

# Perancangan *Oscilloscope* dengan *Software LabVIEW* dan Penerapan Filter *Infinite Impulse Response* untuk Meningkatkan Kualitas *Signal* sebagai Dasar Pengembangan Sistem *Engine Control Unit*

Dwi Purnomo <sup>1\*</sup>, Afif Bagas Ansori <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang

<sup>2</sup>Program Studi Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang

\*email: purnomo22@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.31603/benr.v4i01.11808>

## Abstract

*An oscilloscope is an electronic measuring instrument used to check/test electronic/computer equipment that produces signals. This tool can be used to project signal forms, both analog and digital signals. The observed signals can be seen, measured, calculated, and analyzed. The oscilloscope measuring instrument is a device that is very much needed in the fields of electronics, mechatronics, computerizing, and autotronics. The oscilloscope used so far has a fairly high ownership price, is less practical and is unable to analyze. Seeing these problems, this study designs a portable oscilloscope equipped with a mathematical filter. The proposed filter, will increase the ability to process signals so that they are easy to analyze in making engine control units (ECUs). The method used is using LabVIEW software for the oscilloscope interface which is equipped with a mathematical filter (infinite impulse response). The result is a signal trend that has been processed into a linear signal that is easier to learn. This study has not produced structured data but can still be used.*

**Keywords:** *illoscope, microcontroller, sinyal and linear.*

## Abstrak

*Oscilloscope* merupakan alat ukur electronic yang digunakan untuk memeriksa/menguji peralatan elektronik/komputer yang menghasilkan sinyal. Alat ini dapat digunakan untuk memproyeksikan bentuk signal, baik signal analog maupun signal digital. Signal- signal yang diamati dapat dilihat, diukur, dihitung dan dianalisis sesuai kebutuhan. Alat ukur *oscilloscope* merupakan perangkat yang sangat dibutuhkan di bidang *electronic, mechatronic, computerize* maupun *autotronics*. *Oscilloscope* yang digunakan selama ini memiliki harga kepemilikan cukup mahal, kurang praktis dan tidak mampu menganalisis. Melihat permasalahan tersebut, penelitian ini merancang *oscilloscope portable* yang dilengkapi filter secara matematis. Dengan adanya filter yang diusulkan akan menambah kemampuan dalam mengolah sinyal sehingga mudah dianalisis dalam pembuatan *engine control unit* (ECU). Metode yang ditempuh dengan menggunakan *software LabVIEW* untuk *interface oscilloscope* yang



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

dilengkapi dengan filter secara matematis (*infinite impulse response*). Hasilnya berupa trend sinyal yang telah diolah menjadi sinyal linear yang lebih mudah dipelajari. Penelitian ini belum menghasilkan data yang struktur namun masih dapat digunakan.

**Kata Kunci:** *Oscilloscope*, *microcontroller*, sinyal dan linear.

---

## 1. Pendahuluan

*Oscilloscope* merupakan alat ukur *electronic* yang berfungsi untuk memproyeksikan bentuk sinyal, baik sinyal analog maupun sinyal digital. Sinyal-sinyal yang diamati dapat dilihat, diukur, dihitung dan dianalisis sesuai kebutuhan. Alat ukur *oscilloscope* merupakan perangkat yang sangat dibutuhkan di bidang *electronic*, *mechatronic*, *computerize* maupun *autotronics*. *Oscilloscope* yang ada saat ini memiliki beberapa permasalahan diantaranya harga sangat mahal, tidak praktis dan rawan rusak ketika terjadi guncangan. Di samping itu *oscilloscope* yang ada belum dilengkapi dengan sistem filter matematis sehingga hanya murni untuk *display*, pengukuran sinyal dan belum dapat melakukan analisa sinyal.

Kendaraan modern saat ini didominasi oleh teknologi *electronic* dan *computerize*, sehingga sangat membutuhkan *oscilloscope*. Kerusakan yang ada pada kendaraan sulit diprediksi waktu dan kejadiannya (Holtom, 1995). Sehingga ketika terjadi kerusakan saat diperjalanan kesulitan dalam proses perbaikannya karena memerlukan peralatan khusus diantaranya *oscilloscope*. Kendaraan harus dibawa ke bengkel khusus dan diderek. Untuk itu diperlukan *oscilloscope portable* dengan harga murah, praktis sehingga memudahkan saat terjadi perbaikan.

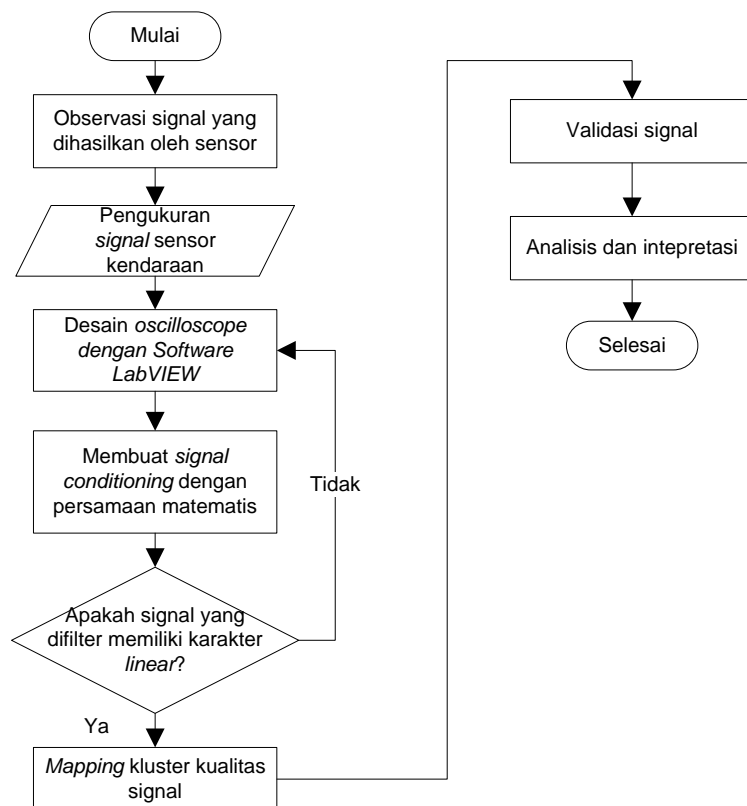
*Oscilloscope* yang ada saat ini memiliki kekurangan diantaranya hanya dapat untuk membaca sinyal secara *real time* dan tidak dapat menyimpan sinyal. Hal ini disebabkan karena *oscilloscope* tidak ada memori untuk penyimpanan data. Disamping itu, *oscilloscope* tidak dapat menganalisis transients waktu naik tajam dengan frekuensi besar (Test and Measurement World, 2016). Untuk itu dalam penelitian ini, mengusulkan *Design Oscilloscope USB* yang dilengkapi dengan filter. Novelty dari penelitian yang diusulkan adalah *oscilloscope* yang didesign dapat membantu menganalisis sinyal, harga terjangkau dan praktis. *Oscilloscope* yang ada saat ini merupakan alat ukur yang cukup mewah dikarenakan harganya masih sangat mahal. Teknologi selanjutnya pengembangan *oscilloscope* berbasis *Personal Computer* (PC) dengan menggunakan aplikasi *soundcard scope*. Teknologi yang dikembangkan belum menerapkan *filtering* sehingga belum dapat membantu proses analisis sinyal (Subarna, 2016).

Pada pengembangan *oscilloscope* selanjutnya dengan penggunaan *microcontroller* dan komputer (Sulistya, 2017); (Bachmid, 2017) (Kharisma & Utama, 2013). Ketiga penelitian ini masih belum menggunakan filter matematis sehingga masih memerlukan penyempurnaan untuk membantu menganalisa sinyal. Berdasarkan penerapan teknologi yang sudah ada maka inovasi teknologi *design of oscilloscope software* dengan filter matematis untuk mengukur sinyal memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Hal ini perlu karena teknologi yang didesign memiliki keunggulan dapat membantu untuk menganalisis sinyal saat perbaikan kendaraan, praktis dan harga lebih terjangkau.

---

## 2. Metode

Metode pengembangan *oscilloscope* disajikan pada Gambar 1. Awal kegiatan dimulai observasi sensor yang akan digunakan dalam penelitian. Pengukuran sensor dilakukan setelah observasi dilakukan yang diteruskan pada perancangan desain *oscilloscope* dengan *software LabVIEW*. Membuat *signal conditioning* dilakukan setelah desain *oscilloscope* dengan *software LabVIEW* selesai dan dilanjutkan pada pengukuran linieritas sinyal. *Mapping* sinyal dilakukan untuk pemetaan kualitas sinyal dan validasi sinyal yang diukur.



Gambar 1. Aliran proses.

### 2.1 Signal Conditioning

*Signal conditioning* sebagai serangkaian proses yang dilakukan terhadap sinyal elektronik atau sinyal analog (baik dari sensor, perangkat pengukur, atau sumber lainnya) untuk mempersiapkannya sebelum diolah lebih lanjut. Tujuan dari *signal conditioning* untuk mengoptimalkan sinyal agar sesuai dengan kebutuhan sistem pemrosesan sinyal atau pengukuran yang akan menggunakannya.

### 2.2 Filter dengan *Infinite Impulse Response* (IIR)

Filter ini merupakan jenis filter dalam pemrosesan sinyal digital yang memiliki sifat tanggapan impuls tak hingga. Filter IIR menggunakan umpan balik dari outputnya sendiri sebagai bagian dari proses filtrasi. Karakteristik utama dari filter IIR yaitu memiliki respons frekuensi yang kompleks dengan orde filter yang relatif rendah dibandingkan dengan filter FIR (*Finite Impulse Response*). Ciri khas dari filter IIR diantaranya menggunakan hasil keluaran sebelumnya sebagai input untuk menghasilkan keluaran saat ini. Hal ini menciptakan efek umpan balik yang dapat mempengaruhi respons frekuensi

dan waktu dari filter. Filter IIR memiliki karakteristik frekuensi yang lebih kompleks dibandingkan dengan filter FIR karena umpan baliknya memungkinkan adanya puncak atau lembah dalam respons frekuensinya. Orde Filter: Biasanya dapat dicapai dengan orde filter yang lebih rendah dibandingkan dengan filter FIR untuk mencapai respons yang serupa. Filter *Infinite Impulse Response* (IIR) yang umum digunakan *Butterworth Filter*, *Chebyshev Filter* dan *Elliptic Filter*. Untuk penelitian ini menggunakan *Butterworth Filter*. Persamaan filter IIR yang digunakan pada penelitian ditunjukkan pada [Persamaan 1](#).

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1z^{-1} + \dots + b_nz^{-m}}{1 + a_1z^{-1} + \dots + a_nz^{-n}} \quad (1)$$

Dimana :

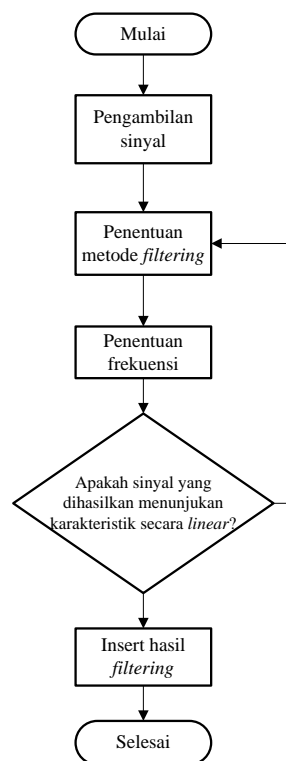
$H(z)$  merupakan fungsi transfer dari filter IIR

$a_1, a_2, \dots, a_n$  merupakan koefisien *feed back* dari filter IIR

$b_0, b_1, \dots, b_n$  merupakan koefisien *feed forward* dari filter IIR

### 2.3 Algoritma Perancangan Sistem Filter Sinyal

Untuk menentukan filter sinyal yang dibaca oleh sensor ada beberapa tahapan yang dilakukan. Pertama pengambilan sinyal dalam sensor yang dilanjutkan dengan penentuan metode filter. Penentuan frekuensi sinyal yang dibutuhkan yang diikuti oleh pembacaan hasil sinyal yang dipilih. *Insert* hasil sinyal yang dihasilkan oleh filter dan proses filter telah selesai dilakukan. Algoritma proses filter disajikan pada [Gambar 2](#).



[Gambar 2](#). Proses *filtering*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan sistem *oscilloscope* pada penelitian ini disajikan pada [Gambar 3](#) dan [Gambar 4](#). *Hardware* yang digunakan menggunakan *microcontroller* Atmega 2560 yang dilengkapi dengan sistem minimalis (sismin) untuk pengambilan sinyal dari sebuah sensor. Probe yang digunakan sistem *oscilloscope* menggunakan penjepit mini yang dilengkapi kabel *grounding* untuk *set point*. pada Adapun spesifikasi *microcontroller* yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada [Tabel 1](#).

**Tabel 1.** Spesifikasi *microcontroller* yang digunakan dalam penelitian.

Parameter	Spesifikasi
SRAM	8 KB
<i>Power input</i>	5 volt
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>Flash</i>	256 KB
Programable I/O	23 Line
Tipe Produk	ATmega 2560



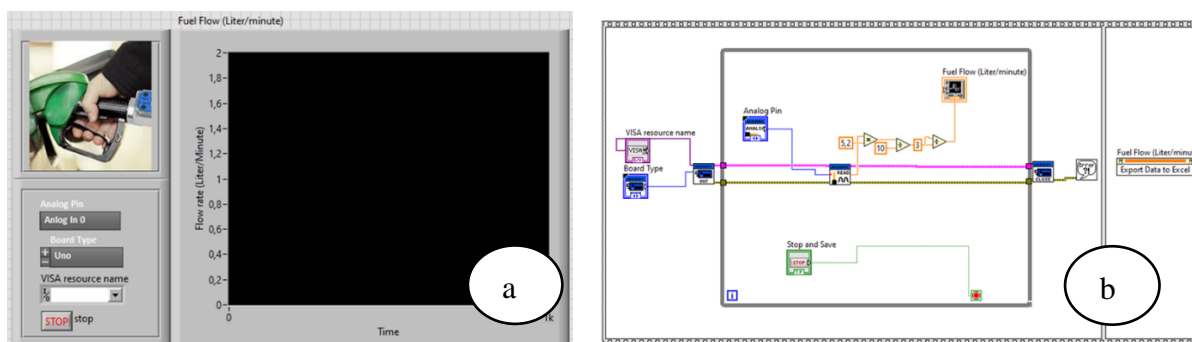
**Gambar 3.** *Hardware* minimalis pada sistem *oscilloscope* yang dirancang.

#### 3.1 Interface *Oscilloscope*

Interface *oscilloscope* yang dirancang menggunakan *software* LabView. *Software* ini sangat *power full* untuk mengolah data sinyal yang memiliki basis secara matematis, grafis dan *text language*. *LabVIEW* atau dikenal dengan *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench* merupakan sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh National Instruments (sekarang dikenal sebagai NI) untuk memfasilitasi pengembangan sistem pengukuran, pengujian, dan kontrol dalam lingkungan laboratorium serta industri. *Software* ini memiliki beberapa point penting yang dapat diterapkan diantaranya: untuk paradigma pemrograman grafis yang disebut G (G-language). Ini berarti pengguna membangun program atau sistem dengan menghubungkan ikon atau blok grafis yang mewakili fungsi, algoritma, atau instrumen yang berbeda. Ini membuatnya mudah dipahami dan digunakan oleh insinyur dan ilmuwan yang tidak memiliki latar belakang pemrograman yang mendalam. *LabVIEW* digunakan

secara luas dalam berbagai industri seperti otomasi industri, otomasi tes dan pengukuran, manufaktur, penelitian akademis, dan banyak lagi. Hal ini karena kemampuannya dalam memudahkan integrasi perangkat keras (baik dari National Instruments maupun pihak ketiga) dengan perangkat lunak. *LabVIEW* berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras yang berbeda (seperti pengontrol, sensor, dan instrumen lainnya) dengan perangkat lunak. Ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol, mengambil data dari, dan menganalisis output dari berbagai perangkat secara efisien. *LabVIEW* tidak hanya digunakan untuk mengontrol perangkat keras, tetapi juga untuk pengolahan data secara *real-time* dan *offline*. Pengguna dapat memvisualisasikan data dalam bentuk grafik, grafik 2D dan 3D, atau dalam bentuk lain yang dapat membantu dalam analisis dan interpretasi data.

*LabVIEW* memiliki komunitas yang besar, termasuk dukungan teknis yang luas dari National Instruments, serta berbagai sumber daya seperti modul tambahan, paket alat (toolkits), dan forum diskusi yang aktif. *LabVIEW* mendukung integrasi dengan berbagai bahasa pemrograman lainnya seperti C/C++, *Python* dan *MATLAB*. Ini memungkinkan pengguna untuk memanfaatkan keunggulan dari setiap lingkungan pemrograman dan memperluas kemampuan *LabVIEW*. Secara keseluruhan, *LabVIEW* adalah perangkat lunak yang sangat kuat dan fleksibel untuk pengembangan sistem pengukuran dan kontrol yang melibatkan perangkat keras yang berbeda. Ia menyediakan solusi yang efisien dan terstruktur untuk berbagai aplikasi teknik dan ilmiah.



Gambar 4. Interface (a) yang digunakan dalam penelitian yang dikembangkan dengan *software LabVIEW* yang dilengkapi dengan diagram blok (b).

### 3.2 Sensor yang Digunakan dalam Uji *Oscilloscope*

Sensor yang digunakan dalam pengujian *oscilloscope* menggunakan sensor *steer*. Sensor ini berupa perangkat untuk mengetahui perilaku mengemudi menggunakan *tacho generator*. Perilaku mengemudi yang diukur diantaranya perilaku kecepatan perilaku steering dari pengemudi. *Tacho generator* digunakan untuk mengkonversi kecepatan sudut menjadi kecepatan linear yang telah dikalibrasi dengan alat ukur. Sensor untuk membaca perilaku pengemudi yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 5. Spesifikasi sensor yang digunakan terlihat pada Tabel 2.



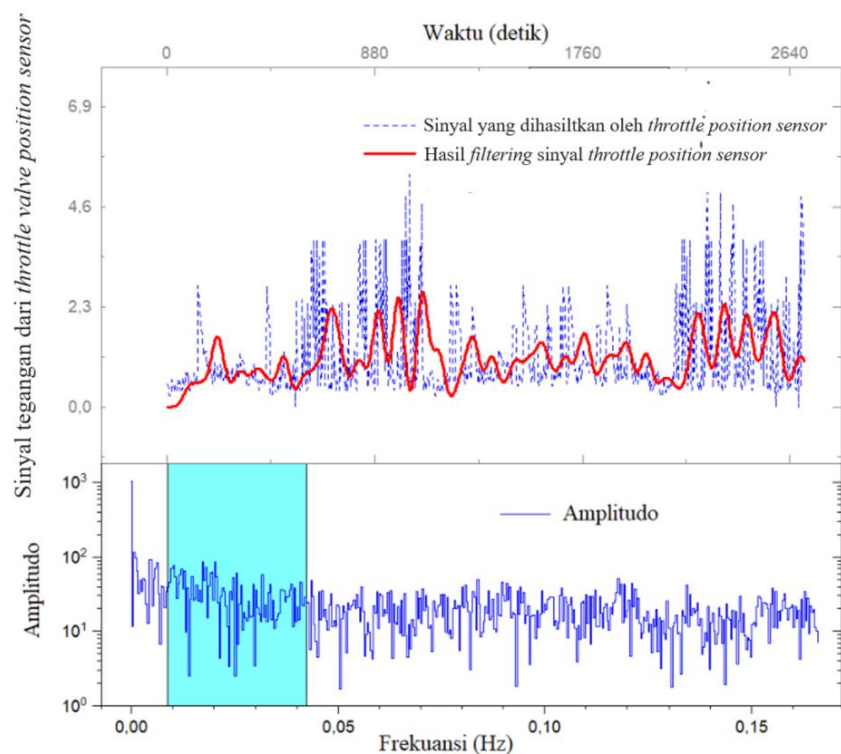
Gambar 5. Sensor *steering* yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 2. Spesifikasi sensor *steer*.

Parameter	Spesifikasi
Tegangan maksimum	12 Volt
Tipe	Gear box
Putaran maksimum	250 Rpm
Tegangan kerja	0 - 5 Volt
Ukuran	137 x 86 x25 mm

### 3.3 Hasil Pengujian Sinyal dari Sensor *Steer* dan *Throttle Position Sensor*

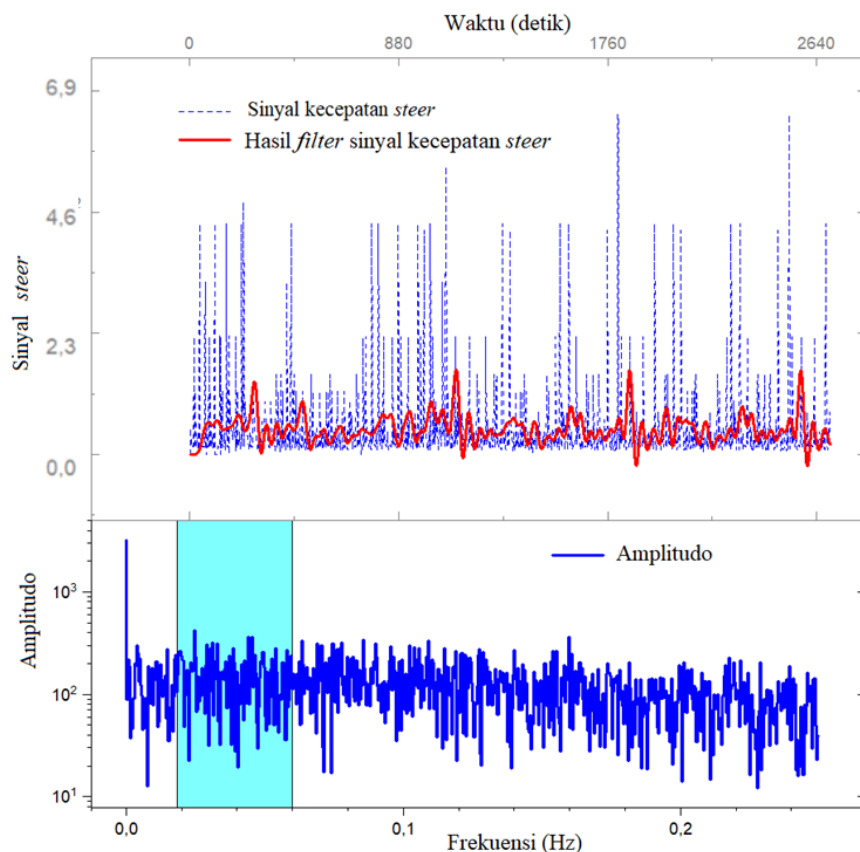
Sinyal yang dihasilkan oleh sensor *steer* dan *throttle position sensor* terlihat pada [Gambar 6](#) dan [Gambar 7](#). Sinyal *throttle position sensor* memiliki rentang 0 sampai 5 volt dengan gelombang sinus. Karakteristik yang dihasilkan memiliki bentuk tidak beraturan dan masuk dalam kategori sinyal random. Kondisi ini disebabkan oleh *noise* gangguan dari perangkat lain dan karena posisi pembukaan pedal gas. Waktu pengambilan data selama 3000 second dengan frekuensi sinyal sekitar 0,2 Hz. Sebelum difilter sinyal memiliki bentuk sangat random yang ditampilkan dengan warna biru. Setelah difilter menggunakan persamaan *Infinite Impulse Response* dan *Butterworth Filter* hasilnya terlihat pada gambar grafik warna merah. Frekuensi yang digunakan untuk filter di bawah 0,05 Hz. Hasil yang ditampilkan setelah difilter, sinyal terlihat trendnya. Pada periode di atas 2000 *seconds* sinyal memiliki karakter lebih tinggi amplitudonya dan pada periode di bawah 500 *seconds* sinyal memiliki karakter lebih rendah amplitudonya. Sedangkan pada periode 1000 – 2000 *seconds* sinyal memiliki karakter lebih rendah amplitudonya.



**Gambar 6.** Karakter sinyal *throttle position sensor* setelah dan sebelum difilter.



Sinyal *sensor steer* memiliki rentang 0 sampai 5 volt dengan gelombang sinus. Karakteristik yang dihasilkan memiliki bentuk tidak beraturan dan masuk dalam kategori sinyal random. Kondisi ini disebabkan oleh *noise*/gangguan dari perangkat lain dan karena posisi pembukaan pedal gas. Waktu pengambilan data selama 3000 second dengan frekuensi sinyal sekitar 0,3 Hz. Sebelum difilter sinyal memiliki bentuk sangat random yang ditampilkan dengan warna biru. Setelah difilter menggunakan persamaan *Infinite Impulse Response* dan *Butterworth Filter* hasilnya terlihat pada gambar grafik warna merah. Frekuensi yang digunakan untuk filter dibawah 0,1 Hz. Hasil yang ditampilkan setelah difilter, sinyal terlihat trendnya. Pada periode sekitar 1000, 2000 dan 2500 *seconds* setelah difilter memiliki karakter terjadi kenaikan amplitudo secara simultan. Kondisi ini terjadi karena pengemudi sedang melakukan proses *steering*. Sedangkan selain periode itu memiliki trend terjadi penurunan amplitudo. Sinyal hanya memiliki rentang 0 – 1 volt pada amplitudo terendah dan tertinggi 2 volt saat periode 1000, 2000 dan 2500 *seconds*.



Gambar 7. Karater sinyal sensor *steer* setelah dan sebelum difilter.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian berhubungan dengan perancangan *oscilloscope* dengan penambahan filter *Infinite Impulse Response* secara matematis. Hasil filter dapat mengolah sinyal yang random mejadi sinyal



dengan trend lebih linier. Namun demikian sistem yang dirancang belum mampu menjadi sebuah data akuisisi.

---

## 5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Magelang dan Laboratorium Mesin Otomotif yang telah mensupport penelitian ini.

---

## Referensi

- Bachmid, A. (2017). Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644. E- *Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 6. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/15568-31233-2-PB.pdf
- Holtom, C. (1995). *Choosing your Oscilloscope: analog or digital?* *Asian Electronics Engineer*. Retrieved from <https://www.edn.com/analog-or-digital-choose-your-oscilloscope-inputs/>
- Kharisma, W. A., & Utama, J. (2013). *Portable Digital Oscilloscope Menggunakan PIC18F4550 Portable Digital Oscilloscope Based on PIC18F4550*. 1(2).
- Subarna, N. (2016). Osiloskop Berbasis PC dengan Menggunakan Fasilitas Soundcard. *Jurnal Reka Elkomika*. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/1029-1500-1-PB.pdf
- Sulistya, E. (2017). Kajian Penggunaan Arduino dan Komputer Sebagai Osiloskop. *Jurnal Fisika Indonesia*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/338889681\\_Kajian\\_Penggunaan\\_Arduino\\_dan\\_Komputer\\_Sebagai\\_Osiloskop](https://www.researchgate.net/publication/338889681_Kajian_Penggunaan_Arduino_dan_Komputer_Sebagai_Osiloskop)
- Test and Measurement World. (2016). Advantages of Oscilloscope | disadvantages of Oscilloscope. Retrieved from Test And Measurement World website: <https://www.test-and-measurement-world.com/Terminology/Advantages- and-Disadvantages-of-Oscilloscope.html>
-