

PERBANDINGAN MOTHER WAVELET UNTUK EKSTRAKSI CIRI ISYARAT TUTUR

Domy Kristomo¹, dan Adi Kusjani²

^{1,2}Teknologi Informasi, Univeritas Teknologi Digital

Email: domy@utdi.ac.id¹, adikusja@utdi.ac.id²

Abstrak

Metode Wavelet merupakan salah satu metode yang unggul untuk menganalisis serta mengekstraksi ciri isyarat suara tutur. Dalam proses ekstraksi ciri menggunakan metode Wavelet, terdapat beberapa faktor yang dapat berpengaruh dalam mendapatkan ciri yang bersifat diskriminan, diantaranya: pemilihan mother wavelet, pemilihan sub-band, dan pemilihan level dekomposisi. Beberapa contoh mother Wavelet yang sering digunakan diantaranya: Daubechies, Coiflet, Meyer, Haar, Symlet, dan Biortogonal. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan berbagai macam mother Wavelet untuk mendapatkan ciri yang efektif untuk mengklasifikasi isyarat tutur, yang diharapkan melalui proses perbandingan berbagai mother Wavelet akan didapatkan mother Wavelet yang terbaik dan paling cocok untuk mengolah dan mengekstraksi isyarat tutur. Tap filter yang akan digunakan pada masing-masing Mother Wavelet pada rentang 1 hingga 10. Hasil penelitian perbandingan mother Wavelet untuk mengklasifikasi isyarat tutur menunjukkan bahwa koefisien filter Mother Wavelet Daubechies 2 menghasilkan akurasi klasifikasi yang paling dibandingkan Mother Wavelet lainnya (Haar, Coiflet2, Meyer, Symlet, dan Biortogonal) untuk mengekstraksi dan mengklasifikasi suku kata konsonan hambat bahasa Indonesia ditunjukkan oleh hasil akurasi 90,6% (WPT+Daub2), 66,7% (WPT+Haar), 76,7% (WPT+Coif2), 62,3% (WPT+Meyer), 64,2% (WPT+Symlet), dan 61,7% (WPT+Biortogonal).

Kata Kunci: Wavelet, ekstraksi ciri, mother wavelet, wavelet packet transform

Abstract

The wavelet method is one of the superior methods for analyzing and extracting the characteristics of speech sounds. In the feature extraction process using the Wavelet method, there are several factors that can influence in obtaining discriminant features, including: mother wavelet selection, sub-band selection, and decomposition level selection. Some examples of Mother Wavelets that are often used include: Daubechies, Coiflet, Meyer, Haar, Symlet, and Biortogonal. In this study, a comparison of various mother wavelets was carried out to obtain effective characteristics for classifying speech signals. Tap the filter to be used on each Mother Wavelet in the range 1 to 10. The results of the comparison study of mother wavelets for classifying speech signals show that the filter coefficient of Mother Wavelet Daubechies 2 produces the most classification accuracy compared to other mother wavelets (Haar, Coiflet2, Meyer, Symlet, and Biortogonal) for extracting and classifying Indonesian inhibitory consonant syllables as shown by Accuracy results 90.6% (WPT+Daub2), 66.7% (WPT+Haar), 76.7% (WPT+Coif2), 62.3% (WPT+Meyer), 64.2% (WPT+Symlet), and 61.7% (WPT+Biorthogonal).

KeyWords : Wavelet, feature extraction, mother wavelet, wavelet packet transform

I. PENDAHULUAN

Tutur merupakan proses alami manusia untuk saling bertukar informasi. Teknologi pengenalan tutur semakin berkembang pesat. Teknologi yang dikenal sebagai speech recognition adalah teknologi yang mengkonversi sinyal tutur menjadi rangkaian kata melalui suatu algoritma [1]. Selama ini dikenal dua macam susunan dari pengenalan tutur, yaitu speech-to-speech (STS) dan speech-to-text (STT). Terdapat berbagai bentuk implementasi dari keduanya misalnya STS dapat difungsikan sebagai mesin penterjemah atau animasi gerak bibir, sedangkan STT dapat difungsikan untuk memudahkan komunikasi bagi penderita tuna rungu hingga untuk menggantikan kegiatan mengetik pada keyboard komputer.

Kemampuan sistem pengenalan tutur sangatlah bergantung pada metode ekstraksi ciri di dalamnya. Penelitian tentang ekstraksi ciri menggunakan metode Transformasi Wavelet [2]–[11] telah dilakukan dan digunakan untuk pengenalan tutur. Farooq et al. [2] menjelaskan penggunaan metode Discrete Wavelet Transform (DWT) untuk mengekstraksi ciri fonem. Ciri baru yang diperoleh menyelesaikan masalah shift variance yang sering terjadi pada ciri DWT. Penggunaan DWT membagi frekuensi sampling isyarat asli menjadi setengahnya pada tiap proses dekomposisi. Sehingga pada level dekomposisi terakhir isyarat otomatis akan terbagi menjadi beberapa subband frekuensi. Dengan metode DWT dyadic yang diaplikasikan pada frekuensi sampling 16 kHz maka band frekuensi yang dihasilkan adalah 0-1, 1-2, 2-4, dan 4-8 kHz. Wavelet yang digunakan adalah Daubechies DB7 dengan dekomposisi level 3. Untuk klasifikasi menggunakan Linear Discriminant Analysis (LDA) dan Multi Layer Perceptron (MLP). Dari hasil pengenalan terbaik adalah MLP lebih baik dibandingkan LDA. Selain itu DWT efektif digunakan untuk ekstraksi fitur pada sistem pengenalan fonem yang tak bergantung pembicara.

Trivedi et al. [5] menjelaskan kemampuan transformasi wavelet dalam mengekstraksi ciri suara pada sistem pengenalan suara. Proses pengenalan suara dibagi menjadi beberapa tahap yaitu, preprocessing, frame blocking dan penjendeleaan, ekstraksi ciri dengan wavelet dan pengenalan suara. Pada tahap preprocessing dilakukan proses denoising, preemphasis dan voice activity detection, tujuannya untuk mendapatkan isyarat suara yang tepat untuk diekstraksi cirinya. Hasilnya pengenalan ekstraksi ciri dengan DB8 lebih tinggi daripada DB6 yaitu dengan perbandingan 90,42% dan 84,56%. Rencana kedepan selanjutnya dari paper ini, adalah mengkombinasikan ciri dari teknik analisis yang berbeda untuk memperbaiki akurasi klasifikasi.

Ranjan et al. [3] melakukan ekstraksi ciri bahasa Hindi menggunakan DWT dengan 3 family wavelet dan 5 set dekomposisi, yakni: db8 Lev3, db8 Lev 5, db10 Lev5, Coif5 Lev5, dmey Lev 5. Perhitungan koefisien menggunakan LPC. Hasil eksperimen menunjukkan Daubechies 8 dengan dekomposisi level 5 menghasilkan kinerja terbaik dalam pengenalan.

Navnath et al. [6] mengusulkan metode baru dalam ekstraksi ciri berbasis dekomposisi wavelet dan reduksi orde koefisien LPC. Koefisien diturunkan dari dekomposisi sub-band (WLPC) dan Uniform Wavelet Decomposed LPC (UWLPC). Hasil eksperimen menunjukkan ciri dari metode WLPC yang diusulkan (UWLPC dan DWLPC) adalah efektif dan efisien dibandingkan LPCC dan MFCC. Dimensi vektor ciri untuk WLPC hampir setengah dari LPCC dan MFCC.

Sharma et al. [7] mengusulkan metode baru dalam ekstraksi ciri yakni menggunakan wavelet based sub-band parameter (WBSP) untuk mengklasifikasi suku kata bahasa Hindi. Kinerja metode yang diusulkan dibandingkan dengan MFCC. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa WBSP mencapai akurasi maksimal dengan hanya menggunakan 24 ciri, sedangkan MFCC akurasinya lebih rendah dengan menggunakan 39 ciri.

Saraswathy et al. [8] menggunakan DWT dengan mother Wavelet: haar, db2-10, db20, sym2-10, coif1-5, bior1.3-bior5.5, rbio1.1-rbio6.8, dmey pada dekomposisi level 5. Hasil eksperimen menunjukkan wavelet Meyer (dmey) menghasilkan kinerja akurasi terbaik. Penelitian ini menggunakan jumlah mother wavelet yang banyak yaitu 56 jenis, hal tersebut memungkinkan untuk diimplementasikan dalam penelitian terkait pengenalan tutur.

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan berbagai macam mother Wavelet untuk mendapatkan ciri yang efektif untuk mengklasifikasi isyarat tutur, yang diharapkan melalui proses perbandingan berbagai mother Wavelet akan didapatkan mother Wavelet yang terbaik dan paling cocok untuk mengolah dan mengekstraksi isyarat tutur. mother Wavelet yang sering digunakan diantaranya: Daubechies, Coiflet, Meyer, Haar, Symlet, Biortogonal. Tap filter yang akan digunakan pada masing-masing Mother Wavelet pada rentang 1 hingga 10.

II. METODE

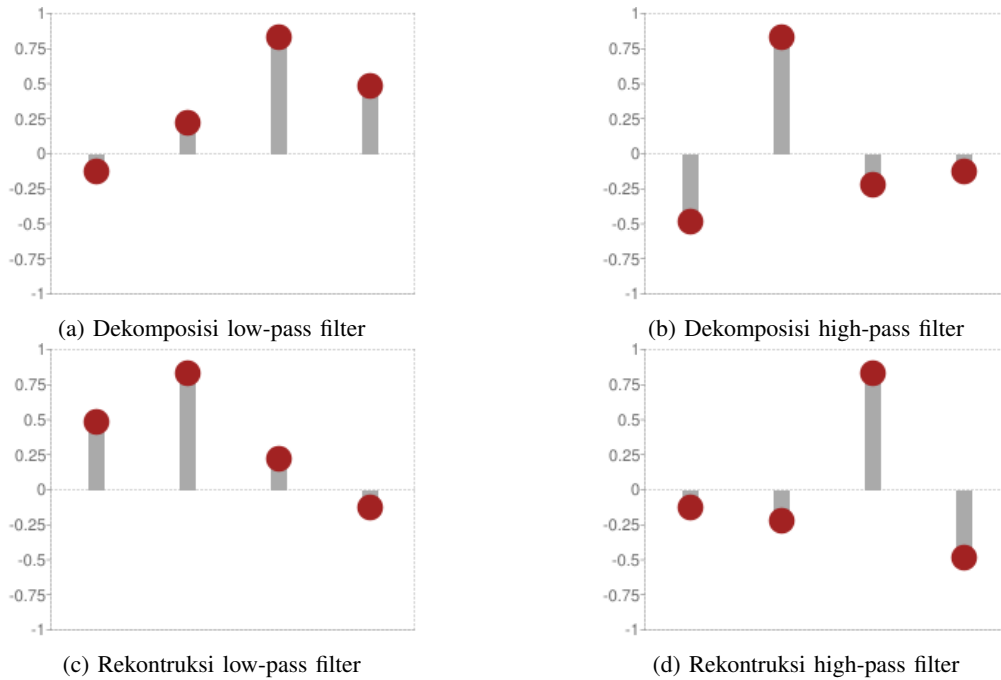
Penelitian ini menggunakan berbagai macam mother wavelet untuk mengekstraksi ciri isyarat tutur. Berikut ini adalah penjelasan jenis-jenis wavelet ortogonal yang dipakai dalam penelitian ini.

A. Wavelet Daubechies

Wavelet ini ditemukan oleh Ingrid Daubechies. Wavelet ini memiliki beberapa kelebihan yaitu robust, cepat, dan mudah menyesuaikan diri. Digunakan secara luas dalam pengenalan sinyal dari 2 sisi sekaligus yaitu dalam karakteristik waktu dan frekuensinya (makin panjang filternya, kualitas resolusi frekuensi meningkat sedangkan kualitas resolusi waktu menurun) yang terutama sangat sesuai untuk digunakan untuk pengenalan suara, analisis fraktal, dan analisis transient non simetris. Panjang filter untuk semua keluarga Daubechies adalah $D_bN = 2N$, misalnya Daubechies 2, maka panjang filternya adalah 4. Jumlah vanishing moments pada wavelet Daubechies adalah $N/2$ (setengah dari jumlah titik filter), sebagai contohnya wavelet Db8 memiliki 4 vanishing moments. Wavelet Daubechies memiliki jumlah vanishing moments terbanyak jika dibandingkan dengan wavelet-wavelet lain yang. Wavelet Daubechies yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Daubechies 2 yang memiliki panjang 4 tap filter dan Daubechies 6 yang memiliki panjang 12 tap filter seperti ditunjukkan oleh Gambar 1. Sedangkan untuk koefisien filternya ditunjukkan oleh Gambar 2.



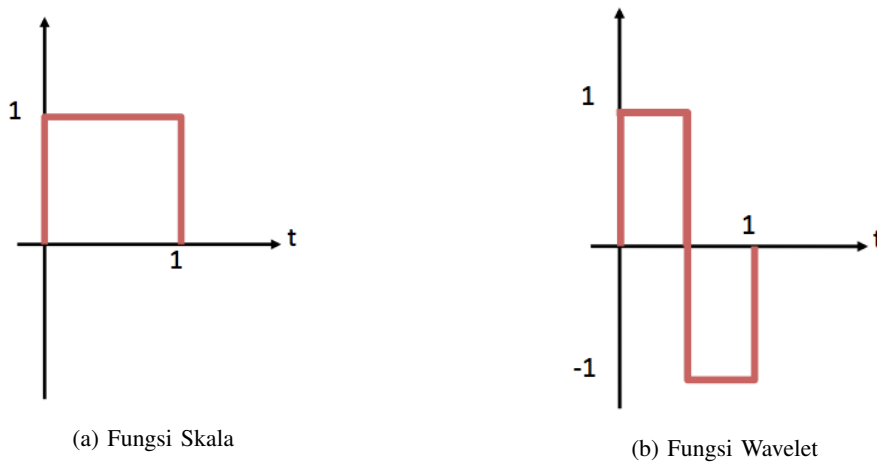
Gambar 1: Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet Daubechies 2



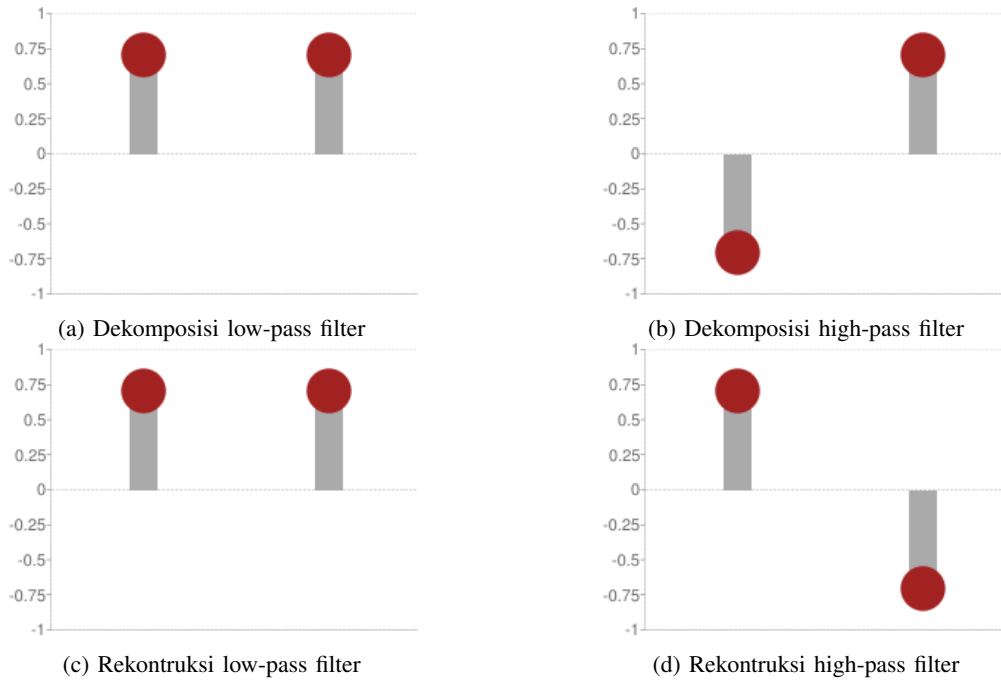
Gambar 2: Koefisien filter Daubechies 2

B. Wavelet Haar

Wavelet Haar adalah wavelet paling sederhana , paling pendek, dan yang pertama kali digunakan. Walaupun wavelet Haar kontinu tidak eksis di komputer digital, bentuk pendekatan dapat dihasilkan dengan proses upsampling dan lowpass filtering (interpolating) filter H' sederhana $([1 \ -1])$ untuk menghasilkan titik-titik hasil estimasi seperti ditunjukkan oleh Gambar 3. Sedangkan untuk koefisien filternya ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 3: Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet Haar



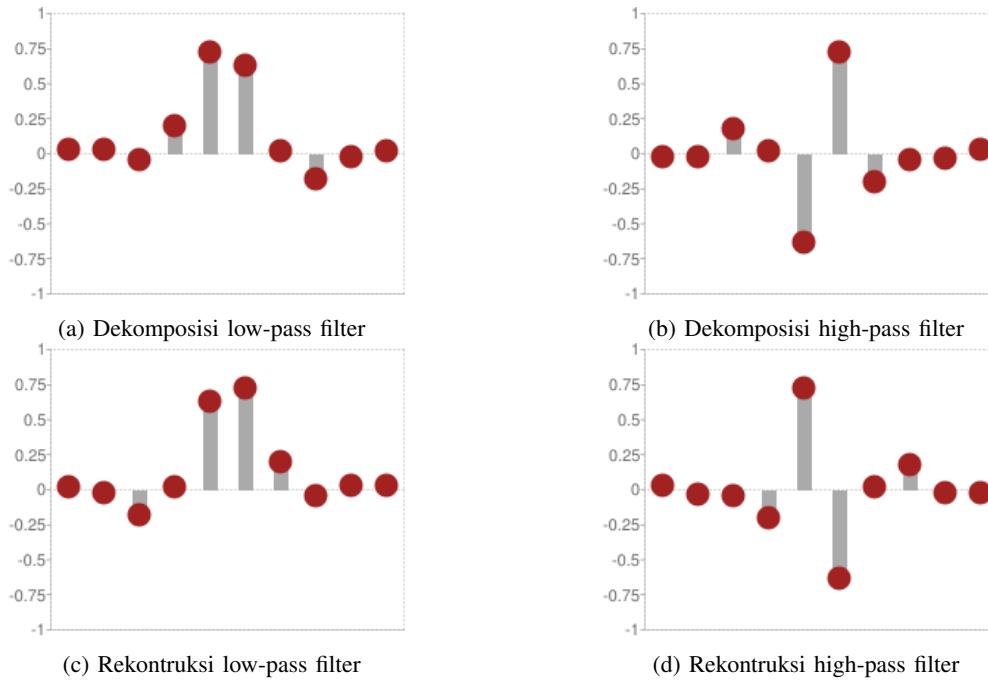
Gambar 4: Koefisien filter Haar

C. Wavelet Symlet

Wavelet Symlet adalah jenis wavelet yang lebih simetris dari wavelet Daubechies. Berdasarkan sifatnya yang hampir simetris, filter symlet yang lebih panjang (sym12, sym16, dll) juga memiliki fase yang hampir linear. Selain dari sifat kesimetrian dan fasenya, symlet memiliki kesamaan dengan daubechies. Mereka menjadi makin regular seiring dengan membesarnya nilai N (“SymN”), mereka juga memiliki compact support dan jumlah vanishing moments yang sama untuk nilai N yang sama dan sama-sama memiliki kemampuan perfect reconstruction dan alias cancellation yang memungkinkan mereka untuk digunakan baik di CWT maupun DWT. Symlet banyak digunakan dalam banyak aplikasi seperti dalam analisis power load consumption signals dan composite structures. Wavelet Symlet yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Symlet 5 yang memiliki 10 tap filter seperti ditunjukkan oleh Gambar 5. Sedangkan untuk koefisien filternya ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 5: Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet Symlet 5



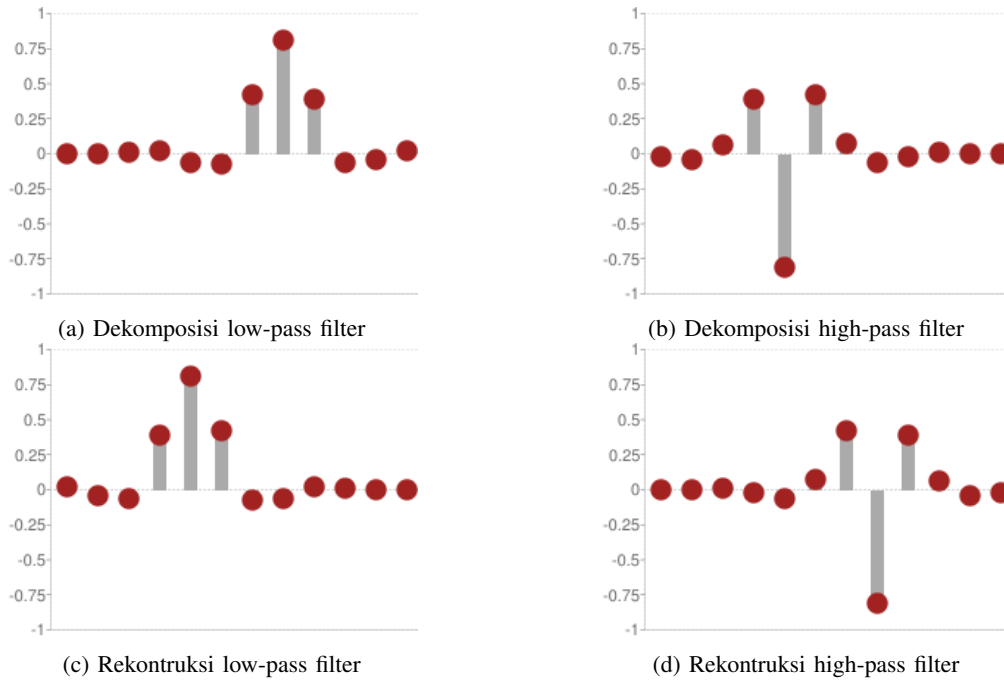
Gambar 6: Koefisien filter Symlet 5

D. Wavelet Coiflet

The Coifman Wavelets atau sering disingkat “Coiflets” dikembangkan oleh Ingrid Daubechies berdasar pada permintaan dari pionir wavelet Ronald Coifman untuk menemukan sebuah wavelet ortogonal (filter set) yang memiliki kemampuan vanishing moment baik di highpass maupun di lowpass filternya. Wavelet coiflet memiliki hubungan ortogonalitas yang sama dengan daubechies maupun symlet dan sama-sama memiliki derajat simetri yang tinggi dan fase yang mendekati linear. Kelemahan dari coiflet adalah jumlah vanishing moments nya yang lebih sedikit satu buah dari jenis wavelet daubechies atau symlet yang setara. Aplikasi coiflet hampir sama dengan daubechies dan symlet dengan salah satu penggunaan yang unik adalah untuk mendeteksi adanya self similarities. Wavelet Coiflet yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Coiflet 2 yang memiliki panjang 12 tap filter seperti ditunjukkan oleh Gambar 7. Sedangkan untuk koefisien filternya ditunjukkan oleh Gambar ??.



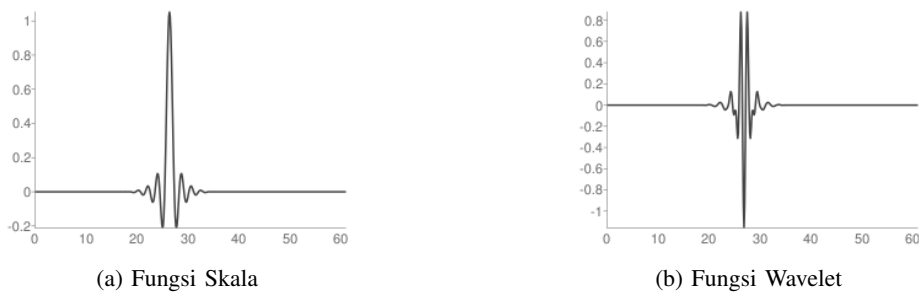
Gambar 7: Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet Coiflet 2



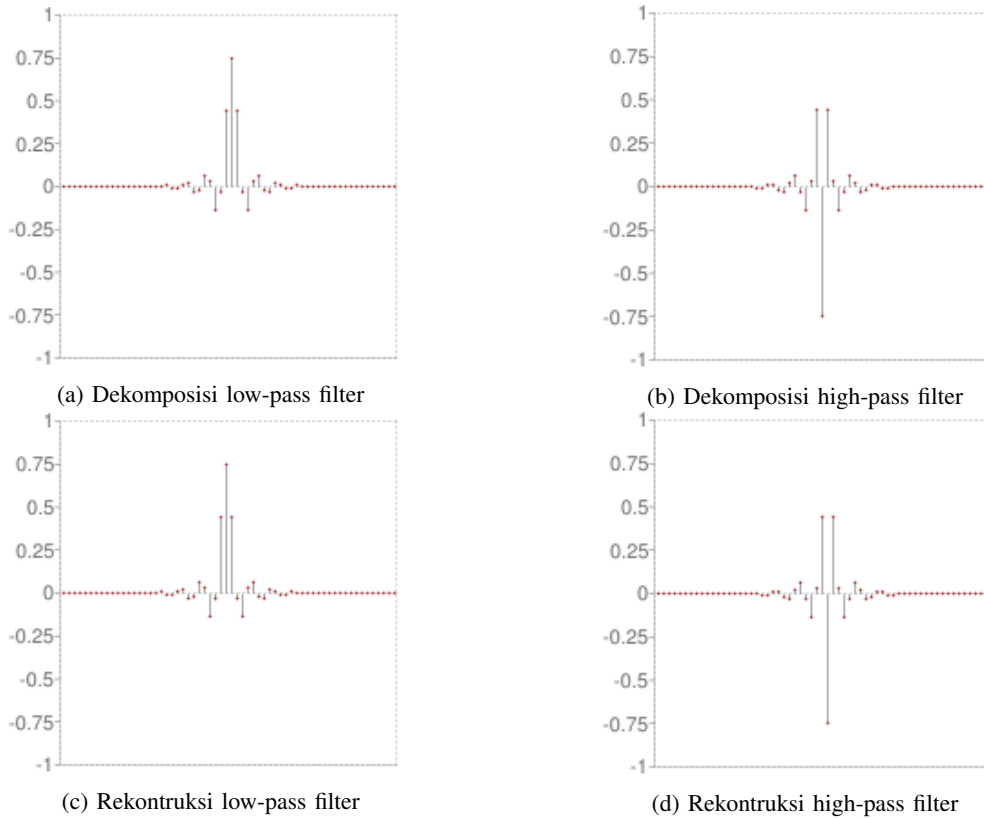
Gambar 8: Koefisien filter Coiflet 2

E. Wavelet Meyer Diskrit

Wavelet meyer kontinu yang berasal dari ranah frekuensi menghasilkan karakteristik frekuensi yang sangat baik sehingga membuat versi diskritnya dengan menggunakan filter FIR yang bisa digunakan di berbagai jenis DWT menjadi suatu kebutuhan. Oleh karena itu wavelet Meyer diskrit lahir dari versi kontinunya. Wavelet meyer diskrit memiliki sifat-sifat seperti tidak memiliki vanishing moments, mendekati simetris sempurna, fase mendekati linear, dan karakteristik frekuensi yang melebihi daubechies dalam kualitasnya. Semua karakteristik di atas membuatnya dapat digunakan di berbagai jenis. Wavelet Meyer yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Meyer diskrit seperti ditunjukkan oleh Gambar 9. Sedangkan untuk koefisien filternya ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 9: Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet Meyer diskrit



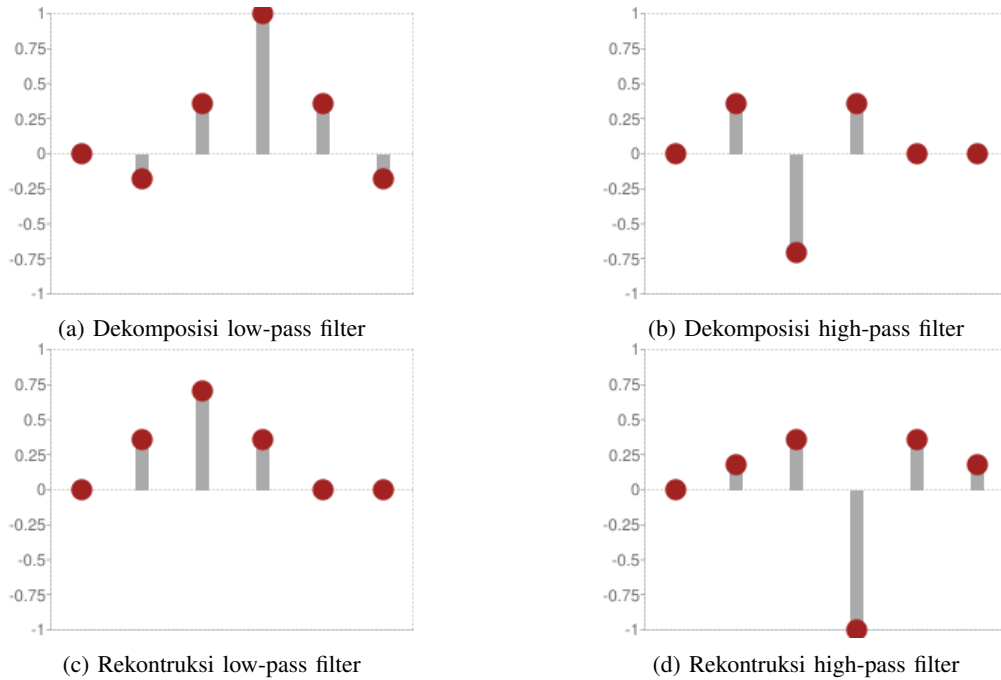
Gambar 10: Koefisien filter Meyer Diskrit

F. Wavelet Biortogonal

Wavelet biortogonal adalah wavelet yang memiliki 4 jenis filter dasar yaitu 2 filter dekomposisi (LPF dan HPF) dan 2 filter untuk rekonstruksi (LPF dan HPF) yang memiliki simetri sempurna dengan fase linear, tidak ortogonal dan bisa dibentuk hanya dengan filter 3 titik. Biasanya memiliki panjang yang tidak sama satu sama lain yang dapat diketahui dari nama wavelet nya (3/5, 7/9, 4/20, dll). Wavelet ini banyak digunakan dalam pengolahan citra karena sifatnya yang simetris sempurna sehingga kompresi citra dan proses de-noising dapat dicapai secara efisien. Wavelet Biortogonal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Biortogonal 2.2 yang memiliki 6 tap filter seperti ditunjukkan oleh Gambar 11. Sedangkan untuk koefisien filternya ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 11: Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet Biortogonal 2.2



Gambar 12: Koefisien filter Biortogonal 2.2

III. HASIL

Berdasarkan Tabel I terlihat bahwa koefisien filter Mother Wavelet Daubechies 2 menghasilkan akurasi klasifikasi yang paling baik dibandingkan Mother Wavelet lainnya (Haar, Coiflet2, Meyer, Symlet, dan Biortogonal) untuk mengekstraksi dan mengklasifikasi suku kata konsonan hambat bahasa Indonesia ditunjukkan oleh hasil akurasi 90,6% (WPT+Daub2), 66,7% (WPT+Haar), 76,7% (WPT+Coif2), 62,3% (WPT+Meyer), 64,2% (WPT+Symlet), dan 61,7% (WPT+Biortogonal).

Tabel I: Hasil Perbandingan klasifikasi isyarat tutur

Metode Ekstraksi Ciri dan Mother Wavelet	Akurasi Klasifikasi (%)
WPT + Daubechies2	90,6
WPT + Haar	66,7
WPT + Coiflet2	76,7
WPT + Meyer	62,3
WPT + Symlet	64,2
WPT + Biortogonal	61,7

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan ternyata koefisien filter Mother Wavelet Daubechies 2 menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih baik dibandingkan Mother Wavelet lainnya (Haar, Coiflet2, Meyer, Symlet, dan Biortogonal) untuk mengekstraksi dan mengklasifikasi suku kata konsonan hambat bahasa Indonesia ditunjukkan oleh hasil akurasi 90,6% (WPT+Daub2), 66,7% (WPT+Haar), 76,7% (WPT+Coif2), 62,3% (WPT+Meyer), 64,2% (WPT+Symlet), dan 61,7% (WPT+Biortogonal). Parameter yang mempengaruhi hasil akurasi klasifikasinya terletak pada koefisien filter dekomposisi rendah (Lo_D) dan koefisien filter dekomposisi tinggi (Hi_D).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Teknologi Digital atas dukungannya dalam melaksanakan penelitian ini.

PUSTAKA

- [1] E. S. Doda and E. R. Mehta, "Speech Recognition Techniques: A Review," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, vol. 4, no. 8, pp. 944–947, 2014.
- [2] O. Farooq and S. Datta, "Phoneme recognition using wavelet based features," vol. 150, pp. 5–15, 2003.
- [3] S. Ranjan, "A Discrete Wavelet Transform Based Approach to Hindi Speech Recognition," *Signal Acquis. Process. 2010. ICSAP '10. Int. Conf.*, 2010, doi: 10.1109/ICSAP.2010.21.
- [4] X. Zhao, Z. Wu, J. Xu, K. Wang, and J. Niu, "Speech Signal Feature Extraction Based on Wavelet Transform," in 2011 International Conference on Intelligent Computation and Bio-Medical Instrumentation, Dec. 2011, no. 1, pp. 179–182, doi: 10.1109/ICBML.2011.80.

- [5] N. Trivedi, V. Kumar, S. Singh, S. Ahuja, and R. Chadha, "Speech Recognition by Wavelet Analysis," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 15, no. 8, pp. 27–32, 2011, doi: 10.5120/1968-2635.
- [6] N. S. Nehe and R. S. Holambe, "DWT and LPC based feature extraction methods for isolated word recognition," *EURASIP J. Audio, Speech, Music Process.*, vol. 2012, no. 1, p. 7, 2012, doi: 10.1186/1687-4722-2012-7.
- [7] R. P. Sharma, O. Farooq, and I. Khan, "Wavelet based sub-band parameters for classification of unaspirated Hindi stop consonants in initial position of CV syllables," *Int. J. Speech Technol.*, vol. 16, no. 3, pp. 323–332, Sep. 2013, doi: 10.1007/s10772-012-9185-x.
- [8] J. Saraswathy, M. Hariharan, T. Nadarajaw, W. Khairunizam, and S. Yaacob, "Optimal selection of mother wavelet for accurate infant cry classification," *Australas. Phys. Eng. Sci. Med.*, vol. 37, no. 2, pp. 439–456, 2014, doi: 10.1007/s13246-014-0264-y.
- [9] A. Biswas, P. K. Sahu, A. Bhowmick, and M. Chandra, "Hindi phoneme classification using Wiener filtered wavelet packet decomposed periodic and aperiodic acoustic feature," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 42, pp. 12–22, 2015, doi: 10.1016/j.compeleceng.2014.12.017.
- [10] R. Hidayat, Priyatmadi, and W. Ikawijaya, "Wavelet based feature extraction for the vowel sound," in *2015 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, Nov. 2015, pp. 1–4, doi: 10.1109/ICITSI.2015.7437702.
- [11] S. Hidayat, R. Hidayat, and T. B. Adji, "Speech recognition of CV-patterned indonesian syllable using MFCC, wavelet and HMM," *J. Ilm. Kursor*, vol. 8, no. 2, pp. 67–78, 2015, doi: <https://doi.org/10.21107/kursor.v8i2>.