

INTISARI

Teknik *Doppler guided hemorrhoidal artery ligation* (DG-HAL) merupakan metode penanganan wasir stadium lanjut yang bersifat minimal invasif dengan trauma pasca-operasi dan resiko komplikasi lebih kecil. Meskipun demikian, dokter yang melakukan prosedur DG-HAL hanya bergantung pada auskultasi bunyi *Doppler* yang dihasilkan oleh prosesor untuk menentukan lokasi arteri wasir secara tepat di dinding liang anus untuk kemudian diligasi satu persatu. Auskultasi bunyi *Doppler* arteri secara tradisional memiliki beberapa kelemahan, yaitu dokter harus memperhatikan secara seksama bunyi *Doppler* yang dihasilkan oleh prosesor *Doppler* dan akurasi pendeteksiannya pun sangat subyektif. Hal ini dapat diatasi dengan suatu *decision support system* yang dapat mengklasifikasikan bunyi secara otomatis. Telah banyak penelitian terdahulu tentang topik ini, salah satunya dengan menggunakan *Mel frequency cepstrum coefficient* (MFCC), tapi akurasi yang dihasilkan belum optimal. Untuk itu dalam penelitian disertasi ini akan dilakukan perbaikan metode MFCC melalui penggunaan fitur dinamis dan pita selektif pada *filter bank*-nya. Perbaikan metode MFCC sebagai ekstraksi fitur diharapkan dapat meningkatkan akurasi pendeteksian bunyi *Doppler* arteri wasir.

Pada penelitian disertasi ini, digunakan MFCC Dinamis Pita Selektif (MFCCDPS) sebagai unsur kebaruan, dengan penggunaan *filter-bank* yang pitanya dipilih pada area yang spektrum kelompok bunyi *Doppler* arterial dan non-arterial berbeda secara signifikan menggunakan *Euclidean distance*. Kemudian, fitur-fitur sinyal bunyi tersebut diekstrak menggunakan koefisien statis dan koefisien-koefisien dinamis MFCC. Klasifikasi bunyi digunakan *support vector machine* (SVM) ensemble setelah sebelumnya dilakukan seleksi fitur menggunakan *genetic algorithm* (GA).

Dengan sampel bunyi sebanyak 251 yang dikumpulkan melalui operasi DG-HAL sesungguhnya dan terbagi menjadi bunyi arterial dan non-arterial, didapatkan akurasi klasifikasi terbaik sebesar 97,25%. Hasil ini lebih baik dibandingkan algoritma klasifikasi yang menggunakan MFCC tradisional yang hanya mencapai akurasi 90,59%. Hasil dari algoritma yang diusulkan juga lebih baik dibandingkan dengan algoritma acuan yang terdiri atas paduan *discrete wavelet transform* (DWT) dan *random forest* (RF) yang hanya memperoleh nilai 92% untuk akurasi. Ketika pengklasifikasi diganti *deep neural network* (DNN) pun, akurasinya masih tetap stabil mencapai 96,96%. Hal ini membuktikan bahwa tujuan penelitian untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi dalam klasifikasi bunyi *Doppler* dalam prosedur DG-HAL menggunakan metode kebaruan telah tercapai. Temuan-temuan dalam penelitian disertasi ini dapat memberikan pertimbangan teknis untuk pengembangan lebih lanjut *decision support system* dalam prosedur DG-HAL.

ABSTRACT

Doppler guided hemorrhoidal artery ligation (DG-HAL) is minimally invasive surgical treatment for high-grade hemorrhoids which exhibits lower post-operative pain and complications risks. However, the surgeon performing DG-HAL procedures depends solely on Doppler-based sound to identify hemorrhoidal arteries around the anus, which are then ligated separately. There are certain limitations to Doppler-based arterial conventional sound auscultation, including as the surgeon's need to pay close attention to even the smallest variations in sound and the extremely subjective nature of detection accuracy. An automatic sound classification decision assistance system can be used to overcome this issue. Although there has been a lot of prior research on this subject, the accuracy of the findings is still insufficient This dissertation research suggests using dynamic features and a selective filter bank to improve the Mel-frequency cepstrum coefficients (MFCC) approach in order to address the problem. It is anticipated that improving MFCC as the feature extraction technique will increase overall detection accuracy.

The dynamic band selective MFCC (DBSMFCC) is proposed as the novel element in this dissertation research. Using Euclidean distance, the bandwidth of the filter bank is set on the region where the spectra of the arterial and nonarterial groups differs significantly. The MFCC static and dynamic coefficients are then used to extract the sound signal's characteristics. After a genetic algorithm (GA) is used for feature selection, an ansamble support vector machine (SVM) is used to do the classification.

The best classification accuracy can reach 97.25% when 251 sound samples from the actual DG-HAL procedures are used, which are separated into arterial and non-arterial sound groups. This outcome is superior to the 90.59% accuracy of the classification method that uses classical MFCC. Additionally, the suggested technique outperforms the reference algorithm's 92% accuracy, which combines random forest (RF) and discrete wavelet transform (DWT). Moreover, to ensure the stability of the proposed method, the classifier is switched to deep neural network (DNN) and still maintains its accuracy at 96.96%. These results provide evidence that the goal of the research in obtaining higher accuracy in classifying Doppler sounds has been achieved. The findings in the dissertation may contribute technical considerations for further development of decision support in DG-HAL procedures.