

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dalam tugas akhir ini, dilakukan pengujian untuk menganalisis kinerja dari steganografi pada binaural audio berbasis Opus dengan metode *spread spectrum*. Evaluasi dilakukan melalui pengujian *watermark energy* dan *error probability*, perhitungan SNR, penilaian secara objektif sesuai standar ITU-R BS.1387-1, dan penilaian subjektif berdasarkan standar ITU-R BS.1116-3. Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) menunjukkan bahwa audio bercodec Opus dan AAC dengan *frame size* 102400 atau 204800 dan bitrate 128 kbps atau 256 kbps bisa digunakan untuk steganografi. Namun, audio Opus dengan *frame size* 204800 dan bitrate 256 memiliki nilai yang sedikit lebih baik daripada variasi audio lainnya dengan rata-rata nilai 46 dB.
2. Hasil pengujian *Objective Difference Grade* (ODG) juga menunjukkan audio bercodec Opus dan AAC dengan *frame size* 102400 atau 204800 dan bitrate 128 kbps atau 256 kbps dapat digunakan untuk steganografi. Namun, audio Opus dengan *frame size* 204800 dan bitrate 256 kbps menunjukkan nilai ODG yang sedikit lebih baik daripada variasi audio lainnya dengan rata-rata nilai -0,41, sehingga ini lebih direkomendasikan untuk steganografi.
3. Hasil pengujian *Subjective Difference Grade* (SDG) menunjukkan bahwa penyisipan pesan dengan bitrate 256 kbps lebih baik dari bitrate 128 kbps dengan nilai rata-rata -0,47 untuk Opus dan -0,52 untuk AAC. Jadi, codec OPUS sedikit lebih baik daripada codec AAC. Namun kedua variasi bitrate dan codec dapat digunakan untuk steganografi pada binaural audio karena perbedaan rata-rata dari tiap variasi itu hanya sedikit dan saling beririsan sehingga jika diujikan kepada subjek itu tidak akan terasa perbedaannya.
4. Secara keseluruhan, teknik steganografi menggunakan *spread spectrum* dapat diimplementasikan pada binaural audio bercodec Opus untuk pengiriman pesan yang efektif dengan perubahan audio yang minimal dan informasi dapat diekstrak sepenuhnya.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Pengujian ini dapat dilanjutkan dengan menguji sistem *improve spread spectrum* terhadap codec Opus agar memiliki tingkat error yang lebih rendah.
2. Melakukan penelitian codec Opus yang diaplikasikan pada audio *multichannel*.

