 5.4 dapat diketahui nilai rata-rata PSNR pada skenario pengujian 1 ini yaitu 30.05 dB.

Dari grafik pada gambar 5.1 dapat diketahui bahwa semakin panjang kunci yang digunakan untuk enkripsi, semakin tinggi pula nilai PSNR dihasilkan. Selain itu, seiring bertambahnya ukuran berkas teks yang disisipkan, nilai PSNR yang dihasilkan semakin kecil.

Tabel hasil pengujian pada skenario pengujian 2 menggunakan berkas MP3 “*When It Rains.mp3*” sebagai MP3 *carrier* ditunjukkan pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil pengujian nilai PSNR pada skenario pengujian 2

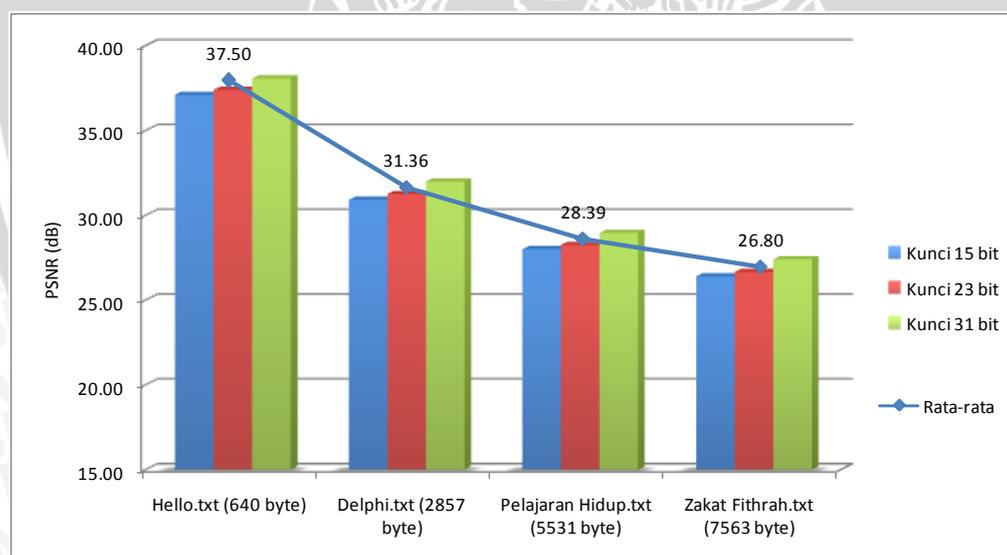
Berkas MP3	Berkas Teks	Panjang Kunci	Rasio Ukuran Pesan	PSNR
<i>When It Rains.mp3</i> (5814027 byte)	<i>Hello.txt</i> (644 byte)	15 bit	0.04 %	37.08 dB
		23 bit	0.04 %	37.38 dB
		31 bit	0.03 %	38.04 dB
	<i>Delphi.txt</i> (2857 byte)	15 bit	0.16 %	30.90 dB
		23 bit	0.15 %	31.22 dB
		31 bit	0.13 %	31.96 dB
	<i>Pelajaran Hidup.txt</i> (5531 byte)	15 bit	0.32 %	27.98 dB
		23 bit	0.30 %	28.23 dB
		31 bit	0.25 %	28.95 dB
	<i>Zakat Fithrah.txt</i> (7563 byte)	15 bit	0.46 %	26.38 dB
		23 bit	0.43 %	26.65 dB
		31 bit	0.37 %	27.38 dB
Nilai rata-rata PSNR				31.01 dB

Pada skenario pengujian 2, berkas teks yang memiliki rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 sebesar 0.16 % dapat menghasilkan *stego* MP3

dengan nilai PSNR 30.90 dB dimana 30 dB merupakan nilai minimal PSNR. Berkas teks dengan rasio ukuran pesan di atas 0.16 % menghasilkan *stego* MP3 dengan dengan nilai PSNR di bawah 30 dB. Sedangkan berkas teks dengan rasio ukuran pesan di bawah 0.16 % menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR di atas 30 dB. Pada skenario pengujian 2, dapat disimpulkan bahwa nilai maksimal rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 yang dapat menghasilkan *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas nilai minimal adalah 0.16 %.

Pada skenario pengujian ini, terdapat enam *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas 30 dB. Dengan demikian, pada skenario pengujian 2 terjadi kenaikan jumlah *stego* MP3 yang mempunyai nilai PSNR di atas nilai minimal jika dibandingkan dengan skenario pengujian 1.

Berdasarkan tabel 5.5 maka dibuat grafik nilai PSNR pada skenario pengujian1. Grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 2 ditunjukkan pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Nilai PSNR Skenario Pengujian 2

Dari grafik pada gambar 5.2 ini dapat diketahui nilai PSNR tertinggi yaitu 38.04 dB dan nilai PSNR terendah yaitu 26.38 dB. Nilai PSNR tertinggi terdapat pada *stego* MP3 yang disisipi berkas “*Hello.txt*” yang dienkrpsi menggunakan kunci 31 bit. Dari tabel 5.5 dapat diketahui nilai rata-rata PSNR pada skenario

pengujian 2 ini yaitu 31.01 dB, lebih baik daripada nilai rata-rata PSNR pada skenario pengujian 1.

Sama seperti grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 1, pada grafik pada gambar 5.2 dapat diketahui bahwa semakin panjang kunci yang digunakan untuk enkripsi, semakin tinggi pula nilai PSNR dihasilkan. Selain itu, seiring bertambahnya ukuran berkas teks yang disisipkan, nilai PSNR yang dihasilkan semakin kecil.

Tabel hasil pengujian pada skenario pengujian 3 menggunakan berkas MP3 “*Destiny.mp3*” sebagai MP3 *carrier* ditunjukkan pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil pengujian nilai PSNR pada skenario pengujian 3

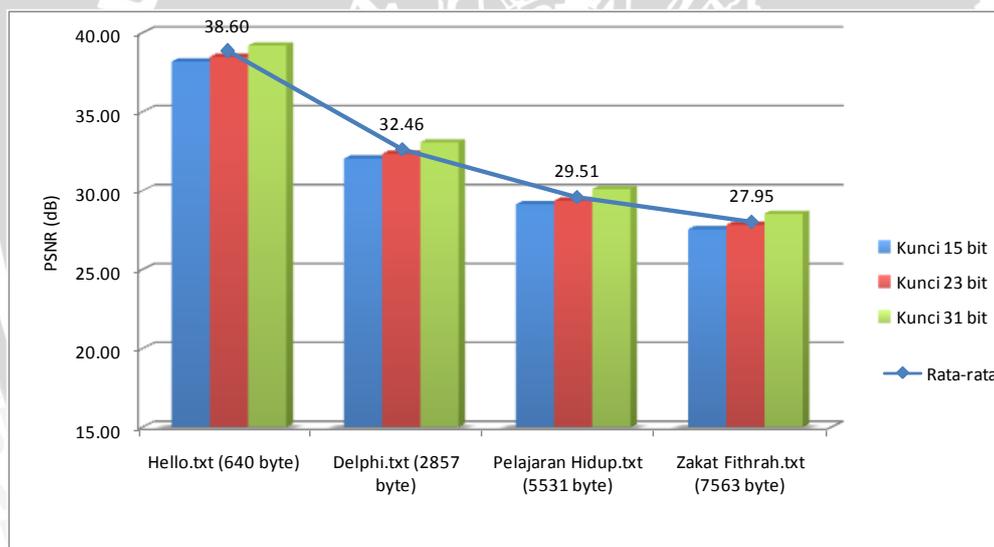
Berkas MP3	Berkas Teks	Panjang Kunci	Rasio Ukuran Pesan	PSNR
<i>Destiny.mp3</i> (7470099 byte)	<i>Hello.txt</i> (644 byte)	15 bit	0.03 %	38.16 dB
		23 bit	0.03 %	38.47 dB
		31 bit	0.02 %	39.17 dB
	<i>Delphi.txt</i> (2857 byte)	15 bit	0.13 %	32.02 dB
		23 bit	0.12 %	32.31 dB
		31 bit	0.10 %	33.04 dB
	<i>Pelajaran Hidup.txt</i> (5531 byte)	15 bit	0.25 %	29.11 dB
		23 bit	0.23 %	29.34 dB
		31 bit	0.20 %	30.07 dB
	<i>Zakat Fithrah.txt</i> (7563 byte)	15 bit	0.36 %	27.53 dB
		23 bit	0.33 %	27.80 dB
		31 bit	0.28 %	28.51 dB
Nilai rata-rata PSNR				32.13 dB

Pada skenario pengujian 3, berkas teks yang memiliki rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 sebesar 0.20 % dapat menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR 30.07 dB dimana 30 dB merupakan nilai minimal PSNR. Berkas teks dengan rasio ukuran pesan di atas 0.20 % menghasilkan *stego* MP3

dengan dengan nilai PSNR di bawah 30 dB. Sedangkan berkas teks dengan rasio ukuran pesan di bawah 0.20 % menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR di atas 30 dB. Pada skenario pengujian 3, dapat disimpulkan bahwa nilai maksimal rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 yang dapat menghasilkan *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas nilai minimal adalah 0.20 %.

Pada skenario pengujian ini, terdapat tujuh *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas 30 dB. Dengan demikian, pada skenario pengujian 3 terjadi kenaikan jumlah *stego* MP3 yang mempunyai nilai PSNR di atas nilai minimal jika dibandingkan dengan skenario pengujian 2.

Berdasarkan tabel 5.6 maka dibuat grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 3. Grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 3 ditunjukkan pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Nilai PSNR Skenario Pengujian 3

Dari grafik pada gambar 5.3 ini dapat diketahui nilai PSNR tertinggi yaitu 38.16 dB dan nilai PSNR terendah yaitu 27.53 dB. Nilai PSNR tertinggi terdapat pada *stego* MP3 yang disisipi berkas “*Hello.txt*” yang dienkripsi menggunakan kunci 31 bit. Dari tabel 5.6 dapat diketahui nilai rata-rata PSNR pada skenario pengujian 3 ini yaitu 32.13 dB, yang merupakan nilai rata-rata tertinggi jika dibandingkan nilai rata-rata PSNR pada skenario pengujian 1 dan 2.

Sama seperti grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 1 dan 2, pada grafik pada gambar 5.3 dapat diketahui bahwa semakin panjang kunci yang digunakan untuk enkripsi, semakin tinggi pula nilai PSNR dihasilkan. Selain itu, seiring bertambahnya ukuran berkas teks yang disisipkan, nilai PSNR yang dihasilkan semakin kecil.

Tabel hasil pengujian pada skenario pengujian 4 menggunakan berkas MP3 “*Snow.mp3*” sebagai MP3 *carrier* ditunjukkan pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil pengujian nilai PSNR pada skenario pengujian 4

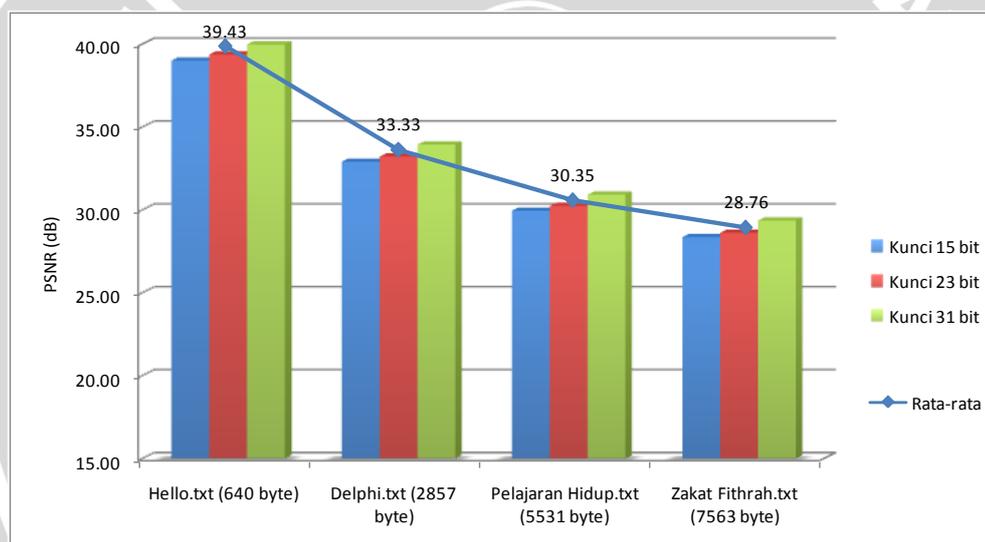
Berkas MP3	Berkas Teks	Panjang Kunci	Rasio Ukuran Pesan	PSNR
<i>Snow.mp3</i> (9119118 byte)	<i>Hello.txt</i> (644 byte)	15 bit	0.03 %	38.99 dB
		23 bit	0.02 %	39.35 dB
		31 bit	0.02 %	39.95 dB
	<i>Delphi.txt</i> (2857 byte)	15 bit	0.10 %	32.88 dB
		23 bit	0.10 %	33.20 dB
		31 bit	0.08 %	33.91 dB
	<i>Pelajaran Hidup.txt</i> (5531 byte)	15 bit	0.20 %	29.93 dB
		23 bit	0.19 %	30.22 dB
		31 bit	0.16 %	30.90 dB
	<i>Zakat Fithrah.txt</i> (7563 byte)	15 bit	0.29 %	28.34 dB
		23 bit	0.27 %	28.60 dB
		31 bit	0.23 %	29.34 dB
Nilai rata-rata PSNR				32.97 dB

Pada skenario pengujian 4, berkas teks yang memiliki rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 sebesar 0.19 % dapat menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR 30.22 dB dimana 30 dB merupakan nilai minimal PSNR. Berkas teks dengan rasio ukuran pesan di atas 0.19 % menghasilkan *stego* MP3 dengan dengan nilai PSNR di bawah 30 dB. Sedangkan berkas teks dengan rasio ukuran pesan di bawah 0.19 % menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR di

atas 30 dB. Pada skenario pengujian 4, dapat disimpulkan bahwa nilai maksimal rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 yang dapat menghasilkan *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas nilai minimal adalah 0.19 %.

Pada skenario pengujian ini, terdapat delapan *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas 30 dB. Dengan demikian, pada skenario pengujian 4 terjadi kenaikan jumlah *stego* MP3 yang mempunyai nilai PSNR di atas nilai minimal jika dibandingkan dengan skenario pengujian 3.

Berdasarkan tabel 5.7 maka dibuat grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 4. Grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 4 ditunjukkan pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Nilai PSNR Skenario Pengujian 4

Dari grafik pada gambar 5.4 ini dapat diketahui nilai PSNR tertinggi yaitu 39.95 dB dan nilai PSNR terendah yaitu 28.34 dB. Nilai PSNR tertinggi terdapat pada *stego* MP3 yang disisipi berkas “*Hello.txt*” yang dienkripsi menggunakan kunci 31 bit. Dari tabel 5.7 dapat diketahui nilai rata-rata PSNR pada skenario pengujian 4 ini yaitu 32.97 dB, yang merupakan nilai rata-rata tertinggi jika dibandingkan nilai rata-rata PSNR pada skenario pengujian 1, 2, dan 3.

Sama seperti grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 1, 2, dan 3, pada grafik pada gambar 5.4 dapat diketahui bahwa semakin panjang kunci yang

digunakan untuk enkripsi, semakin tinggi pula nilai PSNR dihasilkan. Selain itu, seiring bertambahnya ukuran berkas teks yang disisipkan, nilai PSNR yang dihasilkan semakin kecil.

Tabel hasil pengujian pada skenario pengujian 5 menggunakan berkas MP3 “*Beneath The Surface.mp3*” sebagai MP3 carrier ditunjukkan pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil pengujian nilai PSNR pada skenario pengujian 5

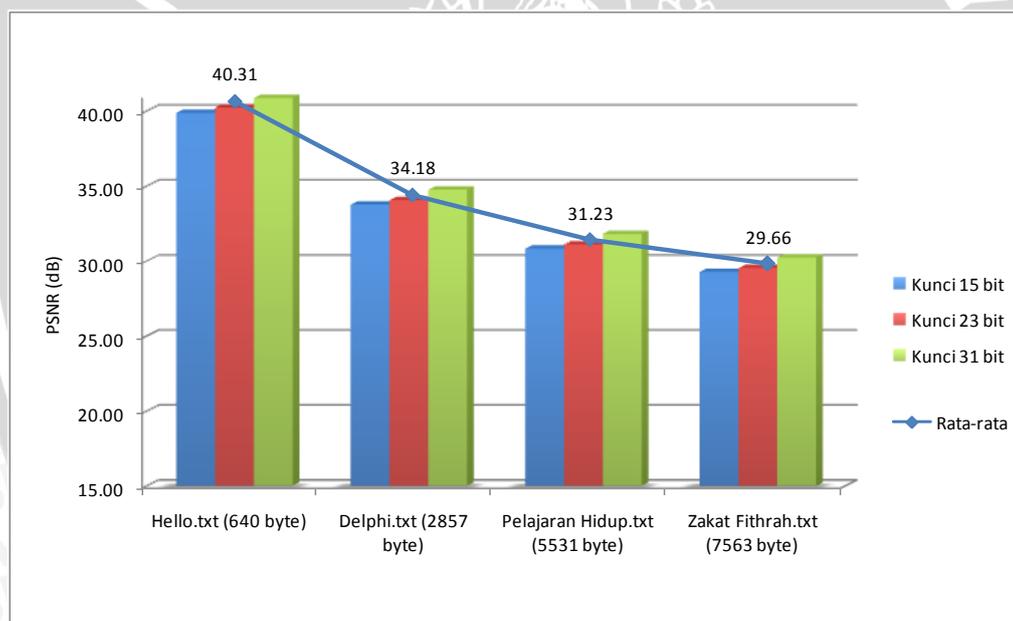
Berkas MP3	Berkas Teks	Panjang Kunci	Rasio Ukuran Pesan	PSNR
<i>Beneath The Surface.mp3</i> (11092200 byte)	<i>Hello.txt</i> (644 byte)	15 bit	0.02 %	39.85 dB
		23 bit	0.02 %	40.22 dB
		31 bit	0.02 %	40.85 dB
	<i>Delphi.txt</i> (2857 byte)	15 bit	0.08 %	33.75 dB
		23 bit	0.08 %	34.05 dB
		31 bit	0.07 %	34.74 dB
	<i>Pelajaran Hidup.txt</i> (5531 byte)	15 bit	0.17 %	30.82 dB
		23 bit	0.16 %	31.08 dB
		31 bit	0.13 %	31.79 dB
	<i>Zakat Fithrah.txt</i> (7563 byte)	15 bit	0.24 %	29.25 dB
		23 bit	0.23 %	29.52 dB
		31 bit	0.19 %	30.21 dB
Nilai rata-rata PSNR				33.84 dB

Pada skenario pengujian 5, berkas teks yang memiliki rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 sebesar 0.19 % dapat menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR 30.21 dB dimana 30 dB merupakan nilai minimal PSNR. Berkas teks dengan rasio ukuran pesan di atas 0.19 % menghasilkan *stego* MP3 dengan dengan nilai PSNR di bawah 30 dB. Sedangkan berkas teks dengan rasio ukuran pesan di bawah 0.19 % menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR di atas 30 dB. Pada skenario pengujian 5, dapat disimpulkan bahwa nilai maksimal

rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 yang dapat menghasilkan *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas nilai minimal adalah 0.19 %.

Pada skenario pengujian ini, terdapat sepuluh *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas 30 dB. Dengan demikian, pada skenario pengujian 5 terjadi kenaikan jumlah *stego* MP3 yang mempunyai nilai PSNR di atas nilai minimal jika dibandingkan dengan skenario pengujian 4. Skenario pengujian 5 menghasilkan jumlah *stego* MP3 yang mempunyai nilai PSNR di atas nilai minimal paling banyak jika dibandingkan dengan semua skenario pengujian.

Berdasarkan tabel 5.8 maka dibuat grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 5. Grafik nilai PSNR pada skenario pengujian 5 ditunjukkan pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Nilai PSNR Skenario Pengujian 5

Dari grafik pada gambar 5.5 ini dapat diketahui nilai PSNR tertinggi yaitu 40.85 dB dan nilai PSNR terendah yaitu 29.85 dB. Nilai PSNR tertinggi terdapat pada *stego* MP3 yang disisipi berkas “*Hello.txt*” yang dienkrpsi menggunakan kunci 31 bit. Dari tabel 5.7 dapat diketahui nilai rata-rata PSNR pada skenario pengujian 4 ini yaitu 33.84 dB, yang merupakan nilai rata-rata tertinggi jika dibandingkan nilai rata-rata PSNR pada semua skenario pengujian.

Sama seperti grafik nilai PSNR pada semua skenario pengujian sebelumnya, pada grafik pada gambar 5.5 dapat diketahui bahwa semakin panjang kunci yang digunakan untuk enkripsi, semakin tinggi pula nilai PSNR dihasilkan. Selain itu, seiring bertambahnya ukuran berkas teks yang disisipkan, nilai PSNR yang dihasilkan semakin kecil.

Pada setiap skenario pengujian, dilakukan pengamatan terhadap nilai terbesar rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 yang dapat menghasilkan *stego* MP3 yang memiliki nilai PSNR di atas nilai minimal yaitu 30 dB. Tabel 5.9 menunjukkan nilai terbesar rasio ukuran pesan pada seluruh skenario pengujian.

Tabel 5.9 Nilai terbesar rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 pada seluruh skenario pengujian

Pengujian	Nilai Terbesar Rasio Ukuran Pesan	PSNR
Skenario 1	0.19 %	30.27 dB
Skenario 2	0.16 %	30.90 dB
Skenario 3	0.20 %	30.07 dB
Skenario 4	0.19 %	30.22 dB
Skenario 5	0.19 %	30.21 dB

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai terbesar rasio ukuran pesan yang paling tinggi diperoleh pada skenario pengujian 3 yaitu 0.20 % dimana rasio ukuran pesan tersebut dapat menghasilkan *stego* MP3 dengan nilai PSNR sebesar 30.07 dB. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa paling tidak diperlukan sebuah pesan yang memiliki rasio ukuran pesan terhadap ukuran berkas MP3 sebesar 0.20 % untuk dapat menghasilkan nilai PSNR diatas 30 dB.

Dari semua grafik pada skenario pengujian, menunjukkan bahwa semakin besar ukuran berkas yang disisipkan, maka nilai PSNR semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar ukuran berkas yang disembunyikan, semakin banyak pula bit pada berkas MP3 yang berubah. Semakin banyak bit pada berkas MP3 yang berubah, semakin kecil pula rasio antara MP3 *carrier* dengan *stego*

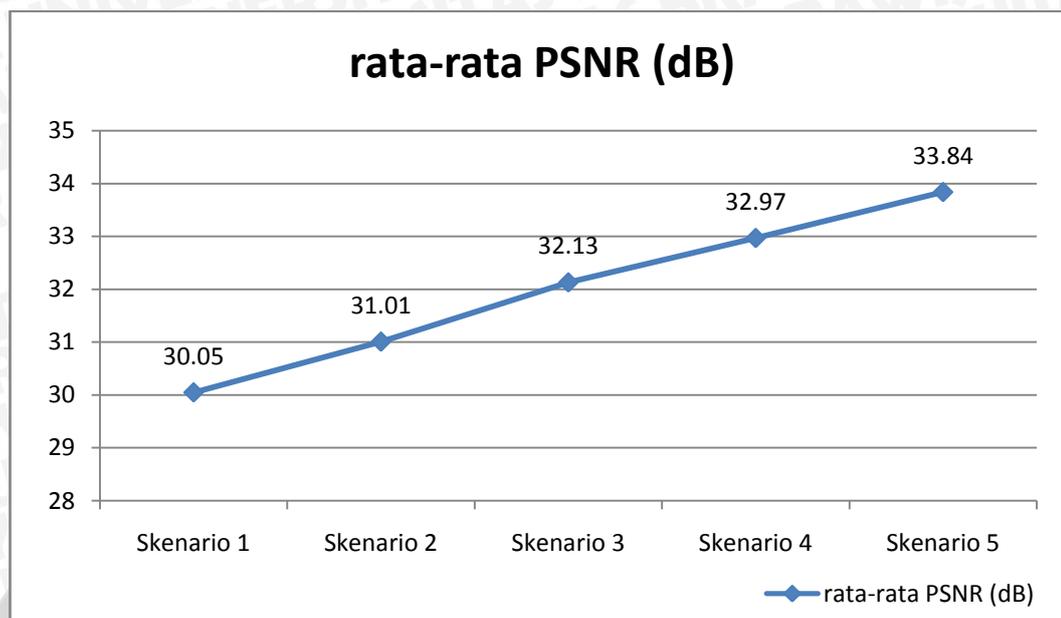
MP3. Dengan kata lain, semakin kecil rasio antara MP3 *carrier* dengan *stego* MP3, semakin berkurang pula kualitas *stego* MP3 terhadap MP3 *carrier*.

Selain itu, semakin panjang kunci yang digunakan untuk enkripsi berkas, maka nilai PSNR akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena panjang kunci yang digunakan untuk melakukan enkripsi berpengaruh terhadap ukuran berkas hasil enkripsi atau *ciphertext*. Kunci yang pendek akan menghasilkan *ciphertext* yang berukuran besar, begitu pula sebaliknya.

Pada algoritma kriptografi RSA, enkripsi dan dekripsi dilakukan pada setiap blok pesan. Semakin panjang ukuran kunci, maka ukuran blok juga akan semakin besar sehingga juga jumlah blok akan semakin sedikit. Apabila ukuran blok kecil, maka jumlah blok akan semakin besar. Jumlah blok yang semakin banyak mengakibatkan banyak pula penambahan karakter yang digunakan untuk pembatas antara satu blok yang lain sehingga ukuran berkas juga akan menjadi lebih besar.

Begitu pula dengan ukuran MP3 *carrier*, semakin besar ukuran berkas MP3 maka semakin besar pula nilai PSNR. Berkas MP3 yang memiliki ukuran besar apabila dilakukan penyembunyian berkas ke dalamnya maka jumlah bit yang berubah pada berkas tersebut akan lebih sedikit bila dibandingkan dengan penyembunyian pada berkas MP3 yang ukurannya lebih kecil. Sehingga berkas MP3 yang memiliki ukuran lebih besar cenderung mengalami lebih sedikit penurunan kualitas dibandingkan dengan berkas MP3 yang memiliki ukuran yang kecil.

Hal ini sesuai dengan apa diperlihatkan pada grafik pada gambar 5.6. Grafik pada gambar 5.6 menunjukkan nilai rata-rata PSNR pada masing-masing skenario pengujian. Nilai rata-rata PSNR paling tinggi didapatkan pada skenario pengujian 5 yang menggunakan MP3 *carrier* yang berukuran paling besar. Nilai rata-rata PSNR yang paling rendah didapatkan pada skenario pengujian 1 yang menggunakan MP3 *carrier* yang berukuran paling kecil.



Gambar 5.6 Grafik Nilai Rata-rata PSNR Skenario Pengujian

Dari seluruh skenario pengujian, diperoleh nilai PSNR tertinggi yaitu 40.85 dB yang terdapat pada *stego* MP3 “*Beneath The Surface.mp3*” berukuran 11092200 byte yang disisipi berkas “*Hello.txt*” berukuran 640 byte yang dienkripsi menggunakan kunci 31 bit.. Sedangkan nilai PSNR terendah yaitu 25.42 dB yang terdapat pada *stego* MP3 “*Aku Di Sini Untukmu.mp3*” berukuran 4642327 byte yang disisipi berkas “*Zakat Fithrah.txt*” yang berukuran 7563 byte yang dienkripsi menggunakan kunci 15 bit.

Dari fakta yang diuraikan pada paragraph sebelumnya, diketahui bahwa PSNR tertinggi terdapat pada *stego* MP3 yang memiliki ukuran paling besar yaitu “*Beneath The Surface.mp3*”. Selain itu PSNR tertinggi juga terdapat pada *stego* MP3 yang disisipi berkas dengan ukuran paling kecil yaitu “*Hello.txt*” yang dienkripsi dengan kunci yang memiliki ukuran paling panjang yaitu 31 bit. Hal ini sesuai dengan analisa bahwa penyembunyian berkas teks berukuran kecil yang dienkripsi menggunakan kunci enkripsi yang panjang dan disembunyikan pada berkas MP3 *carrier* yang berukuran besar akan menghasilkan nilai PSNR yang tinggi.

Sedangkan PSNR terendah terdapat pada *stego* MP3 yang memiliki ukuran paling kecil yaitu “*Aku Di Sini Untukmu.mp3*”. Selain itu PSNR tertinggi juga

terdapat pada *stego* MP3 yang disisipi berkas dengan ukuran paling besar yaitu “*Zakat Fithrah.txt*” yang dienkripsi dengan kunci yang memiliki ukuran paling pendek yaitu 15 bit. Hal ini sesuai dengan analisa bahwa penyembunyian berkas teks berukuran besar yang dienkripsi menggunakan kunci enkripsi yang pendek dan disembunyikan pada berkas MP3 *carrier* yang berukuran kecil akan menghasilkan nilai PSNR yang rendah.

5.2.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Ketahanan Steganografi *Parity Coding*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan steganografi *parity coding* setelah dilakukan manipulasi pada berkas *stego* MP3 berupa operasi penambahan derau *gaussian*. Setelah dilakukan dengan menambahkan derau *gaussian*, dilakukan pengungkapan pesan pada *stego* MP3 tersebut. Apabila pesan berhasil diungkap selanjutnya akan dihitung nilai kecocokannya dengan berkas asli menggunakan persentase nilai *bit error rate*. Keberhasilan pengungkapan pesan dan persentase nilai *bit error rate* yang kecil menunjukkan bahwa steganografi *parity coding* memiliki ketahanan terhadap operasi penambahan derau sehingga pesan yang disembunyikan pada berkas audio tetap dapat diekstraksi dan tidak mengalami kerusakan.

Hasil pengujian 1 dengan menggunakan *stego* MP3 “*Aku Di Sini Untukmu_stego1.mp3*” ditunjukkan pada tabel 5.10 dan hasil pengujian 2 dengan menggunakan *stego* MP3 “*Aku Di Sini Untukmu_stego4.mp3*” ditunjukkan pada tabel 5.11.

Tabel 5.10 Hasil pengujian 1 ketahanan steganografi *parity coding*

Berkas <i>Stego</i> MP3	Perlakuan	Status Pengungkapan	<i>Bit Error Rate</i>
“ <i>Aku Di Sini Untukmu_stego1.mp3</i> ”	Penambahan derau 0 %	Pengungkapan Berhasil	0 %
	Penambahan derau 0.25 %	Pengungkapan Berhasil	49 %

Penambahan derau 0.5 %	Pengungkapan Gagal	-
Penambahan derau 1 %	Pengungkapan Gagal	-
Penambahan derau 10 %	Pengungkapan Gagal	-

Tabel 5.11 Hasil pengujian 2 ketahanan steganografi *parity coding*

Berkas <i>Stego</i> MP3	Perlakuan	Status Pengungkapan	<i>Bit Error</i> <i>Rate</i>
"Aku Di Sini <i>Untukmu_stego4.</i> <i>mp3</i> "	Penambahan derau 0 %	Pengungkapan Berhasil	0 %
	Penambahan derau 0.25 %	Pengungkapan Berhasil	50 %
	Penambahan derau 0.5 %	Pengungkapan Gagal	-
	Penambahan derau 1 %	Pengungkapan Gagal	-
	Penambahan derau 10 %	Pengungkapan Gagal	-

Dari tabel 5.10 dan 5.11 dapat diketahui bahwa pesan yang disembunyikan tidak dapat diungkapkan kembali pada *stego* MP3 dengan penambahan derau *gaussian* di atas 0.25 %. Pada penambahan derau *gaussian* dengan intensitas 0.25 %, pesan berhasil diungkapkan. Akan tetapi, pesan hasil pengungkapan memiliki persentase *bit error rate* yang tinggi yaitu 49 % pada pengujian 1 dan 50 % pada pengujian 2. Pesan hasil pengungkapan dengan persentase *bit error rate* 0 % didapatkan dari *stego* MP3 dengan penambahan derau *gaussian* dengan intensitas 0 % atau tidak ada derau yang ditambahkan.

Hasil pengujian 3 dengan menggunakan *stego* MP3 "When It Rains_*stego7.mp3*" ditunjukkan pada tabel 5.12 dan hasil pengujian 4 dengan

menggunakan *stego* MP3 “*When It Rains_stego12.mp3*” ditunjukkan pada tabel 5.13.

Tabel 5.12 Hasil pengujian 3 ketahanan steganografi *parity coding*

Berkas <i>Stego</i> MP3	Perlakuan	Status Pengungkapan	<i>Bit Error</i> <i>Rate</i>
“ <i>When It Rains_stego7.mp3</i> ”	Penambahan derau 0 %	Pengungkapan Berhasil	0 %
	Penambahan derau 0.25 %	Pengungkapan Berhasil	50 %
	Penambahan derau 0.5 %	Pengungkapan Gagal	-
	Penambahan derau 1 %	Pengungkapan Gagal	-
	Penambahan derau 10 %	Pengungkapan Gagal	-

Tabel 5.13 Hasil pengujian 4 ketahanan steganografi *parity coding*

Berkas <i>Stego</i> MP3	Perlakuan	Status Pengungkapan	<i>Bit Error</i> <i>Rate</i>
“ <i>When It Rains_stego12.mp3</i> ”	Penambahan derau 0 %	Pengungkapan Berhasil	0 %
	Penambahan derau 0.25 %	Pengungkapan Berhasil	50 %
	Penambahan derau 0.5 %	Pengungkapan Gagal	-
	Penambahan derau 1 %	Pengungkapan Gagal	-
	Penambahan derau 10 %	Pengungkapan Gagal	-

Dari tabel 5.12 dan 5.13 dapat diketahui bahwa pesan yang disembunyikan tidak dapat diungkapkan kembali pada *stego* MP3 dengan penambahan derau *gaussian* di atas 0.25 %. Pada penambahan derau *gaussian* dengan intensitas 0.25 %, pesan berhasil diungkapkan seperti halnya pada pengujian 1 dan 2, namun pesan hasil pengungkapan memiliki persentase *bit error rate* yang tinggi yaitu 50 % pada masing-masing pengujian 3 dan 4. Pesan hasil pengungkapan dengan persentase *bit error rate* 0 % didapatkan dari *stego* MP3 dengan penambahan derau *gaussian* dengan intensitas 0 % atau tidak ada derau yang ditambahkan.

Hasil dari pengujian 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 (tabel pengujian ditampilkan pada halaman lampiran) memiliki kesamaan dengan pengujian sebelumnya, yaitu *stego* MP3 dengan penambahan derau di bawah 0.25 % dapat diungkapkan kembali, sedangkan *stego* MP3 dengan penambahan derau di atas 0.25 % tidak dapat diungkapkan kembali. Selain itu, *stego* MP3 dengan penambahan derau *gaussian* dengan intensitas 0.25 % dapat diungkapkan namun memiliki persentase *bit error rate* yang tinggi. Pesan hasil pengungkapan dengan persentase *bit error rate* 0 % didapatkan hanya dari *stego* MP3 dengan penambahan derau *gaussian* dengan intensitas 0 % atau tidak ada derau yang ditambahkan.

Kegagalan pengungkapan pesan pada *stego* MP3 dengan penambahan derau di atas 0.25 % disebabkan karena intensitas derau yang besar akan menyebabkan perubahan pada byte-byte *stego* MP3. Perubahan pada byte-byte tersebut mengakibatkan informasi jumlah *region* yang disembunyikan pada byte pertama pada beberapa *frame* di awal *stego* MP3 tidak dapat diketahui. Pada pengungkapan pesan, informasi jumlah *region* diperlukan untuk membagi *stego* MP3 menjadi beberapa *region* dan selanjutnya bit-bit pesan dapat diambil dengan menghitung nilai *parity* bit dari setiap *region*. Oleh karena informasi jumlah *region* tidak diketahui, maka pengungkapan pesan tidak dapat dilakukan.

Keberhasilan pengungkapan pesan pada *stego* MP3 dengan *stego* MP3 dengan penambahan derau di bawah 0.25 % disebabkan karena intensitas derau yang ditambahkan sangat kecil sehingga perubahan yang terjadi pada byte-byte *stego* MP3 tidak terlalu signifikan. Perubahan yang kecil juga tidak mempengaruhi byte pertama pada beberapa *frame* di awal *stego* MP3 tempat

disembunyikannya informasi jumlah region, sehingga informasi jumlah region yang disembunyikan tetap dapat diketahui.

Akan tetapi, meskipun perubahan yang terjadi pada byte-byte tidak terlalu signifikan, penambahan derau di bawah 0.25% tetap merubah byte-byte pada *stego* MP3 sehingga bit pesan yang disembunyikan di dalamnya juga ikut berubah. Maka dari itu, dari seluruh pengujian, pada penambahan derau *gaussian* dengan intensitas sebesar 0.25 %, pesan yang diungkapkan mempunyai persentase *bit error rate* yang tinggi.

Dari pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa steganografi *parity coding* tidak mempunyai ketahanan terhadap operasi penambahan derau *gaussian*. Hal ini disebabkan karena penambahan derau mengakibatkan perubahan pada byte-byte *stego* MP3 sehingga bit-bit pesan yang disembunyikan di dalamnya pun ikut berubah. Pada penambahan derau dengan intensitas yang kecil, yaitu di bawah 0.25 %, pesan berhasil diungkapkan, akan tetapi pesan hasil pengungkapan mempunyai persentase *error* yang besar. Sedangkan pada penambahan derau dengan intensitas di atas 0.25 %, pesan tidak berhasil diungkapkan karena informasi jumlah region yang digunakan pada pengungkapan pesan tidak diketahui, sehingga pesan tidak dapat diungkapkan.

