

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pengujian tentang teknik steganografi pada audio dengan menggunakan *spread spectrum* untuk menganalisis pengaruh *bandwidth cover* sinyal terhadap kapasitas hidden data. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Frame size berpengaruh signifikan terhadap performa watermarking, dengan frame size 5120 menunjukkan hasil optimal. Pengujian watermark energy terhadap error probability menunjukkan bahwa frame size 5120 menghasilkan watermark energy yang lebih rendah dan error probability yang stabil pada berbagai jenis audio. Secara spesifik, watermark energy berkisar antara 25.62–38.79, dengan error probability sekitar -2.05 hingga -1.75. Selain itu, frame size 5120 juga memberikan nilai SNR terbaik, yaitu 24.58 dB untuk audio akustik, 24.11 dB untuk musik klasik, 24.78 dB untuk suara manusia, serta 23.31 dB untuk tepuk tangan dan tertawa. Meskipun kapasitas embedding pada frame size 5120 lebih rendah, yakni sekitar 103 bit atau 8.6 bps, keunggulannya dalam watermark energy dan SNR menjadikannya pilihan optimal dalam menjaga kualitas deteksi tanpa mengorbankan kestabilan performa watermarking.
2. Bandwidth audio berpengaruh signifikan terhadap performa watermarking, dengan bandwidth 1 kHz menunjukkan hasil optimal. Pengujian watermark energy terhadap error probability menunjukkan nilai yang konsisten pada berbagai jenis audio. Secara spesifik, watermark energy berkisar antara 35.73–67.39, dengan error probability stabil pada sekitar -2.44 hingga -1.97. Bandwidth 1 kHz juga menghasilkan nilai SNR tertinggi dibandingkan bandwidth lainnya, yaitu 24.58 dB untuk audio akustik, 24.11 dB untuk musik klasik, 24.78 dB untuk suara manusia, dan 23.31 dB untuk tepuk tangan. Selain itu, bandwidth 1 kHz memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan bandwidth lain. Untuk membandingkan nilai kapasitas adalah dengan menyamakan SNR dengan bandwidth 1 kHz, jika disamakan otomatis bandwidth lain harus meningkatkan framesize, yang otomatis menurunkan kapasitas embedding. Secara keseluruhan, bandwidth 1 kHz unggul dalam tiga aspek utama: level deteksi yang lebih baik berdasarkan SNR dan watermark energy, serta kapasitas yang lebih besar. Oleh karena itu, bandwidth 1 kHz menjadi pilihan paling optimal dalam penelitian ini.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan metode ini pada format audio yang berbeda, seperti format audio opus.

