

INTISARI

Pengolahan isyarat dengan ukuran yang besar memerlukan waktu pemrosesan atau transmisi data yang lama dan mahal. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan kompresi terhadap isyarat tersebut karena pengurangan ukuran isyarat dapat meningkatkan efisiensi proses transmisi karena jumlah pesat bit yang dibutuhkan berkurang. Akan tetapi, kompresi isyarat biasanya dilakukan dengan tetap mengalokasikan memori penyimpanan yang besar untuk isyarat asli sebelum dikompresi. *Compressive sampling* (CS) merupakan salah satu metode kompresi yang tidak perlu mendapatkan akuisisi atau pengukuran yang menyeluruh terhadap isyarat yang akan diproses. Penggunaan CS mengeksplorasi sifat *sparse* sinyal untuk merekonstruksi sinyal dengan tingkat akurasi yang dapat dicapai berdasarkan elemen atau koefisien penting dapat diketahui. Oleh karena itu, CS tidak perlu melakukan akuisisi atau pengukuran yang menyeluruh terhadap isyarat yang akan dikompresi sehingga tidak perlu menyediakan memori media penyimpanan yang besar bagi sebelum proses kompresi.

Penelitian ini dilakukan dengan metode simulasi untuk melakukan pengujian dan analisa CS dalam kompresi dan rekonstruksi isyarat. Pengujian tersebut dilakukan untuk menghasilkan rekonstruksi yang baik dari hasil kompresi sinyal *noisless* atau *noisy* agar dapat dilakukan pengaplikasian yang tepat. Terdapat penggunaan beberapa algoritma rekonstruksi berbeda yang diaplikasikan pada sinyal *noisless* atau *noisy*. Pada rekonstruksi sinyal *noisless* digunakan algoritma l_1 norm dan *Orthogonal Matching Pursuit* (OMP). Selain itu, untuk rekonstruksi sinyal *noisy* digunakan algoritma *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO). Akan tetapi, untuk isyarat *electrocardiogram* (ECG) digunakan algoritma *Multiple Measurement Vector (MMV) FOCal Underdetermined System Solution* (MFOCUSS) dan OMP. Selain itu, untuk isyarat citra digunakan algoritma rekonstruksi LASSO dan MFOCUSS.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang memengaruhi proses rekonstruksi isyarat menggunakan metode CS. Pada prinsip kerja CS, nilai *sparsity* (K) pada data matriks (isyarat *noiseless*) dan nilai *compression rate* ($M/(NP)$) memengaruhi hasil kompresi dan rekonstruksi data matriks atau isyarat tersebut dimana ketika nilai K dan nilai M memenuhi aturan RIP ($2K \leq M$) maka hasil rekonstruksi akan semakin akurat. Pada proses rekonstruksi isyarat *noisy*, *variance* dari elemen *noise* (elemen dengan nilai tidak signifikan) dan *variance* dari elemen dengan nilai signifikan pada data matriks (isyarat) memengaruhi hasil rekonstruksi isyarat tersebut. Dimana ketika nilai *variance* dari elemen *noise* semakin sama dengan nilai *variance* dari elemen dengan nilai signifikan pada data matriks (isyarat), maka hasil rekonstruksi semakin buruk karena isyarat semakin tidak kompresibel. Algoritma rekonstruksi l_1 -norm minimization lebih baik daripada algoritma OMP dalam merekonstruksi isyarat *noiseless*. Pada proses rekonstruksi isyarat *electrocardiogram* (ECG), algoritma rekonstruksi MFOCUSS lebih baik daripada algoritma rekonstruksi OMP. Dalam pengaplikasian analisa *heart rate variability*, hasil rekonstruksi isyarat ECG dengan algoritma rekonstruksi MFOCUSS menghasilkan hasil pengukuran parameter-parameter HRV *domain* waktu yang lebih akurat daripada menggunakan algoritma rekonstruksi OMP. Pada pengaplikasian citra, algoritma rekonstruksi MFOCUSS lebih cepat dibandingkan LASSO.

Kata kunci : Rekonstruksi Isyarat, *Compressive Sampling*, *Sparsity*, *Compression Rate*, Algoritma Rekonstruksi.

ABSTRACT

Processing large-sized signals requires a long and costly data processing or transmission time. This issue can be addressed by compressing these signals, as reducing the size of the signals can enhance the efficiency of the transmission process due to the decreased number of necessary bit rates. However, signal compression is typically performed while still allocating substantial storage memory for the original signal before compression. Compressive Sampling (CS) is a compression method that does not require comprehensive acquisition or measurement of the signal to be processed. The use of CS exploits the sparse nature of signals to reconstruct them with an achievable accuracy level based on the known important elements or coefficients. Therefore, CS does not need to perform comprehensive acquisition or measurement of the signal to be compressed, eliminating the need to provide large storage memory media before the compression process.

This research was conducted using a simulation method to test and analyze CS in signal compression and reconstruction. The tests were performed to produce good reconstruction from the compression results of noiseless or noisy signals to enable appropriate application. Several different reconstruction algorithms were applied to noiseless or noisy signals. For the reconstruction of noiseless signals, the l_1 norm and Orthogonal Matching Pursuit (OMP) algorithms were used. In addition, for the reconstruction of noisy signals, the Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) algorithm was used. However, for electrocardiogram (ECG) signals, the Multiple Measurement Vector (MMV) FOCal Underdetermined System Solution (MFOCUSS) and OMP algorithms were used. Furthermore, for image signals, the LASSO and MFOCUSS reconstruction algorithms were used.

The results of this research indicate that several factors influence the signal reconstruction process using the CS method. In the CS working principle, the sparsity value (K) in the matrix data (noiseless signal) and the compression rate value ($M/(NP)$) affect the compression and reconstruction results of the matrix data or signal, where when the K value and the M value meet the RIP rule ($2K \leq M$), the reconstruction result will be more accurate. In the reconstruction process of noisy signals, the variance of noise elements (elements with insignificant values) and the variance of elements with significant values in the matrix data (signal) affect the reconstruction result of the signal. When the variance value of the noise elements is increasingly similar to the variance value of the elements with significant values in the matrix data (signal), the reconstruction result worsens because the signal becomes less compressible. The l_1 -norm minimization reconstruction algorithm is better than the OMP algorithm in reconstructing noiseless signals. In the reconstruction process of electrocardiogram (ECG) signals, the MFOCUSS reconstruction algorithm is better than the OMP reconstruction algorithm. In the application of heart rate variability analysis, the reconstruction result of ECG signals with the MFOCUSS reconstruction algorithm produces more accurate measurements of time-domain HRV parameters than using the OMP reconstruction algorithm. In image application, the MFOCUSS reconstruction algorithm is faster than LASSO.

Keywords : Signal Reconstruction, Compressive Sampling, Sparsity, Compression Rate, Reconstruction Algorithm.