



Analisis penerapan tapis Wiener pada segmentasi pola fluktuasi spektral

Analysis of the Wiener filters application to the spectral fluctuation patterns segmentation

Melinda Melinda^{*)}, Elizar Elizar, Yunidar, Muhammad Irhamsyah

Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk Syech Abdurrauf No.7, Darussalam, Banda Aceh, Indonesia 23111

Cara sitasi: M. Melinda, E. Elizar, Y. Yunidar, and M. Irhamsyah, "Analisis penerapan tapis Wiener pada segmentasi pola fluktuasi spektral," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 22-30, 2021. doi: [10.14710/jtsiskom.2020.13868](https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2020.13868), [Online].

Abstract - *The Wiener filter is an adaptive filter which able to produce the desired estimates. Besides, this filter can also suppress noise in digital signal processing. This study aims to segment the fluctuation pattern, which results from data acquisition from a capacitive sensor with the object H₂O. The fluctuation pattern to be processed is the High Fluctuation (HF) pattern by dividing the pattern into several segments according to the input frequency. It aims to see in more detail and clearly the state of each segmentation of the pattern. The results will show noise attenuation and suppression after filtering with a Wiener filter. The Signal to Noise Ratio (SNR) value will also be analyzed, which shows that the signal quality is getting better after applying the Wiener filter. Then, the analysis of the Mean Square Error (MSE) results can provide more consistent results with a smaller average error.*

Keywords – *multi-spectral; fluctuation; noise; Wiener filter; adaptive filter*

Abstrak – *Tapis Wiener merupakan suatu tapis adaptif yang dapat digunakan untuk menghasilkan perkiraan yang diinginkan. Selain itu, tapis ini juga dapat menekan derau pada pengolahan sinyal digital. Kajian melakukan segmentasi terhadap pola fluktuasi yang merupakan hasil akuisisi data dari sebuah sensor kapasitif dengan objeknya H₂O. Pola fluktuasi yang diolah adalah pola fluktuasi tinggi (HF, High Fluctuation) dengan cara membagi pola tersebut ke dalam beberapa segmen sesuai dengan frekuensi masukan. Hal ini bertujuan untuk dapat melihat lebih detil dan jelas keadaan setiap segmentasi dari pola tersebut. Hasilnya menunjukkan peredaman dan penekanan derau setelah ditapis dengan tapis Wiener. Selain itu, nilai SNR juga dianalisis dan menunjukkan bahwa kualitas sinyal semakin baik sesudah penerapan tapis Wiener. Analisis hasil nilai MSE*

mampu memberikan hasil yang lebih konsisten dengan rata-rata kesalahan yang lebih kecil.

Kata Kunci – *multispektral; fluktuasi; derau; tapis Wiener; filter adaptif*

I. PENDAHULUAN

Saat ini metode pengolahan sinyal fluktuasi telah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti. Namun, pengolahan sinyal fluktuasi cukup sulit untuk dianalisis dengan metode biasa untuk mendapatkan sebuah hasil yang baik. Salah satu metode analisis pada penelitian sebelumnya menggunakan transformasi *wavelet* [1]. Fluktuasi suatu peristiwa tidak bisa dihindari, dimana kandungan informasi penting di dalamnya yang mencerminkan keadaan suatu bahan dan juga memiliki sifat *non-stationary* [2], [3]. Pola fluktuasi itu sendiri memiliki karakteristik yang cukup menarik untuk diteliti [4]. Penelitian terkait pengolahan fluktuasi yang merupakan hasil akuisisi data sensor kapasitif dengan objek H₂O telah dilakukan sebelumnya dalam [4]-[8].

Bahan H₂O digunakan sebagai *platform* yang sudah dilakukan oleh kajian sebelumnya dan sinyal fluktuasi sebagai keluaran yang berbentuk spektrum dalam jenis multispektral. Analisis dari bahan ini menghasilkan sinyal fluktuasi dengan menggunakan hasil dari akuisisi data Multi Spektral Sensor Kapasitif (MSSK) dengan menerapkan suatu metode pendekatan baru, yaitu Transformasi Statistik Tamsir (TST) yang telah lebih dahulu dikembangkan dalam [5]. Pengolahan sinyal untuk fluktuasi dibagi ke dalam beberapa tipe, yaitu *Mean Fluctuation* (MF), *High Fluctuation* (HF), dan *High-High Fluctuation* (HHF). Pada keluaran ketiga tipe sinyal fluktuasi di tahapan *pre-prosesing* akan mengeluarkan nilai matriks pada semua pola fluktuasi [1]. HF merupakan tipe pola fluktuasi yang dapat mempresentasikan bentuk pola yang lebih jelas dan tajam untuk dianalisa.

Di sisi lain, kajian tentang aplikasi penerapan tapis Wiener untuk pengolahan sinyal digital telah banyak dilakukan. Penggunaan tapis Wiener telah digunakan untuk pengurangan derau, seperti yang telah dilakukan dalam [9]-[11]. Selain itu, tapis ini juga digunakan

^{*)} Penulis korespondensi (Melinda)
Email: melinda@unsyiah.ac.id

untuk pengolahan sinyal dari hasil EKG karena sinyal keluarannya banyak mengandung derau yang berasal dari *power line* [12]. Tapis Wiener juga digunakan untuk *denoising* restorasi citra digital dan menghasilkan citra yang lebih sedikit deraunya serta mudah untuk dianalisis [13].

Anderes [14] menggunakan tapis Wiener untuk metode pengurangan derau pada pengolahan sinyal digital secara adaptif. Nilai SNR tetap digunakan sebagai parameter kualitas sinyal pada studi ini dan dapat mengontrol pengurangan derau yang lebih baik dengan memanipulasi tapis Wiener. Tapis Wiener juga digunakan untuk mendapatkan *posterior sample* dari *unknown data* dengan menggunakan pendekatan *fiducial model* [15]. Yadav dkk. [16] mengusulkan metode peningkatan tapis Wiener dan *filter subspace* untuk pengurangan derau pada teknologi *subspace speech* yang menghasilkan kinerja yang lebih baik dalam menghilangkan derau.

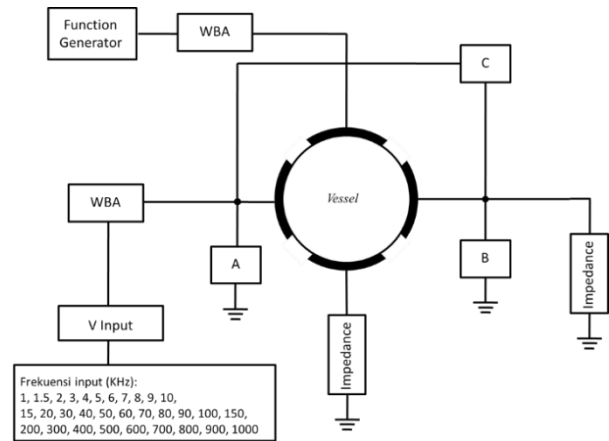
Berbeda dengan [6] yang menggunakan 2D-DWT dan diterapkan untuk pengolahan pola fluktuasi HFF, penelitian ini mengkaji tentang teknik pengolahan sinyal dengan metode tapis Wiener menggunakan pola fluktuasi HF. Tapis Wiener pada penelitian ini digunakan untuk memperjelas suatu bacaan dari pola dan mempunyai kelebihan dalam perhitungan kesalahan yang kecil dan menghasilkan efek derau yang baik untuk sinyal bebas dari derau [14]. Kajian ini memanfaatkan metode tapis Wiener untuk mengolah sinyal multi spektral pada pengolahan fluktuasi dengan menerapkan tahapan segmentasi yang mempunyai tujuan untuk melihat jelas dan detil perubahan yang terjadi pada pola fluktuasi HF. Evaluasi kualitas sinyal multi spektral menggunakan analisis nilai *signal-to-noise ratio* (SNR) dan *mean square error* (MSE).

II. METODE PENELITIAN

A. Sistem multi spektral sensor kapasitif

Studi ini menggunakan sistem MSSK yang dapat mendeteksi perubahan pada suatu material dalam skala molekuler. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip spektroskopi impedansi sehingga memiliki sifat untuk tidak merusak molekul/ material yang dideteksi. Selain itu, MSSK juga merupakan sensor yang dapat mendeteksi molekul dalam beberapa bahan kimia seperti air murni, minyak, dan lainnya tanpa kontak langsung antara sensor dan bahan uji [4].

Kinerja sensor MSSK dimulai dari bahan diuji yang dimasukkan ke dalam tabung yang dikelilingi oleh 4 elektroda yang terpisah sejauh 90° dengan elektroda *grounding* di antaranya. Keempat elektroda dibagi dalam pasangan, yaitu pasangan utama dan pasangan gangguan. Elektroda pertama pada pasangan pertama terhubung dengan masukan utama, dan elektroda kedua dari pasangan utama terhubung dengan impedansi yang telah ditentukan. Elektroda pertama dari pasangan gangguan terhubung dengan masukan gangguan dan elektroda kedua terhubung dengan impedansi yang



Gambar 1. Sistem kinerja Multi Spektral Sensor Kapasitif (MSSK) [4]

memiliki nilai sama dengan elektroda pada pasangan utama (Gambar 1). Dari pengambilan data, MSSK mempunyai bagian 2 kanal, yaitu bagian A dan bagian B, sedangkan pada bagian C merupakan keluaran dari data A dan B. Bagian A yang dihubungkan secara paralel dengan bagian masukan utama yang membaca tegangan sebelum melewati sensor, sedangkan pada bagian B yang dihubungkan secara paralel dengan elektroda yang sejajar dengan *impedance* dan *ground* yang membaca tegangan setelah melewati sensor. Bagian C merupakan keluaran yang membaca kedua titik penting dari bagian A dan bagian B, yaitu membaca tegangan sebelum dan setelah melewati sensor.

B. Tapis Wiener

Dalam pemrosesan sinyal di kajian ini, tapis Wiener digunakan untuk menghasilkan perkiraan yang diinginkan atau target proses acak dengan linear tak ubah waktu dalam proses yang diamati, dengan asumsi sinyal yang dikenal adalah stasioner dan memiliki spektrum derau. Tapis Wiener meminimalkan MSE antara jumlah taksiran proses acak dan proses yang diinginkan. Semua tapis adaptif memakai tapis Wiener sebagai realisasi tapis optimum. Semua kaidah dan sifat-sifat yang ada pada tapis adaptif berlaku juga pada tapis Wiener [11].

Tujuan dari tapis Wiener adalah untuk menghitung perkiraan statistik yang tidak diketahui menggunakan sinyal terkait sebagai masukan dan penyaringan untuk menghasilkan estimasi sebagai keluaran. Namun, desain tapis Wiener mengambil pendekatan yang berbeda dan sangat optimal dalam MSE atau dengan kata lain meminimalkan keseluruhan proses *invert filter* dan *smoothing noise*. Selain itu, tapis Wiener merupakan estimasi linear dari citra asli. Pendekatan ini didasarkan pada pendekatan stokastik (Gambar 2).

Dalam pendekatan statistik untuk solusi masalah penyaringan linier, karakteristik dari sinyal yang diinginkan untuk diestimasi dari derau harus dihilangkan. Tapis ini harus dirancang sedemikian rupa sehingga keluaran dari tapis dapat meminimalkan efek derau dari data yang diberikan sebagai masukan ke tapis

(Persamaan 1). Paramater x_k dan w adalah vektor sinyal masukan dan vektor bobot masing – masing tapis dan diberikan oleh $X_k = [X_k X_{k-1} X_{k-2} X_{k-3} \dots X_{k-(N-1)}]^T$ dan $w = [w(0) w(1) w(2) w(3) \dots w(N-1)]^T$.

$$y_k = \sum_{i=0}^{N-1} w(i) \cdot x_{k-i} \quad (1)$$

Tapis Wiener diwakili oleh vektor koefisien dan dihitung untuk meminimalkan rata-rata kuadrat kesalahan antara nilai keluaran tapis dan sinyal yang diinginkan. Sinyal kesalahan diperoleh dengan mengambil perbedaan antara sinyal derau dan estimasi sinyal derau, setelah itu rata-rata kuadrat kesalahan (MSE) dihitung dengan mengambil ekspektasi dari sinyal kesalahan (e_k).

C. Segmentasi

Tujuan dari deteksi segmentasi adalah untuk membedakan sub-divisi daerah konstituen dari suatu gambar. Segmentasi telah diimplementasikan dalam studi awal [6]. Langkah pertama adalah menghitung rekonstruksi untuk aproksimasi level 2 dari spektrogram yang didapatkan pada riset sebelumnya. Langkah berikutnya adalah segmentasi pada hasil aproksimasi level 2 dengan membagi segmentasi sebanyak 31 segmentasi menggunakan hasil pada matrik pada A2 yaitu (31x8192), dimana 31 dianggap sebagai n . Nilai n adalah frekuensi masukan dan terdapat 31 jumlah n dengan frekuensi masukannya dimulai dari 1 kHz sampai dengan 1 MHz seperti terlihat pada Gambar 1. Parameter m adalah jumlah spektral dalam matriks yang terdiri dari 8.192 buah titik. Model matrik yang digunakan dapat dinyatakan seperti pada Persamaan 2.

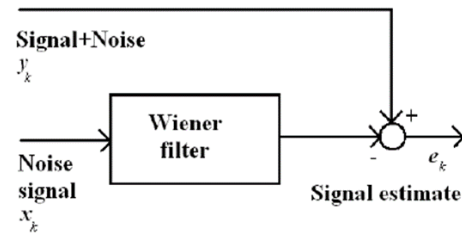
$$M_{m \times n} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Untuk segmentasi setiap segmennya, diperoleh dengan mengambil nilai setiap kolom ke- n dan dibagi ke dalam 31 segmen. Hal ini berarti terdapat 31 segmen untuk setiap masukan frekuensi. n adalah jumlah respons frekuensi yang berbeda sebanyak 31 buah dan m adalah banyak jumlah baris sebesar 8.192.

D. Signal -to-noise ratio dan mean square error

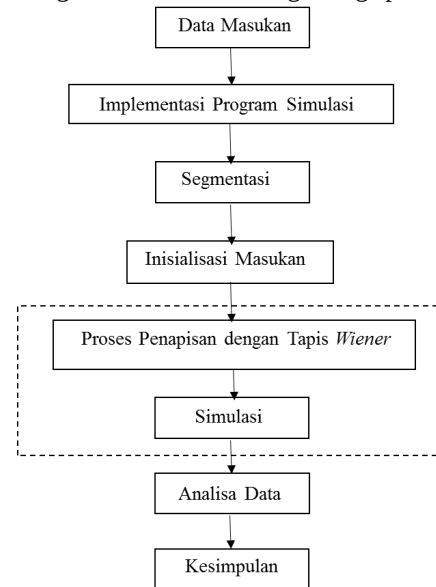
SNR menunjukkan perbandingan antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya sinyal yang tidak diinginkan (derau) pada suatu titik ukur. SNR menyatakan kualitas sinyal informasi yang diterima pada sistem transmisi. SNR juga merupakan batas ambang sinyal analog yang masih dapat diterima. Semakin besar nilai SNR, maka kualitas sinyal semakin bagus [17]. Hubungan daya sinyal dan derau tampak pada Persamaan 3. S adalah daya sinyal rata-rata (Watt) dan N adalah daya derau (Watt).

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right) dB \quad (3)$$



Gambar 2. Kinerja tapis Wiener [17]

MSE digunakan untuk menghitung perbandingan



Gambar 3. Alur penelitian

antara dua buah sinyal atau menghitung tingkat kesamaan dua buah sinyal (Persamaan 4) [16]. Nilai n menyatakan jumlah segmen, I adalah sinyal acuan, dan K adalah sinyal estimasi.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} (I(i, j) - K(i, j))^2 \quad (4)$$

E. Tahapan riset

Proses yang dilakukan selama penelitian adalah dimulai dari akuisisi data, implementasi program, simulasi, dan analisa data, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Garis yang diarsir adalah bagian tahapan yang diusulkan dalam penelitian ini.

Blok simulasi tapis Wiener ditunjukkan pada Gambar 4. Pada tahap ini diterapkan bahasa pemrograman dalam script MATLAB untuk masukan sinyal asli yang telah terdegradasi oleh derau. Masukan sinyal berupa data matriks dengan 8.192 x 31. Tapis Wiener yang berfungsi untuk menekan derau yang terjadi didalam sinyal asli dalam bentuk simulasi pada MATLAB R2017a. Pola fluktuasi di dalam sistem telekomunikasi, termasuk pada sistem pengolahan sinyal digital, diperbaiki dengan tapis Wiener. Tapis Wiener berjenis tapis adaptif yang mempunyai tujuan

untuk menghilangkan derau pada sinyal yang telah terdegradasi oleh derau. Analisis parameter kualitas sinyal dilakukan dengan menghitung nilai SNR dan MSE pada setiap segmen. Hal ini dilakukan untuk kedua segmen sebelum dan sesudah ditapis. Hasil yang diperoleh ditunjukkan dalam tampilan grafik berupa pola fluktuasi.

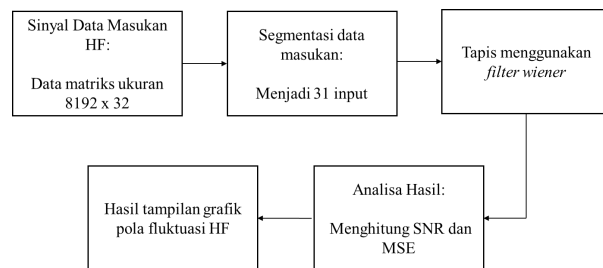
Persiapan awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah masukan sinyal data masukan untuk simulasi yang berupa sinyal data matriks yang di dalamnya terkandung derau. Sinyal data matriks berupa tipe sinyal HF. Sinyal data matriks yang dihasilkan dari bahan kimia, yaitu H₂O, merupakan air yang mempunyai *Total Dissolved Solid (TDS)* bernilai nol dan pH yang jelas untuk diamati. Data masukan merupakan data matriks yang mempunyai ukuran 8192x31, dimana 8192 merupakan titik jumlah spektral, sedangkan 31 merupakan frekuensi masukan yang dimulai dari *range* frekuensi 1 kHz – 1 MHz. Data matriks yang awalnya berupa bentuk format .txt yang diubah menjadi format .xlsx dan dapat dipanggil melalui perintah dari MATLAB. Data matriks disimpan dalam bentuk format .mat dengan nama file “datafluktuasi”, yang memuatkan data untuk disimulasikan pada *script* MATLAB.

Gambar 5 menunjukkan tampilan sinyal masukan bercampur dengan derau yang memiliki beberapa warna dimana warna merah merupakan derau. Sinyal ini memiliki jangkauan jumlah spektral 8.192 dengan 31 frekuensi yang mempunyai nilai sinyal masukan dari 1 kHz sampai dengan 1 MHz. Satuan amplitudo sinyal berupa tegangan (Volt) pada jangkauan puncak amplitudo sinyal bermula, yaitu dari > (-50) sampai < 300. Amplitudo yang dimaksud dalam studi ini adalah besarnya daya spektrum yang diperoleh. Sinyal masukan mempunyai 31 segmen untuk simulasi tapis. Hasil simulasi melihat persegmenya. Bagian A mempunyai jangkauan dengan jumlah spektral bernilai 0 sampai < 1000 yang merupakan sinyal masukan yang memiliki pola fluktuasi tinggi, sedangkan pada bagian B yang dimulai dari jangkauan jumlah spektral < 1000 sampai < 2000 memiliki pola fluktuasi yang tidak stabil. Bagian C memiliki pola fluktuasi yang stabil yang dimulai dari jangkauan jumlah spektral < 2000 – 8192.

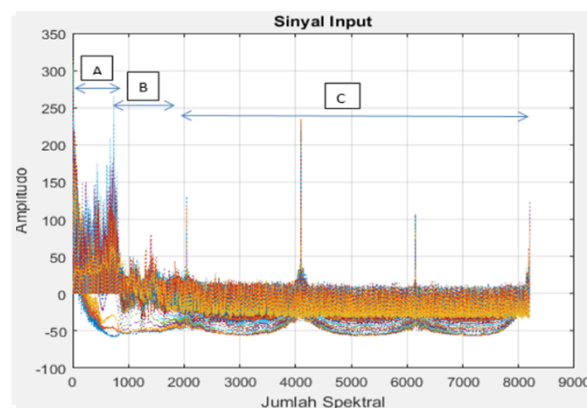
Pada tahap segmentasi, sinyal masukan pola fluktuasi HF diterapkan proses segmentasi dengan membagi 31 tampilan pola. Hal ini bertujuan untuk melihat perubahan pola dengan lebih detail dan signifikan sehingga dapat mengetahui hal yang terjadi pada setiap segmennya.

Simulasi dijalankan dengan melakukan beberapa tahap yang menggunakan *script* MATLAB. Sinyal masukan yang diinisialisasi dengan penerapan segmentasi, dilakukan pada proses tapis menggunakan tapis Wiener. Bahasa pemrograman tapis Wiener diambil dari <https://github.com/JarvusChen/MATLAB-Noise-Reduction-by-wiener-filter>.

Data masukan pada tapis Wiener merupakan data berjenis matriks yang berukuran 8192 baris dan 31 kolom dengan format data .xlsx yang dipanggil melalui



Gambar 4. Diagram blok simulasi tapis Wiener



Gambar 5. Sinyal data masukan pola HF

script MATLAB, data masukan dipanggil dengan cara per-segmen kolom. Variabel masukan data per segmen dan variabel frekuensi sampling dimasukkan ke tapis. Frekuensi sampling dapat ditentukan dengan nilai terbaik untuk mendapatkan hasil yang bagus. Kode tapis Wiener dipanggil melalui fungsi *noiseReduction_YW(blured1, fs)* yang disediakan dalam modul tapis Wiener dan diterapkan dengan memasukkan data masukan yang berbeda, yaitu data matriks. Grafik pola fluktuasi di setiap segmen ditampilkan dengan menjalankan kode tersebut. Tapis Wiener dengan menyaring sebuah sinyal multi spektral dari sinyal yang rusak (derau) untuk memberikan perkiraan sinyal yang mendasarinya. Analisis data dilakukan dari hasil simulasi, yaitu berupa nilai SNR dan MSE sinyal tanpa tapis dan sinyal yang menggunakan tapis Wiener.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil simulasi dan analisis data

Hasil simulasi dan analisa data berdasarkan penerapan segmentasi dilakukan pada frekuensi masukan 1 kHz sampai 1 MHz dan berjumlah 31 segmen. Sebelumnya, segmen sebelum dan sesudah ditapis digabung, seperti pada Gambar 6, namun masih sedikit sulit untuk dianalisis. Hal ini disebabkan karena hasil sesudah ditapis memiliki amplitudo yang jauh lebih rendah dari yang sebelum di tapis. Kajian ini memilih beberapa hasil segmentasi sebanyak 6 segmen untuk kondisi sebelum dan sesudah ditapis, yaitu segmen 1, segmen 5, segmen 10, segmen 20, segmen 25, dan segmen 31.

Hasil segmentasi pada studi ini dibagi ke dalam dua bagian, yaitu sebelum dan sesudah ditapis. Berdasarkan parameter sebelumnya, terdapat 31 segmentasi, namun akan diambil 6 contoh hasil segmen, seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil lebih jelas ditunjukkan pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 12.

Gambar 7(a) merupakan hasil segmentasi pertama dengan frekuensi masukan 1 kHz hasil sebelum ditapis dan Gambar 7(b) merupakan hasil sesudah ditapis. Dengan tapis, sinyal mengalami penekanan derau dan tampilan sinyal terlihat lebih stabil dibandingkan sebelum ditapis. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya tinggi amplitudo dari 200 menuju 50 sesudah ditapis. Seperti yang terlihat, pola pada Gambar 8(a) mendekati kemiripan pola pada Gambar 7(a), namun setelah ditapis maka nilai amplitudo tertinggi hanya berada pada nilai ± 60 dengan jumlah spektral 4000.

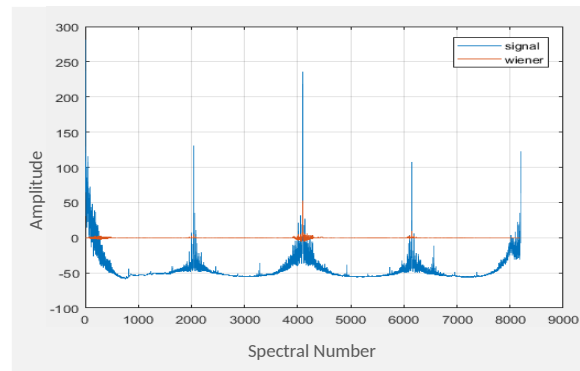
Fenomena ini juga masih terlihat pada Gambar 9(a) pada segmen ke-10. Namun, terdapat nilai amplitudo tinggi lainnya selain pada jumlah spektral 4000 dengan tinggi amplitudo 17 dengan jumlah spektralnya 6000.

Semakin tinggi jumlah segmen, maka trend fluktuasi juga semakin berubah dan memiliki pola yang tidak sama lagi, seperti yang terlihat pada Gambar 10(a), segmen ke-10 sebelum ditapis. Terdapat fluktuasi yang cukup signifikan di awal jumlah spektral. Demikian halnya segmentasi lainnya yang lebih tinggi, yaitu segmen ke-25 seperti pada Gambar 11(a) dan segmen ke-31 pada Gambar 12(a).

Gambar 10(a) menunjukkan puncak amplitudo sinyal tertinggi dengan nilai >250 dan setelah ditapis nilai amplitudo turun menjadi >10 , seperti terlihat pada Gambar 10(b). Kedua puncak amplitudo sinyal tersebut terdapat pada posisi jangkauan yang sama. Gambar 11(a) merupakan segmen ke-25 dengan nilai masukan sebesar 400 kHz. Puncak amplitudo sinyal sebelum ditapis berada pada jangkauan jumlah spektral <1000 dan amplitudo tertinggi sinyal bernilai >120 dan setelah ditapis seperti pada Gambar 11(b), dengan nilai amplitudo tertinggi sebesar ± 5 .

Segmentasi terakhir terdapat pada Gambar 12(a) pada segmen ke-31 dengan frekuensi masukan 1000 kHz. Hasil tersebut menunjukkan pola fluktuasi yang cukup stabil dan berada pada jangkauan jumlah spektral >4000 sampai dengan 8000. Puncak amplitudo sinyal sebelum ditapis berada pada jangkauan jumlah spektral <1000 dan nilai amplitudo sinyal setelah ditapis seperti pada Gambar 12(b) dengan jumlah spektral >6000 dan nilai amplitudo tertinggi bernilai ± 5 . Dalam keseluruhan segmen terdapat nilai amplitudo tertinggi sinyal sebelum dan setelah ditapis. Sinyal sebelum ditapis mempunyai puncak amplitudo tertinggi berada pada segmen sinyal frekuensi ke-20 dengan nilai puncak amplitudo tertinggi >250 , sedangkan sinyal setelah ditapis mempunyai puncak amplitudo tertinggi berada pada segmen sinyal frekuensi ke-4 dengan nilai puncak amplitudo tertinggi sinyal >60 yang hamper mendekati 70.

Dalam keseluruhan segmen terdapat nilai amplitudo sinyal yang rendah pada saat sinyal sebelum dan setelah



Gambar 6. Hasil pola fluktuasi HF segmentasi ke-1 dengan frekuensi masukan 1 KHz

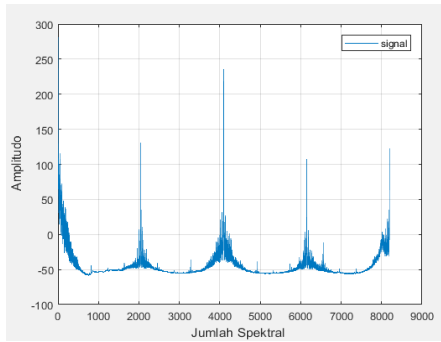
Tabel 1. Segmen dan frekuensi masukan yang dianalisis

No	Segmen ke-n	Frekuensi Masukan (kHz)
1.	1	1
2.	5	5
3.	10	100
4.	20	200
5.	25	400
6.	31	1000

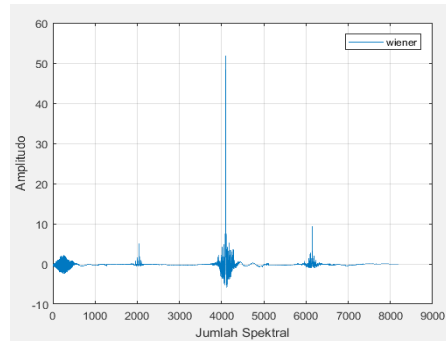
ditapis. Sinyal sebelum ditapis mempunyai puncak amplitudo yang rendah pada saat segmen sinyal frekuensi ke-31 yang memiliki nilai amplitudo >60 . Sinyal setelah ditapis mempunyai puncak amplitudo yang rendah pada saat segmen sinyal frekuensi ke-31 yang memiliki nilai amplitudo <5 yang mendekati nilai 0.

Nilai puncak amplitudo dalam keseluruhan segmen di setiap jangkauan jumlah spektral ditunjukkan pada Gambar 13. Dalam keseluruhan segmen terdapat nilai amplitudo tertinggi sinyal sebelum dan setelah ditapis. Sinyal sebelum ditapis mempunyai puncak amplitudo tertinggi berada pada segmen sinyal frekuensi ke-20 dengan nilai puncak amplitudo tertinggi >250 , sedangkan sinyal setelah ditapis mempunyai puncak amplitudo tertinggi berada pada segmen sinyal frekuensi ke-4 dengan nilai puncak amplitudo tertinggi sinyal >60 yang mendekati 70.

Dalam keseluruhan segmen, terdapat nilai amplitudo sinyal yang rendah pada saat sinyal sebelum dan setelah ditapis. Sinyal sebelum ditapis mempunyai puncak amplitudo yang rendah pada saat segmen sinyal frekuensi ke-31 yang memiliki nilai amplitudo >60 . Pada sinyal setelah ditapis mempunyai puncak amplitudo yang rendah pada saat segmen sinyal frekuensi ke-31 yang memiliki nilai amplitudo <5 yang mendekati nilai 0. Hasil ini berbeda dengan [6] yang menerapkan segmentasi menggunakan 2D-DWT pada pola fluktuasi HFF. Hasil yang diperoleh adalah nilai amplitudo tertinggi dari segmentasi yaitu berada pada segmen ke-10, dengan nilai amplitudo sebesar 192.

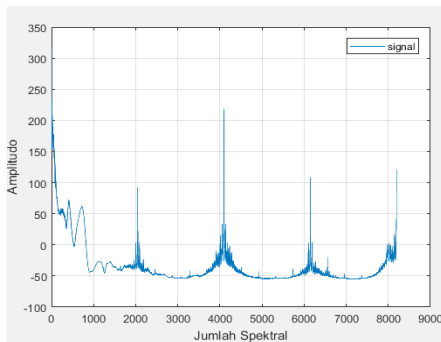


(a) sebelum ditapis

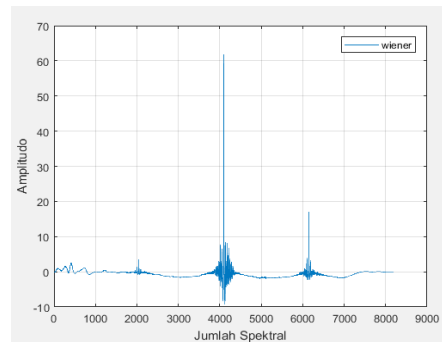


(b) setelah ditapis

Gambar 7. Hasil segmentasi Segmen-1 dengan frekuensi masukan 1 KHz

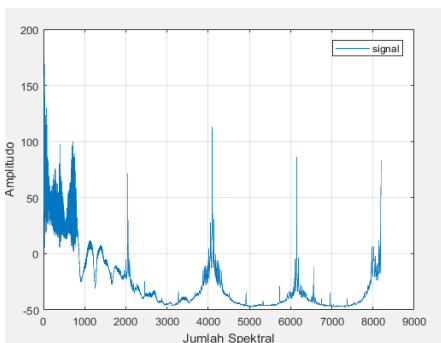


(a) sebelum ditapis

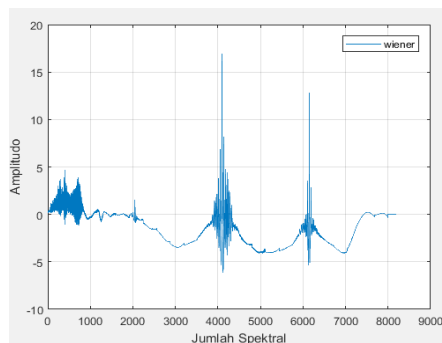


(b) setelah ditapis

Gambar 8. Hasil segmentasi Segmen-5 dengan frekuensi masukan 5 KHz

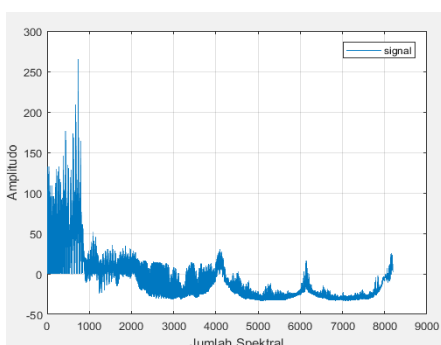


(a) sebelum ditapis

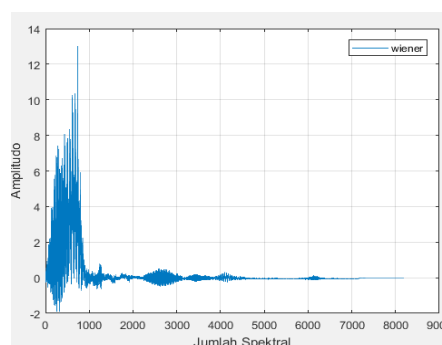


(b) setelah ditapis

Gambar 9. Hasil segmentasi Segmen-10 dengan frekuensi masukan 100 KHz

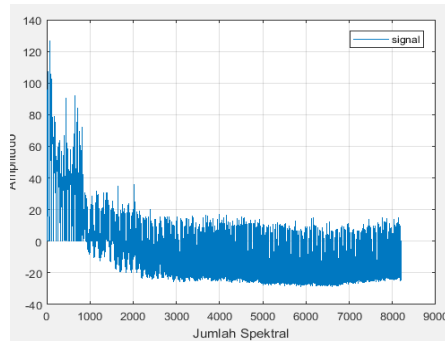


(a) sebelum ditapis

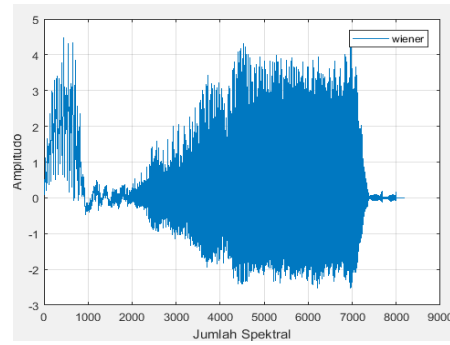


(b) setelah ditapis

Gambar 10. Hasil segmentasi Segmen-20 dengan frekuensi masukan 200 KHz

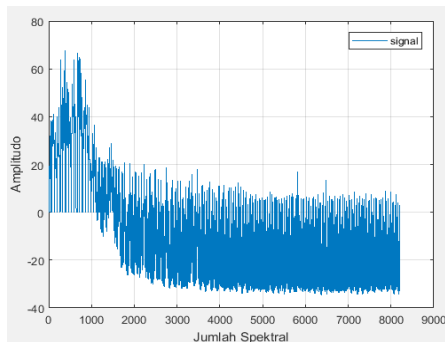


(a) sebelum ditapis

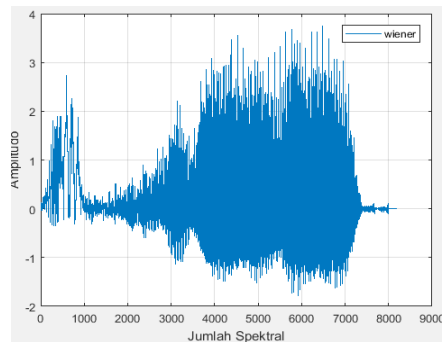


(b) setelah ditapis

Gambar 11. Hasil segmentasi Segmen-25 dengan frekuensi masukan 400 KHz



(a) sebelum ditapis



(b) setelah ditapis

Gambar 12. Hasil segmentasi Segmen-31 dengan frekuensi masukan 1000 KHz

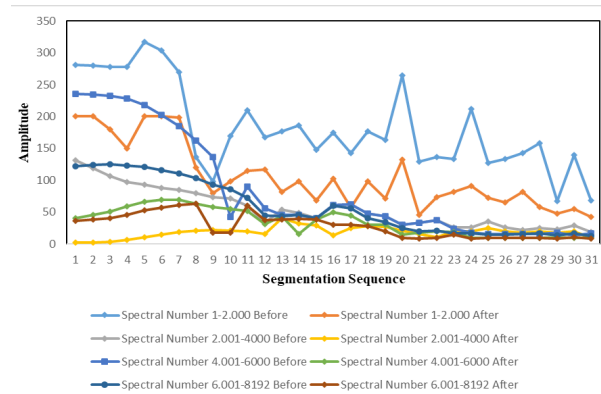
B. Analisis SNR dan MSE

Tahapan analisis data dilakukan dengan menghitung nilai SNR dan MSE pada sinyal sebelum dan setelah proses tapis dengan penerapan segmentasi pada pola fluktuasi HF. Gambar 14 menunjukkan nilai SNR di setiap segmen frekuensi sinyal sebelum dan setelah proses tapis dilakukan.

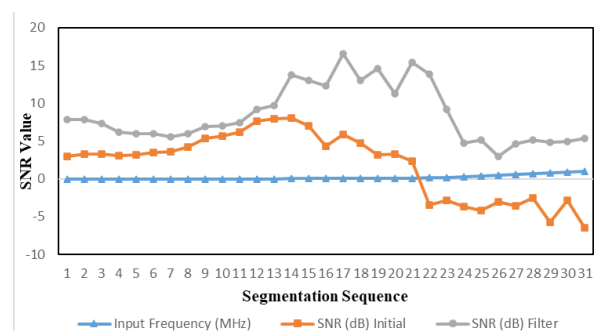
Nilai SNR pada urutan frekuensi ke-28 sebelum ditapis bernilai -2,5352 dB dan setelah ditapis bernilai 10,7382 dB. Nilai SNR mengalami kenaikan bernilai 13,2734 dB. Semakin besar kualitas sinyal setelah ditapis maka kualitas sinyal semakin baik sesuai [17]. Nilai SNR sesudah ditapis lebih tinggi daripada sebelum ditapis.

Gambar 15 menunjukkan hasil dari nilai MSE di seluruh segmen pada pola fluktuasi HF. Nilai MSE yang paling baik berada pada frekuensi ke-30, yaitu bernilai 0,4839 setelah dilakukan penapisan, sedangkan nilai MSE sebelum menggunakan tapis bernilai 506,8615. Nilai MSE mengalami penurunan nilai yang baik yaitu bernilai sejauh 506,3776. Hal tersebut menjelaskan bahwa dengan meminimalkan nilai MSE mampu memberikan hasil yang relatif lebih konsisten dan menghasilkan rata-rata kesalahan yang kecil. Hal tersebut sesuai dengan yang ditunjukkan pada [16] yang menyatakan bahwa dengan menerapkan tapis Wiener dapat meminimalkan nilai MSE.

Dalam evaluasi kualitas sinyal keseluruhan segmen, terdapat nilai SNR dan MSE terbaik diurutkan seperti



Gambar 13. Nilai puncak di seluruh segmentasi



Gambar 14. Nilai SNR sinyal sebelum dan setelah ditapis pada pola fluktuasi HF

dalam Tabel 2 yang merupakan hasil peringkat lima segmen yang mempunyai kualitas sinyal terbaik di seluruh segmen pada pola fluktuasi HF. Nilai terbaik SNR dan MSE terdapat pada segmen 28 dengan sinyal masukan 700 kHz, dimana SNR bernilai 10,7382 dB dan MSE bernilai 0,7753, sedangkan peringkat ke-5 terdapat pada segmen 29 dengan sinyal masukan 800 kHz, dimana SNR bernilai 2,3485 dB dan MSE bernilai 0,5639.

Tapis Wiener sebagai salah satu alternatif metode pengolahan sinyal mampu menekan derau pada setiap segmen masukan. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai daya amplitudo yang lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai daya amplitudo sebelum ditapis. Hal ini sejalan dengan [11], [16] yang menyatakan bahwa tapis Wiener telah didesain sedemikian rupa sehingga keluaran dari tapis dapat meminimalkan pengaruh derau dari data awal sebagai masukan tapis.

IV. KESIMPULAN

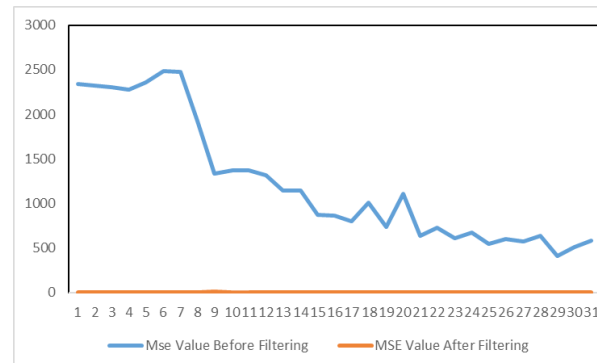
Tapis Wiener telah diterapkan pada segmentasi pola fluktuasi multi spektral dan dapat menekan derau yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai amplitudo sesudah ditapis. Selain itu, analisis nilai SNR juga menunjukkan kenaikan nilai sesudah ditapis. Hal ini berarti bahwa kualitas sinyal semakin baik. Analisis hasil nilai MSE mampu memberikan hasil yang lebih konsisten dengan rata-rata kesalahan yang lebih kecil daripada sebelum ditapis. Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk menganalisis lebih lanjut hasil dari segmentasi yang telah menerapkan tapis Wiener ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak LPPM Universitas Syiah Kuala atas dukungan bantuan penelitian untuk Hibah Lektor dengan No. 118/UN11.2.1/PT.01.03/PNBP/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Melinda, A. S. Tamsir, B. Basari, and D. Gunawan, "Performance of consistency parameters analysis using fourier and wavelet transform on multi spectral fluctuation signal," in *International Conference on Electrical Engineering and Informations*, Banda Aceh, Indonesia, Oct. 2017, pp. 7-11. doi: [10.1109/ICELTICS.2017.8253248](https://doi.org/10.1109/ICELTICS.2017.8253248)
- [2] Y. Shouqi, N. I. Yongyan, P. A. N. Zhongyong, and Y. Jianping, "Unsteady turbulent simulation and pressure fluctuation analysis for centrifugal pumps," *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, vol. 22, no. 1, pp. 64–69, 2009. doi: [10.3901/CJME.2009.01.064](https://doi.org/10.3901/CJME.2009.01.064)
- [3] H. Pan and M. Bu, "Pressure fluctuation signal analysis of pump based on ensemble empirical mode decomposition method," *Water Science and Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 227–235, 2014.



Gambar 15. Nilai MSE sinyal sebelum dan setelah ditapis pada pola fluktuasi HF

Tabel 2. Hasil peringkat pola fluktuasi HF

No.	Segmen	Nilai SNR (dB)	Nilai MSE
1.	28	10.7382	0.7753
2.	24	5.8541	0.9562
3.	31	5.9172	0.5329
4.	30	4.1817	0.4839
5.	29	2.3485	0.5639

- [4] M. Melinda and A. S. Tamsir, "Comparative analysis of material fluctuation response based on data set groups," in *International Conference on Electrical Engineering and Informatics* October 2017, Banda Aceh, Indonesia, Oct. 2017, pp. 263-268.
- [5] M. Melinda, A. S. Tamsir, Basari, and D. Gunawan, "Analysis of consistence level using new method of statistical transformation approach in multi spectral fluctuation pattern," in *6th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering*, Penang, Malaysia, Nov. 2016, pp. 251-255. doi: [10.1109/ICCSCE.2016.7893580](https://doi.org/10.1109/ICCSCE.2016.7893580)
- [6] M. Melinda, A. S. Tamsir, D. Sudiana, D. Gunawan, and M. Iqbal, "Implementation of segmentation scheme based on wavelet transform in multi-spectral fluctuation patterns," *International Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, vol. 08 no.12, pp. 47-52, 2016.
- [7] M. Melinda, A. S. Tamsir, B. Basari, P. Mahatidana, and D. Gunawan, "The influence of wideband amplifier supply on the consistency level of multi-spectral fluctuation pattern," *Advanced Science Letter*, vol. 23, no. 4, pp.2637-3816, 2017. doi: [10.1166/asl.2017.9037](https://doi.org/10.1166/asl.2017.9037)
- [8] M. Melinda, A. Tanjung, A. S. Tamsir, B. Basari, and D. Gunawan, "Grouped data analysis of H2O and H2O mixed with NaOH on multi spectral High fluctuation pattern," in *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, Banda Aceh, Indonesia, Oct. 2017, pp.184-188. doi: [10.1109/ICELTICS.2017.8253266](https://doi.org/10.1109/ICELTICS.2017.8253266)
- [9] S. P. D. Sriyanto and R. M. Sipayung, "Implementasi pengurangan noise seismik

- menggunakan filter Wiener pada algoritma deteksi otomatis sinyal gempabumi,” *thesis*, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang, Indonesia, 2017.
- [10] Y. Wang and T. Li, “Application of wavelet and Wiener filtering algorithm in image de-noising,” *Open Access Library Journal*, vol. 3, e2319, 2016. doi: [10.4236/oalib.1102319](https://doi.org/10.4236/oalib.1102319)
- [11] J. Chen, J. Benesty, Y. A. Huang, and S. Doclo, “New insights into the noise reduction Wiener filter,” *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, vol. 14, no. 4, pp. 1218-1234, 2006. doi: [10.1109/TSA.2005.860851](https://doi.org/10.1109/TSA.2005.860851)
- [12] S. G. Bacheramsyah, M. S. Suraatmadja, and B. D. Kuncoro, “Perancang pengolah sinyal ekg dengan menggunakan filter Wiener pada software Labview secara real time,” *thesis*, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia, 2015.
- [13] D. S. Nurjanah, D. Suhaedi, and E. Harahap, “Denoising restorasi citra digital menggunakan filter Wiener,” *Jurnal Matematika UNISBA*, vol. 15, no. 1, pp. 1-6, 2016.
- [14] E. Anderes, “Robust adaptive Wiener filtering,” in *IEEE International Conference on Image Processing*, Orlando, USA, Sep. 2012, pp. 3081–3084. doi: [10.1109/ICIP.2012.6467551](https://doi.org/10.1109/ICIP.2012.6467551)
- [15] X. Yousheng and H. Jianwen, “Speech enhancement based on combination of Wiener filter and subspace filter,” in *International Conference on Audio, Language and Image Processing*, Shanghai, China, Jul. 2014, pp. 459-463. doi: [10.1109/ICALIP.2014.7009836](https://doi.org/10.1109/ICALIP.2014.7009836)
- [16] S. Yadav, B. A. Khrisna, and M. Kamaraju, “Performance of Wiener filter and adaptive filter for noise cancellation in real-time environment,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 97, no. 15, pp. 16-23, 2014. doi: [10.5120/17084-7536](https://doi.org/10.5120/17084-7536)
- [17] A. Purwadi, “Skabilitas signal to noise ratio pada pengkodean video dengan derau gaussian,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 11, no. 3, pp. 79-85, 2015. doi: [10.17529/jre.v11i3.2243](https://doi.org/10.17529/jre.v11i3.2243)