

## ABSTRAK

Noise merupakan salah satu kendala yang mempengaruhi kualitas sinyal suara yang ditransmisikan. Noise tersebut dapat berasal dari peralatan komunikasi itu sendiri atau pengaruh dari sumber luar. Akibatnya sinyal suara akan mengalami penurunan kualitas artikulasi dan pengertian. Oleh karena itu peningkatan kualitas sinyal suara diperlukan dalam bidang telekomunikasi.

Metode yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah *Wavelet Denoising*, yang terdiri atas tiga bagian, yaitu *Discrete Wavelet Transform* (DWT), *thresholding* koefisien-koefisien detail, dan *Inverse Discrete Wavelet Transform* (IDWT). Metode *thresholding* yang digunakan adalah *Hard Thresholding* dan *Soft Thresholding*. Penentuan nilai *threshold* menggunakan *Universal Thresholding*, *Heursure*, dan *Rigrsure* serta noise yang digunakan adalah noise WGN ( *White Gaussian Noise* ).

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa level dekomposisi terbaik ada pada level 1 dan nilai SNR sinyal sesudah rekonstruksi untuk ketiga *Mother Wavelet* yaitu Daubechies ( db3-db10), Symlet (sym3-sym8) dan Coiflet (coif1-coif5) hampir sama serta sinyal input yang noisenya dapat direduksi oleh *Wavelet Denoising* memiliki karakteristik dari 10 dB sampai -3 dB.

## **ABSTRACT**

Noise is one of the problems that affects the quality of speech signal which is transmitted. The noise could come from the communication equipments or from external sources. It results in decreasing the quality of articulation and meaning of speech signal. Therefore, speech enhancement is needed in telecommunications.

The method which is used in this final project is wavelet denoising, which consist of three parts, namely Discrete Wavelet Transform (DWT), thresholding the detail coefficients, and Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT). The thresholding methods which are used are Hard Thresholding and Soft Thresholding. The threshold methods which are used to determine the threshold values are Universal Thresholding, Heursure, and Rigrsure . The noise which is used is White Gaussian Noise (WGN).

From the simulation, it was known that the best decomposition level is the level 1 and the SNR values of speech signal after reconstruction of three mother wavelets such as Daubechies ( db3-db10), Symlet (sym3-sym8), and Coiflet (coif1-coif5) are almost similar and the speech signal input that containt the noise (WGN) which can be reduced by the wavelet denoising have characteristics from 10 dB up to -3 dB.

# DAFTAR ISI

|                                                                                 | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN                                                               |         |
| SURAT PERNYATAAN                                                                |         |
| ABSTRAK .....                                                                   | i       |
| ABSTRACT .....                                                                  | ii      |
| KATA PENGANTAR .....                                                            | iii     |
| DAFTAR ISI .....                                                                | v       |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                             | ix      |
| <br>BAB I PENDAHULUAN .....                                                     | <br>1   |
| I.1    Latar Belakang .....                                                     | 1       |
| I.2    Perumusan Masalah .....                                                  | 1       |
| I.3    Tujuan .....                                                             | 1       |
| I.4    Pembatasan Masalah .....                                                 | 2       |
| I.5    Sistematika Penulisan .....                                              | 2       |
| <br>BAB II TEORI TENTANG TRANSFORMASI FOURIER DAN SHORT TERM                    |         |
| FOURIER TRANSFORM SERTA TRANSFORMASI WAVELET .....                              | 4       |
| II.1    Transformasi Fourier (TF) .....                                         | 4       |
| II.2    Short Term Fourier Transform (STFT) .....                               | 8       |
| II.3    Transformasi Wavelet .....                                              | 10      |
| II.3.1    Rekonstruksi Sinyal Berdasarkan Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet ..... | 14      |
| II.3.2    Konsep Dasar Analisa Wavelet .....                                    | 15      |
| II.3.3    Fungsi Skala .....                                                    | 17      |
| II.3.3.1    Analisa Multiresolusi .....                                         | 18      |
| II.3.4    Fungsi Wavelet .....                                                  | 20      |

|                                                          |                                                   |     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|
| II.4                                                     | Filter Banks .....                                | 21  |
| II.5                                                     | Dekomposisi.....                                  | 22  |
| II.6                                                     | Discrete Wavelet Transform (DWT).....             | 24  |
| II.7                                                     | Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT) .....   | 26  |
| II.8                                                     | White Gaussian Noise .....                        | 27  |
|                                                          |                                                   |     |
| BAB III PENINGKATAN KUALITAS SINYAL SUARA TERHADAP NOISE |                                                   |     |
|                                                          | ( WGN ) MENGGUNAKAN WAVELET DENOISING .....       | 28  |
| III.1                                                    | Prinsip Dasar Denoising.....                      | 28  |
| III.2                                                    | Jenis Thresholding Yang Digunakan .....           | 31  |
| III.3                                                    | Penentuan Nilai Threshold .....                   | 32  |
| III.4                                                    | Mother Wavelet Yang Digunakan.....                | 33  |
| III.5                                                    | Parameter Yang Dianalisa .....                    | 34  |
| III.6                                                    | Level Dekomposisi Sinyal Suara .....              | 35  |
| III.7                                                    | Diagram Alir Wavelet Denoising.....               | 35  |
|                                                          |                                                   |     |
| BAB IV DATA DAN ANALISA DATA                             |                                                   |     |
| IV.1                                                     | Hasil Pengujian dan Analisa Hasil Pengujian ..... | 41  |
|                                                          |                                                   |     |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN                               |                                                   |     |
| V.1                                                      | Kesimpulan .....                                  | 54  |
| V.2                                                      | Saran .....                                       | 54  |
|                                                          |                                                   |     |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                     |                                                   | 55  |
|                                                          |                                                   |     |
| LAMPIRAN A PROGRAM WAVELET DENOISING .....               |                                                   | A-1 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| LAMPIRAN B TABEL NILAI SNR ( SIGNAL TO NOISE RATIO ) SINYAL<br>SESUDAH REKONSTRUKSI DENGAN SINYAL INPUT<br>SNR 15 dB .....   | B-1 |
| LAMPIRAN C TABEL NILAI SNR ( SIGNAL TO NOISE RATIO ) SINYAL<br>SESUDAH REKONSTRUKSI DENGAN SINYAL INPUT<br>SNR 10 dB.....    | C-1 |
| LAMPIRAN D TABEL NILAI SNR ( SIGNAL TO NOISE RATIO ) SINYAL<br>SESUDAH REKONSTRUKSI DENGAN SINYAL INPUT<br>SNR 5 dB.....     | D-1 |
| LAMPIRAN E TABEL NILAI SNR ( SIGNAL TO NOISE RATIO ) SINYAL<br>SESUDAH REKONSTRUKSI DENGAN SINYAL INPUT<br>SNR 0 dB.....     | E-1 |
| LAMPIRAN F TABEL NILAI SNR ( SIGNAL TO NOISE RATIO ) SINYAL<br>SESUDAH REKONSTRUKSI DENGAN SINYAL INPUT<br>SNR -3 dB .....   | F-1 |
| LAMPIRAN G TABEL NILAI SNR ( SIGNAL TO NOISE RATIO ) SINYAL<br>SESUDAH REKONSTRUKSI DENGAN SINYAL INPUT<br>SNR -5 dB .....   | G-1 |
| LAMPIRAN H TABEL NILAI SNR ( SIGNAL TO NOISE RATIO ) SINYAL<br>SESUDAH REKONSTRUKSI DENGAN SINYAL INPUT<br>SNR -10 dB .....  | F-1 |
| LAMPIRAN I TABEL NILAI KORELASI SILANG ANTARA SINYAL SUARA<br>ASLI DENGAN SINYAL REKONSTRUKSI SINYAL INPUT<br>SNR 15 dB..... | I-1 |
| LAMPIRAN J TABEL NILAI KORELASI SILANG ANTARA SINYAL SUARA<br>ASLI DENGAN SINYAL REKONSTRUKSI SINYAL INPUT<br>SNR 10 dB..... | J-1 |

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| LAMPIRAN K TABEL NILAI KORELASI SILANG ANTARA SINYAL SUARA<br>ASLI DENGAN SINYAL REKONSTRUKSI SINYAL INPUT<br>SNR 5 dB.....    | K-1 |
| LAMPIRAN L TABEL NILAI KORELASI SILANG ANTARA SINYAL SUARA<br>ASLI DENGAN SINYAL REKONSTRUKSI SINYAL INPUT<br>SNR 0 dB.....    | L-1 |
| LAMPIRAN M TABEL NILAI KORELASI SILANG ANTARA SINYAL SUARA<br>ASLI DENGAN SINYAL REKONSTRUKSI SINYAL INPUT<br>SNR -3 dB .....  | M-1 |
| LAMPIRAN N TABEL NILAI KORELASI SILANG ANTARA SINYAL SUARA<br>ASLI DENGAN SINYAL REKONSTRUKSI SINYAL INPUT<br>SNR -5 dB .....  | N-1 |
| LAMPIRAN O TABEL NILAI KORELASI SILANG ANTARA SINYAL SUARA<br>ASLI DENGAN SINYAL REKONSTRUKSI SINYAL INPUT<br>SNR -10 dB ..... | O-1 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar II.1 TF mentransformasikan sinyal dari domain waktu ke dalam domain frekuensi.....                                      | 4       |
| Gambar II.2 Sinyal stasioner .....                                                                                             | 5       |
| Gambar II.3 Sinyal non-stasioner .....                                                                                         | 5       |
| Gambar II.4 Sinyal sinus 50 Hz.....                                                                                            | 6       |
| Gambar II.5 Spektrum frekuensi sinyal sinus 50 Hz.....                                                                         | 6       |
| Gambar II.6 Sinyal sinus dengan frekuensi 100 Hz, 50 Hz, 25 Hz, dan 10 Hz .....                                                | 7       |
| Gambar II.7 Spektrum Sinyal.....                                                                                               | 7       |
| Gambar II.8 STFT mentransformasikan sinyal dari domain waktu ke dalam domain waktu-frekuensi .....                             | 8       |
| Gambar II.9 Gelombang sinus dan mother wavelet (db10).....                                                                     | 11      |
| Gambar II.10 Transformasi Fourier , sinyal dipecah ke dalam gelombang-gelombang sinus dengan frekuensi yang berbeda-beda ..... | 11      |
| Gambar II.11 Transformasi Wavelet .....                                                                                        | 12      |
| Gambar II.12 Penskalaan pada fungsi sinus .....                                                                                | 12      |
| Gambar II.13 Penskalaan pada fungsi wavelet.....                                                                               | 13      |
| Gambar II.14 Translasi pada fungsi wavelet .....                                                                               | 13      |
| Gambar II.15 Ruang vektor bersarang yang direntang oleh fungsi - fungsi skala .....                                            | 19      |
| Gambar II.16 Fungsi skala dan ruang-ruang vektor wavelet.....                                                                  | 21      |
| Gambar II.17 Filter banks.....                                                                                                 | 22      |
| Gambar II.18 Pohon dekomposisi wavelet.....                                                                                    | 23      |
| Gambar II.19 Suatu sinyal didekomposisi ke dalam 3 level .....                                                                 | 23      |
| Gambar II.20 Diagram blok DWT.....                                                                                             | 25      |
| Gambar II.21 Fungsi skala sebagai filter lowpass dan fungsi wavelet sebagai filter highpass .....                              | 25      |

|               |                                                                                                           |    |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II.22  | Diagram blok IDWT .....                                                                                   | 26 |
| Gambar II.23  | Sinyal white noise .....                                                                                  | 27 |
| Gambar II.24  | Spektrum daya white noise .....                                                                           | 27 |
| Gambar III.1  | Sinyal asli .....                                                                                         | 29 |
| Gambar III.2  | Sinyal input .....                                                                                        | 30 |
| Gambar III.3  | Cara kerja Wavelet Denoising .....                                                                        | 30 |
| Gambar III.4  | Hard thresholding.....                                                                                    | 31 |
| Gambar III.5  | Soft thresholding .....                                                                                   | 32 |
| Gambar III.6  | Dekomposisi sinyal suara.....                                                                             | 35 |
| Gambar III.7  | Diagram alir utama Wavelet Denoising.....                                                                 | 36 |
| Gambar III.8  | Diagram alir prosedur proses dekomposisi ( DWT ) dan thresholding.....                                    | 37 |
| Gambar III.9  | Diagram alir prosedur proses rekonstruksi sinyal (IDWT).....                                              | 38 |
| Gambar III.10 | Diagram alir prosedur menghitung nilai SNR sinyal rekonstruksi.....                                       | 39 |
| Gambar III.11 | Diagram alir prosedur menghitung nilai korelasi silang antara sinyal asli dengan sinyal rekonstruksi..... | 40 |
| Gambar IV.1   | Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi dari sinyal Input SNR 10 dB .....                                  | 41 |
| Gambar IV.2   | Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi dari sinyal Input SNR 5 dB .....                                   | 42 |
| Gambar IV.3   | Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi dari sinyal input SNR -3 dB.....                                   | 42 |
| Gambar IV.4   | Koefisien detail yang telah di-thresholding .....                                                         | 43 |
| Gambar IV.5   | Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi dari mother wavelet daubechies.....                                | 44 |
| Gambar IV.6   | Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi dari mother wavelet symlet .....                                   | 45 |

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar IV.7 Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi dari mother wavelet<br>coiflet .....                  | 45 |
| Gambar IV.8 Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi hard thresholding .....                               | 46 |
| Gambar IV.9 Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi soft thresholding .....                               | 47 |
| Gambar IV.10 Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi universal thresholding.....                          | 48 |
| Gambar IV.11 Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi heursure.....                                        | 49 |
| Gambar IV.12 Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi rigrsure .....                                       | 49 |
| Gambar IV.13 Grafik SNR sinyal sesudah rekonstruksi .....                                                | 51 |
| Gambar IV.14 Grafik nilai korelasi silang antara sinyal asli dengan sinyal sesudah<br>rekonstruksi ..... | 52 |