Jurnal Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah Parepare
Vol. xx No. xx, Bulan 20xx

Perancangan Filter Adaptif Untuk Peningkatan Kualitas dan Stabilitas Sensor

Rian Eka Pratama[1*], Muh. Basri[2], Ashadi Amir Y[3]

[1,2,3]Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
**Email : rianekapratama018.com*

Abstract: The advancement of sensor technology has opened broad opportunities across various applications, including industry, healthcare, and household devices. However, sensor readings are often affected by disturbances or noise, impacting the quality and stability of the data. This study aims to design and implement an adaptive filter based on the *Exponential Smoothing* method to enhance the accuracy and stability of readings from two types of sensors: the LM35 temperature sensor and the Load Cell weight sensor. The system was built using an Arduino Uno microcontroller and utilized different alpha parameters (0.05, 0.10, 0.30, and 0.50) to evaluate filter performance. The experimental results show that the adaptive filter effectively suppresses signal fluctuations and produces more stable readings compared to unfiltered data. Analysis of the LM35 sensor trial revealed that raw data fluctuated between 27.34 and 27.83 °C (a difference of 0.49 °C). After filtering with alpha 0.05, fluctuations decreased significantly to 0.07 °C, while alpha 0.10 resulted in 0.11 °C. In contrast, larger alpha values (0.30 and 0.50) responded faster to signal changes but produced higher fluctuations of 0.31 °C and 0.42 °C, respectively. These findings indicate that smaller alpha values are more effective in improving stability, while larger alpha values are better suited for faster response. Overall, the adaptive filter based on Exponential Smoothing proved capable of improving sensor reading stability by more than 80% compared to raw data.

Keywords: Sensor; Adaptive Filter; Exponential Smoothing; LM35; Load Cell

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sensor telah mendorong inovasi di berbagai bidang, mulai dari industri, kesehatan, hingga otomasi rumah tangga. Sensor berperan penting dalam mendeteksi besaran fisik seperti suhu, kelembaban, tekanan, maupun gerakan sehingga data yang dihasilkan menjadi dasar pengambilan keputusan dan pengendalian sistem. Namun, akurasi sensor sering kali dipengaruhi oleh gangguan eksternal atau *noise* seperti interferensi elektromagnetik, getaran mekanis, maupun perubahan kondisi lingkungan (Suvorkin et al., 2024).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, sejumlah pendekatan penyaringan telah dikembangkan. Filter Kalman terbukti mampu meningkatkan akurasi sensor suhu LM35 (Kusuma & Wijaya, 2022). Metode *Moving Average* juga memberikan perbaikan respon sensor beban (Rifanti, 2014). Penggunaan filter adaptif seperti *Adaptive Recursive Least Squares Filter* (ARLSF) terbukti efektif dalam meningkatkan kestabilan sinyal medis, sebagaimana ditunjukkan oleh Zhang dkk. (2020) yang berhasil mengurangi *motion*

artifact pada sinyal *Seismocardiography* (SCG) dan mencapai akurasi deteksi detak jantung hingga 98%.

Di sisi lain, metode *Exponential Smoothing* juga terbukti sederhana namun efektif dalam mereduksi *error* pengukuran sensor, Alifah et al., (2020) berhasil mengurangi kesalahan pembacaan sensor gerak MPU6050 secara signifikan. Firdaus dan Sani (2021) menerapkan *Exponential Smoothing* pada stasiun pemantau cuaca berbasis IoT yang menggunakan sensor suhu dan kelembaban, dengan hasil penurunan *error* dari 7,41% menjadi hanya 3,57%. Penelitian lain oleh Darajat et al.,(2022) menegaskan fleksibilitas metode ini dalam meramalkan data deret waktu, meskipun konteksnya pada prediksi inflasi penjualan. Temuan serupa juga ditunjukkan oleh Fallo et al., (2023) melalui penerapan *Holt–Winter Exponential Smoothing* untuk meramalkan indeks harga konsumen di Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Metode *Adaptive Response Rate Exponential Smoothing* (ARRES) telah banyak diterapkan dalam berbagai konteks produksi dan bisnis untuk meningkatkan akurasi prediksi deret waktu, sekaligus memungkinkan penyesuaian parameter peluruhan secara dinamis sesuai perubahan pola data (Sanjaya., dkk 2021). Selain itu, penelitian pada pengukuran berbasis Arduino menunjukkan bahwa penerapan filter eksponensial efektif dalam menstabilkan pembacaan sensor analog dengan sumber daya terbatas, sehingga memungkinkan implementasi pada sistem *embedded* atau *Internet of Things* (MegunoLink, 2023).

Dengan melihat berbagai hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa filter adaptif, dengan metode *Exponential Smoothing*, memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas dan stabilitas sensor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas filter adaptif dalam meningkatkan kualitas sinyal sensor. Metode eksperimen dilakukan melalui serangkaian pengujian pada sistem sensor LM35 dan load cell dengan berbagai tingkat *noise* untuk mengevaluasi performa filter adaptif yang diterapkan.

2.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian

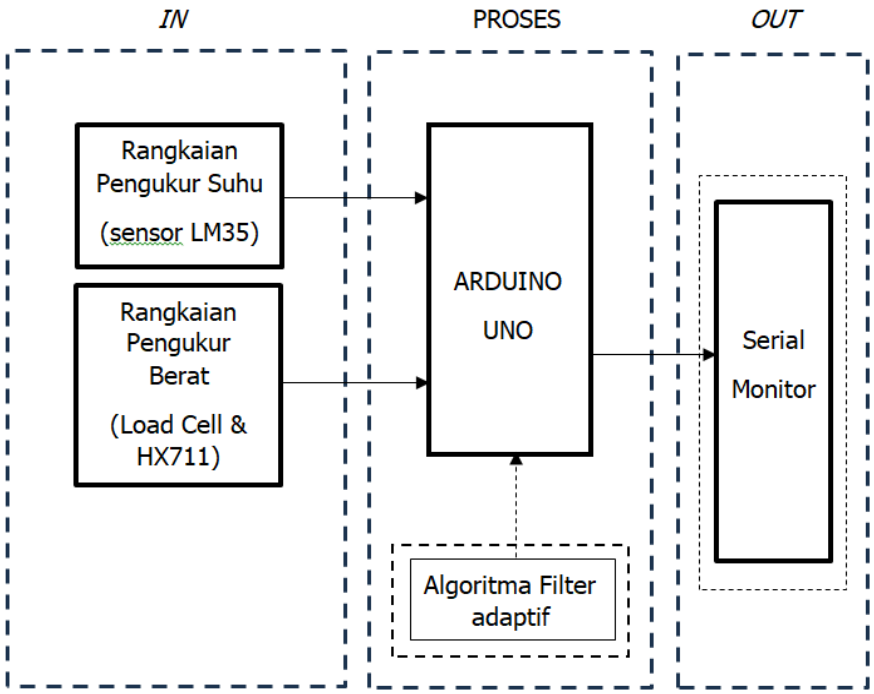
Lokasi penelitian ini di lakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare, yang memiliki fasilitas untuk pengujian sensor dan pemrosesan siyal. Waktu penelitian dilakukan selama satu bulan, berikut penjabaran berdasarkan tabel jadwal pelaksanaan penelitian.

Tabel 1. Jadwal pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	Waktu kegiatan			
		Bulan ke-1			
		1	2	3	4
1	Studi literature				
2	Perancangan perangkat keras				
3	Perancangan perangkat lunak				
4	Realisasi perangkat keras				
5	Realisasi perangkat lunak				
6	Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak				
7	Pengujian				
8	Analisis hasil pengujian				
9	Pembuatan laporan hasil penelitian				

Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan. Pada minggu pertama dilakukan studi literatur serta perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Minggu kedua hingga ketiga difokuskan pada realisasi perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian dilanjutkan dengan integrasi sistem. Pada minggu ketiga hingga keempat dilakukan pengujian serta analisis hasil, dan penelitian diakhiri dengan penyusunan laporan akhir.

2.3. Rancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Filter Adaptif

Sistem ini dirancang untuk meningkatkan kualitas pembacaan sensor menggunakan filter adaptif. Sensor LM35 mengukur suhu melalui sinyal analog yang dibaca langsung oleh ADC Arduino, sedangkan Load Cell mengukur beban dengan sinyal mikrovolt yang diperkuat dan dikonversi menjadi digital oleh modul HX711. Data dari kedua sensor kemudian diproses menggunakan algoritma *Exponential Smoothing* untuk mereduksi *noise* sehingga hasil pembacaan lebih stabil dan akurat. Filter adaptif ini dapat menyesuaikan parameter secara otomatis sesuai kondisi lingkungan, membentuk mekanisme *closed-loop* yang adaptif. Hasil akhir ditampilkan melalui serial monitor, sehingga sistem mampu menyediakan data yang lebih bersih dan dapat diandalkan.

2.4. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian filter adaptif dalam penelitian ini dari berbagai komponen elektronik yang dirancang untuk memvalidasi kinerja filte. Komponen tersebut di rincikan pada tabel 2.

Tabel 2. Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Sensor LM35	1
2.	Load Cell	1
3.	Modul HX711	1
4.	Mikrokontroller Arduiuno UNO	1
5.	Kabel jumper	-
6.	Arduiuno IDE	1

2.5. Teknik Pengumpulam Data

Data dikumpulkan dari hasil pembacaan sensor secara langsung dalam kondisi dengan dan tanpa filter. Setiap eksperimen akan dijalankan beberapa kali untuk memperoleh data yang konsisten. Data akan direkam dalam bentuk waktu-nyata (*real-time*) menggunakan *software* Arduiuno IDE.

2.6. Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh akan dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode statistik untuk mengevaluasi efektivitas filter adaptif dalam meningkatkan kualitas dan stabilitas pembacaan sensor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

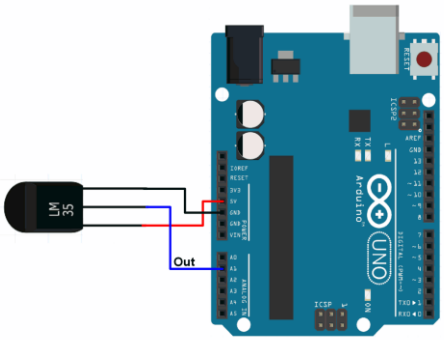
Pada penelitian ini perancangan sistem terbagi menjadi dua yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, dimana perangkat keras dirancang guna

mengintegrasikan sensor sebagai media uji filter adaptif, dan perangkat lunak sebagai implementasi *exponential smoothing* pada filter adaptif.

Pada pengujian ini, data pembacaan sensor ditampilakan dalam bentuk nilai mentah (Xn) dan hasil penyaringan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan empat variasi nilai *alpha*, yaitu α1=0.05, α2=0.10, α3=0.30, α4=0.50.

3.1. Rangkaian Pengukur Suhu

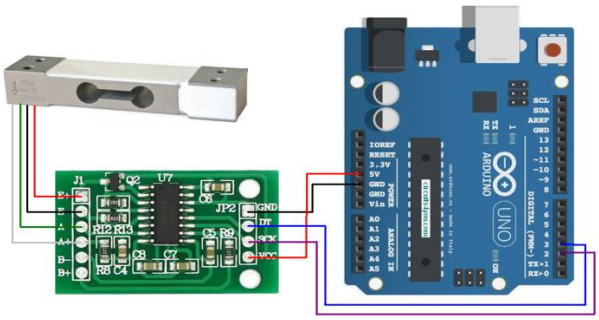
Untuk melakukan koneksi antara LM35 dan Arduiuno digunakan skema sambungan sebagai berikut: pin 1 (VCC) dari LM35 dihubungkan ke pin 5V Arduino, pin 2 (VOUT) dihubungkan ke pin A0 Arduino sebagai input analog, dan pin 3 (GND) dihubungkan ke GND Arduino.



Gambar 2. Rangkaian Pengukur Suhu ke Arduiuno

3.2. Rangkaian Pengukur Beban

Pada konfigurasi ini, sensor Load Cell dihubungkan terlebih dahulu ke modul HX711, yang berfungsi sebagai penguat sinyal dan konverter analog-ke-digital. Kabel merah dari Load Cell, yang merupakan pin E+, disambungkan ke pin VCC pada modul HX711 sebagai sumber tegangan positif untuk strain gauge. Kabel hitam, yaitu pin E−, disambungkan ke GND HX711 sebagai ground. Kemudian, kabel hijau sebagai A+ dihubungkan ke pin A+ pada HX711, dan kabel putih sebagai A− dihubungkan ke pin A− pada modul HX711.Selanjutnya, dari sisi modul HX711 ke Arduino Uno, pin VCC pada HX711 disambungkan ke pin 5V pada Arduino untuk catu daya, dan pin GND dihubungkan ke GND Arduino. Untuk komunikasi data, pin DT (data) pada HX711 dihubungkan ke pin digital D3 Arduino, sedangkan pin SCK (clock) pada HX711 dihubungkan ke pin digital D2 Arduino. Dengan alur pengkabelan ini, Arduino dapat membaca sinyal dari Load Cell melalui HX711 dengan akurasi yang tinggi.



Gambar 3. Rangkaian Load Cell ke Arduiuno

3.3. Implementasi Filter Pada Pemrograman

Pada proses filtering, data X(n) diproses menggunakan metode *Exponential Smoothing* dengan empat nilai alpha yang berbeda. Setiap alpha menghasilkan tingkat peredaman noise yang berbeda, alpha kecil menghasilkan hasil yang lebih halus namun lambat merespon perubahan, sedangkan alpha besar lebih cepat merespon tetapi kurang stabil. Proses ini menghasilkan empat data hasil filter masing-masing untuk *alpha* 1 hingga *alpha* 4, dengan menggunakan rumus :

$$Yn=\alpha.X(n)+(1-\alpha)Yn-1$$

Dimana :

y[n] : *output* filter,
x[n] : *input* filter,
alpha : konstanta yang menentukan seberapa besar pengaruh input terhadap *output.*

3.3.1 Implementasi Filter Pada Sensor LM35

```
float alpha1 = 0.05;
float alpha2 = 0.1;
float alpha3 = 0.3;
float alpha4 = 0.5;
float filteredValue1 = 0;
float filteredValue2 = 0;
float filteredValue3 = 0;
float filteredValue4 = 0;
float lm35Suhu = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int lm35suhu1 = analogRead(A0);
  lm35Suhu = lm35suhu1 * 0.48828125;
  Serial.print(lm35Suhu);

filteredValue1=alpha1 * lm35Suhu + (1-alpha1) * filteredValue1;
```

```
Serial.print("  ");
Serial.print(filteredValue1);

filteredValue2=alpha2 * lm35Suhu + (1-alpha2) * filteredValue2;
Serial.print("  ");
Serial.print(filteredValue2);

filteredValue3=alpha3 * lm35Suhu + (1-alpha3) * filteredValue3;
Serial.print("  ");
Serial.print(filteredValue3);

filteredValue4=alpha4 * lm35Suhu + (1-alpha4) * filteredValue4;
Serial.print("  ");
Serial.println(filteredValue4);
delay(250);
}
```

Implementasi dari metode *Exponential Smoothing* untuk menyaring data sensor suhu dari sensor LM35. Dalam persamaan ini, lm35Suhu mewakili data suhu terbaru yang dibaca dari sensor, sedangkan *filteredValue1* menyimpan nilai suhu yang telah difilter pada iterasi sebelumnya. Nilai *alpha*1 adalah konstanta peluruhan (*smoothing factor*) yang menentukan seberapa besar pengaruh data terbaru terhadap hasil akhir semakin kecil nilainya (misalnya 0.05), maka filter akan lebih lambat merespons perubahan mendadak, namun memberikan hasil yang lebih halus dan stabil.

Formula tersebut bekerja dengan mengambil sebagian dari data baru (*alpha*1 * lm35Suhu) dan sebagian dari hasil sebelumnya (1 - *alpha1*) * *filteredValue*1) untuk menghasilkan nilai baru yang lebih stabil. Dengan demikian, hasil filter ini mampu mengikuti tren data suhu yang sebenarnya, namun tanpa terlalu terpengaruh oleh gangguan sesaat atau lonjakan data yang tidak wajar.

3.3.2 Implementasi Filter Pada Sensor Berat (Load Cell)

```
#include <HX711.h>
#include <EEPROM.h>
#define DOUT 3
#define CLK 2

HX711 scale;
float scale_factor = 1.0; // Default scale factor
bool modeKalibrasi = false;
bool sudahKalibrasi = false;

float alpha1 = 0.05;
float alpha2 = 0.10;
float alpha3 = 0.30;
float alpha4 = 0.50;
float Xn = 0.0, Yn1_1 = 0.0, Yn2_1 = 0.0, Yn3_1 = 0.0, Yn4_1 = 0.0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale.begin(DOUT, CLK);
```

```
  EEPROM.get(0, scale_factor);
  Serial.print("Scale factor dari EEPROM: ");
  Serial.println(scale_factor, 6);

  scale.set_scale(scale_factor);
  scale.tare();
  Serial.println("Load cell siap.");

Serial.printl("Ketik 'k' untuk mulai kalibrasi
            baru.");
}
Void loop() {
// Mode Kalibrasi
if (Serial.available()) {
      String input = Serial.readStringUntil('\n');
      input.trim();
if (input == "k") {
modeKalibrasi = true;
      Serial.println("\n== MODE KALIBRASI ==");

      scale.set_scale();  // Reset sementara
      scale.tare();

Serial.println("Letakkan beban yang diketahui,  lalu tekan ENTER.");
      while (!Serial.available()) delay(10);
      Serial.readStringUntil('\n');

float raw = scale.get_units(10);
      Serial.print("Nilai mentah HX711: ");
      Serial.println(raw, 6);

      Serial.println("Masukkan BERAT aktual (gram):");
      while (!Serial.available()) delay(10);
float berat = Serial.readStringUntil('\n').toFloat();

if (berat > 0) {
      scale_factor = raw / berat;
      scale.set_scale(scale_factor);
      EEPROM.put(0, scale_factor);
      Serial.print("Skala baru disimpan: ");
      Serial.println(scale_factor, 6);
      sudahKalibrasi = true;

      } else {
        Serial.println("Berat tidak valid.");
      }
     modeKalibrasi = false;
    }
  }
      // Pembacaan dan Filtering
  if (!modeKalibrasi) {
    Xn = scale.get_units(10);

     float Yn1 = alpha1 * Xn + (1 - alpha1) * Yn1_1;
     float Yn2 = alpha2 * Xn + (1 - alpha2) * Yn2_1;
     float Yn3 = alpha3 * Xn + (1 - alpha3) * Yn3_1;
     float Yn4 = alpha4 * Xn + (1 - alpha4) * Yn4_1;
```

```
    Yn1_1 = Yn1;
    Yn2_1 = Yn2;
    Yn3_1 = Yn3;
    Yn4_1 = Yn4;
Serial.print(Xn);     // Asli
    Serial.print("  ");
    Serial.print(Yn1);   // alpha 0.05
    Serial.print("  ");
    Serial.print(Yn2);   // alpha 0.1
    Serial.print("  ");
    Serial.print(Yn3);   // alpha 0.3
    Serial.print("  ");
    Serial.println(Yn4); // alpha 0.5
delay(250);
  }
}
```

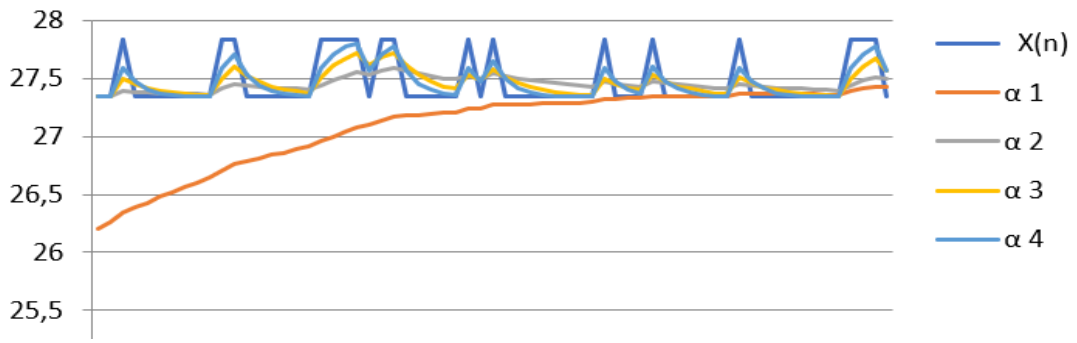
Dalam persamaan yang diterapkan pada program, variabel Xn mewakili data berat terbaru yang dibaca dari sensor, sedangkan Yn2_1, Yn3_1, dan Yn4_1 menyimpan nilai berat yang telah difilter pada iterasi sebelumnya. Nilai alpha2, alpha3, dan alpha4 adalah konstanta peluruhan (*smoothing factor*) yang menentukan seberapa besar pengaruh data terbaru terhadap hasil akhir. Semakin kecil nilai α (misalnya 0.05), maka filter akan lebih lambat merespons perubahan mendadak pada data berat, namun memberikan hasil yang lebih halus dan stabil.

Formula tersebut bekerja dengan mengambil sebagian dari data baru (alpha * Xn) dan sebagian dari hasil sebelumnya ((1 - alpha) * Yn-1) untuk menghasilkan nilai berat baru yang lebih stabil. Dengan demikian, hasil filter ini mampu mengikuti tren perubahan data berat yang sebenarnya, namun tanpa terlalu terpengaruh oleh gangguan sesaat atau lonjakan pembacaan sensor yang tidak wajar.

3.4 Pengujian

Pada pengujian ini, data pembacaan sensor ditampilakan dalam bentuk nilai mentah (Xn) dan hasil penyaringan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan empat variasi nilai *alpha*, yaitu α1, α2, α3, α4.

3.4.1 Visualisasi dan Data Pengujian Sensor LM35



Gambar 4. Grafik Pengujian Filter pada Sensor LM35

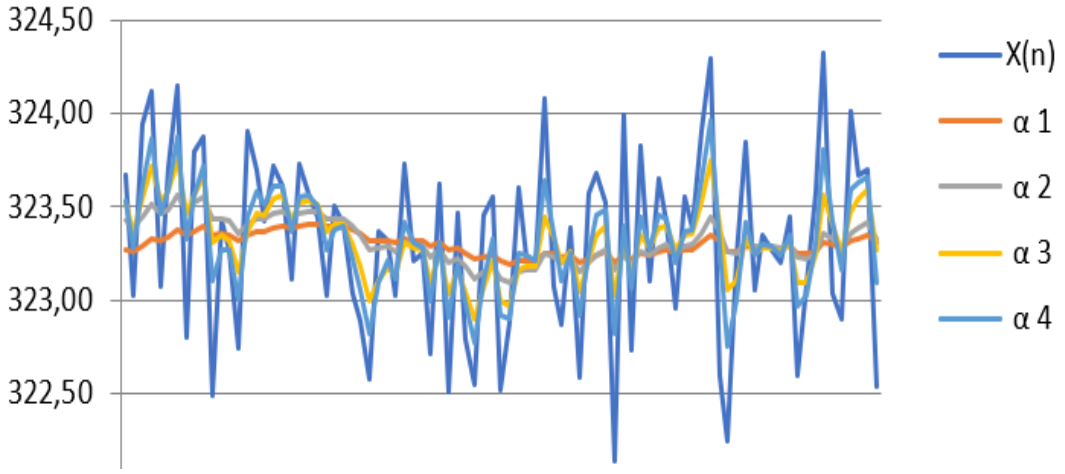
ketika data X(n) mengalami *impuls noise* atau perubahan mendadak maka data Y(n) atau filter mengikuti perubahan berdasarkan masing-masing *alpha* nya, dapat dilihat dari potongan data yang mengalami *impuls noise* ;

Tabel 3. Potongan data Pengujian LM35

Pengujian LM35				
X(n)	α 1	α 2	α 3	α 4
27.34	27.36	27.40	27.36	27.35
27.34	27.36	27.39	27.35	27.34
27.83	27.39	27.44	27.50	27.59
27.83	27.41	27.48	27.60	27.71
27.83	27.43	27.51	27.67	27.77

Nilai Y(n) pada *alpha* 1 (0.05) hanya naik atau turun sedikit saat nilai X(n) mengalami perubahan mendadak, sebaliknya alpha 4 (0.5) mengalami perubahan drastis hampir mendekati nilai X(n).

3.4.2 Visualisasi dan Data Pengujian Sensor LM35



Gambar 5. Grafik pengujian Pada Sensor Berat

Data X(n) menunjukkan variasi nilai yang cukup sering dan turun secara acak meskipun beban tidak berubah. Hal ini terlihat dari banyaknya perubahan nilai antar waktu yang tidak memiliki pola pasti. Fluktuasi ini menjadi indikasi bahwa hasil pembacaan sensor masih terpengaruh oleh noise.

Ketika data X(n) mengalami *impuls noise* atau perubahan mendadak maka data Y(n) atau filter mengikuti perubahan berdasarkan masing-masing alpha nya, dapat dilihat dari potongan data yang mengalami *impuls noise* ;

Tabel 4. Potongan Data Pengiujian Sensor Berat

X(n)	α 1	α 2	α 3	α 4
323.40	323.02	323.24	323.22	323.22
323.47	323.04	323.26	323.29	323.34
323.20	323.05	323.25	323.27	323.27
323.24	323.06	323.25	323.26	323.26
323.25	323.07	323.25	323.26	323.25

Nilai Y(n) pada alpha 1 (0.05) naik atau turun sedikit saat nilai X(n) mengalami perubahan mendadak, sebaliknya alpha 4 (0.50) mengalami perubahan drastis hampir mendekati nilai X(n).

4. Kesimpulan

Penerapan exponential smoothing filter pada sistem pembacaan sensor menunjukkan efektivitasnya dalam mereduksi fluktuasi data yang muncul akibat adanya derau (noise) maupun ketidakstabilan sinyal. Melalui proses pemfilteran ini, data mentah dapat dihaluskan sehingga menghasilkan pola pembacaan yang lebih konsisten dan reliabel. Hasil analisis mengindikasikan bahwa pemilihan parameter pelicinan (nilai α) memiliki peran yang signifikan terhadap kinerja filter. Nilai α yang kecil cenderung menghasilkan data yang lebih stabil karena perubahan sinyal direduksi secara bertahap, sedangkan nilai α yang besar memberikan respons yang lebih cepat terhadap dinamika perubahan, namun dengan tingkat kestabilan yang relatif lebih rendah. Oleh karena itu, pemilihan nilai α perlu mempertimbangkan kebutuhan spesifik dari sistem yang dikembangkan, apakah lebih mengutamakan stabilitas sinyal atau kecepatan respons terhadap perubahan.

REFERENSI

Alifah, R., Santoso, R., & Pratama, M. (2020). Penerapan Exponential Smoothing pada sensor gerak MPU6050 untuk mengurangi error pembacaan. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 8*(4), 215–222. https://share.google/ujHMLfhVnB9KzJw7g

Darajat, P. P., Fahmi Firdaus Muslimin, A., & Tri Utomo, L. (2022). Perancangan Sistem Peramalan Inflasi Penjualan Menggunakan Metode Exponential Smoothing: (Studi Kasus Pada Toko Fahm Tech Jawa Timur). *JUSIFOR : Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika*, *1*(1), 9–19. https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/jusifor/article/view/1264

Fallo, Y. S., Maure, R., Mauleto, M., & Nay, L. S. (2023). Peramalan indeks harga konsumen di Provinsi NTT menggunakan metode Holt–Winter Exponential Smoothing. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, 20*(2), 122-131. https://ejurnal.unisap.ac.id/leibniz/article/view/378/181

Firdaus, F., & Sani, R. (2021). Penerapan metode Exponential Smoothing pada stasiun pemantau cuaca berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK), 8*(6), 1290–1297. https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAEE/article/view/3172/1590

Kusuma, D., & Wijaya, A. (2022). Implementasi filter Kalman untuk sensor LM35 dalam monitoring suhu berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 10*(1), 23–30. https://doi.org/10.14710/jtsiskom.10.1.23-30

MegunoLink. (2023). *Three Methods to Filter Noisy Arduino Measurements.* Retrived from www.megunolink.com/articles/coding/3-methods-filter-noisy-arduino-measurements/

Rifanti, M. (2014). Analisis penggunaan metode Moving Average untuk perbaikan sinyal sensor beban. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta, 6*(2), 45–52.

Sanjaya, F., Alvina, J., Putra, M. A., & Sitanggang, D. (2021). Implementasi Algoritma Adaptive Response Rate Exponential Smoothing untuk Penentuan Aktivitas Produksi. Jurnal UTIKOMP, Universitas Prima Indonesia. https://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/JUTIKOMP/article/view/6593

Suvorkin, A., Ivanov, D., Petrov, M., & Volkov, A. (2024). Environmental noise impact on industrial sensor networks. *IEEE Sensors Journal, 24*(3), 1675–1683. https://doi.org/10.1109/JSEN.2024.5678901

Zhang, Q., Ibrani, M., Lu, F., & Zhan, Y. (2020). A novel adaptive recursive least squares filter to remove the motion artifact in seismocardiography. *Sensors, 20*(6), 1596. https://www.mdpi.com/1424-8220/20/6/1596