

PENERAPAN METODE EXPONENTIAL MOVING AVERAGE (EMA) SEBAGAI NOISE REDUCTION UNTUK PEMBACAAN SINYAL ANALOG PADA MIKROKONTROLER

Rais Muammar¹

¹Prodi Teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan
rais.muammar1993@gmail.com¹,

Abstrak - Berbagai metode digunakan untuk memperbaiki noise agar sistem dapat memberikan kualitas output yang lebih baik. Kualitas keluaran yang baik memiliki dampak yang signifikan terhadap pengukuran atau pembacaan data yang dilakukan, khususnya di bidang mikrokontroler yang tidak terlepas dari berbagai sensor yang digunakan untuk mengukur atau membaca sinyal yang bercampur dengan noise. Jadi, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi noise yang terjadi pada setiap pembacaan analog pada mikrokontroler sehingga kualitas keluaran atau pembacaan dari mikrokontroler tersebut berkualitas baik. Metode yang digunakan untuk mereduksi noise pada board mikrokontroler adalah metode exponential moving average (EMA) atau pemulusan eksponensial. Penerapan metode EMA atau metode exponential smoothing telah berhasil mengurangi noise yang terjadi pada saat pembacaan nilai analog pada board mikrokontroler Arduino. Semakin kecil nilai α yang digunakan, semakin stabil pembacaan analognya. Namun, perlu diperhatikan bahwa semakin kecil nilai dari α , semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi stabil.

Kata Kunci : EMA, Mikrokontroller, Analog

I. PENDAHULUAN

Berbagai metode digunakan untuk mengoreksi noise tersebut agar sistem dapat memberikan kualitas keluaran (sinyal keluaran) yang lebih baik. Kualitas keluaran yang baik memiliki dampak yang signifikan terhadap pengukuran atau pembacaan data yang akan dilakukan, khususnya pada bidang mikrokontroler yang tidak lepas dari berbagai

sensor seperti pendeteksian sinyal. Maka, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan filter untuk mengurangi noise yang terjadi pada setiap pembacaan sinyal analog. Seperti dalam penelitian [1] Belyaev Alexander et al. mencoba menganalisis kualitas pemulihan sinyal bising dengan filter exponential moving average (EMA), dengan menganalisis sinyal keluaran dari filter yang telah dibedakan [1]. Kemudian, A. R. Wilson mencoba mempelajari sistem yang mampu melakukan pengumpulan data serupa dari sensor disaat hanya ketika peristiwa penting terjadi dengan menggunakan metode rata-rata bergerak eksponensial [2]. Selanjutnya, H. Tajiri dan T. Kumano mengatur studi pada uji *maximum power point tracking* (MPPT) dengan metode EMA pada sistem pembangkit tenaga surya. Metode EMA digunakan sebagai filter proses, sehingga dapat mempengaruhi daya output. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan daya output akan berkurang ketika metode EMA diterapkan [3]. Lalu K. Ibrahim dan Y. Serbout menyediakan sistem yang mampu memprediksi popularitas konten dalam jaringan 5G dengan metode *auto regressive*, rata rata bergerak dan rata rata bergerak secara eksponensial. Dalam penelitian ini, K. Ibrahim dan Y. Serbout berfokus pada prediksi popularitas konten Sabuah video berdasarkan persyaratan pengamatan konten video yang telah diakses oleh seseorang di masa lalu [4]. Berikutnya M. Chen, T. Jiang dan W. Zou mengusulkan sebuah sistem yang mampu menghasilkan kunci rahasia berdasarkan metode EMA melalui jaringan nirkabel. Di mana hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode EMA yang diterapkan dapat memberikan preferensi

kunci rahasia yang lebih kuat [5]. Kemudian M. D. Awgheda and H. M. Schwartz melakukan penelitian tentang analisis algoritma Q Learning yang dikombinasikan dengan EMA. Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma yang diusulkan konvergen dalam lebih banyak situasi daripada algoritma Multi-Agent Reinforcement Learning (MARL) yang lebih kompleks [6].

Berdasarkan pada studi-studi tersebut menunjukkan bahwa metode EMA dapat diterapkan secara luas dalam berbagai permasalahan. Selanjutnya, perlu diperhatikan bahwa metode EMA sangat efektif bila diterapkan untuk menghaluskan atau mengurangi noise pada suatu sinyal. Oleh karena itu, metode EMA diterapkan pada penelitian ini untuk menghaluskan sinyal atau nilai analog pada mikrokontroler. Agar mikrokontroler dapat mengatasi noise yang terjadi, sehingga sistem dapat memberikan kualitas output yang lebih baik.

II. METODE PENELITIAN

Perangkat utama yang digunakan untuk subjek eksperimen pada penelitian ini adalah papan mikrokontroler Arduino. Sedangkan metode yang digunakan untuk mereduksi noise pada board mikrokontroler adalah metode exponential moving average (EMA) atau pemulusan eksponensial. Persamaan matematis EMA tersebut kemudian direpresentasikan sebagai bahasa pemrograman Arduino sehingga dapat diterapkan pada board mikrokontroler Arduino.

EMA adalah metode yang digunakan untuk mengulang perhitungan terus menerus (moving average) dan data yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya ke yang berikutnya menggunakan data terbaru. Nilai konstanta pemulusan (α) dapat ditentukan secara bebas. Selain itu, nilai dapat dipilih antara nilai dari 0 hingga 1, sebagaimana berlaku $0 < \alpha < 1$. Secara matematis, persamaannya adalah:

$$St_1 = \alpha X_t + (1 - \alpha) St_0$$

Di mana:

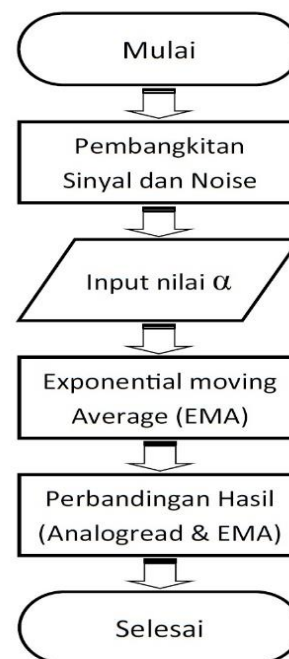
St_1 = Nilai terkini untuk pengulangan berikutnya.

α = Ketetapan penghalusan (0-1).

X_t = Data untuk periode ke t.

St_0 = rata-rata yang dihaluskan yang telah lalu.

Adapun Langkah Langkah penelitiannya adalah yang pertama membangkitkan sinyal dan noise pada mikrokontroler melalui software IDE. Setelah sinyal dan noise dibangkitkan, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi variabel yang akan diproses, seperti sinyal analog dan noise. Langkah selanjutnya menerapkan metode EMA sebagai perhitungan matematis pada software IDE. Dengan melaksanakan ketiga langkah tersebut, metode EMA dapat berfungsi dan menghasilkan nilai analog yang dihaluskan. Langkah-langkah proses lengkap ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai analog yang telah direduksi menggunakan metode EMA kemudian digunakan untuk membandingkan dengan nilai analog yang belum tereduksi atau terhaluskan



Gambar 1. Alur Proses Pengurangan noise dengan menerapkan Metode *Exponential Moving Average (EMA)*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat tiga uji yang dilakukan. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan metode EMA dalam mengurangi noise. Mekanisme pengujiannya adalah dengan menggunakan data yang diperoleh dari data sinyal analog yang bercampur noise yang dibangkitkan secara independen. Sinyal yang dibangkitkan sengaja dibangkitkan dengan data yang bernoise tinggi, hal ini dilakukan karena ingin melihat kemampuan metode EMA dalam melakukan pengurangan noise. Jumlah data yang digunakan sebagai sampel adalah 100 data untuk setiap nilai α dengan variasi 3 nilai α yang berbeda. Noise yang dihasilkan dan rentang data analog (Y-Values₁) adalah 457 hingga 462 dan kecepatan data sampel (X-Values₁) adalah 100 ms/data. Data ini kemudian diolah menggunakan metode EMA yang menghasilkan data analog yang tereduksi (Y-Values₂) dengan sample rate data yang sama yaitu 100ms/data. Hasil pengolahan data secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 18 dengan variasi nilai α 0.6, 0.3 dan 0.1. Sedangkan data pada Tabel 1 merupakan perwakilan dari semua data yang diambil sebanyak 10 data dari 100 data yang telah dibangkitkan berdasarkan nilai α yang berbeda beda. Hasil pengujian pertama seperti pada Gambar 2, mensimulasikan nilai analog bercampur noise yang terjadi pada board mikrokontroler Arduino dengan nilai α reduksi 0,6, kemudian pengujian kedua dengan nilai α reduksi 0,3 dan pengujian ketiga dengan nilai α reduksi 0,1 .

Hasil conversi metode EMA dalam bentuk bahasa pemrograman Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa metode EMA asli dalam bentuk matematis kemudian diubah menjadi bahasa pemrograman tekstual, sehingga metode EMA yang dikonversi dapat diunduh ke papan mikrokontroler Arduino.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);

int nilai = 0;
float A = 0.3;

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

    lcd.begin();
    lcd.print("Noise Reduction");
    delay(3000);
    lcd.clear();
}

void loop()
{
    for(int pencacah = 457; pencacah <= 462; pencacah++)
    {
        Serial.print(pencacah);
        Serial.print(" : ");
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Read    = ");
        lcd.print(pencacah);

        //exponensial moving average
        nilai = A * pencacah + (1 - A) * nilai;
        Serial.println(nilai);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Reduction = ");
        lcd.print(nilai);

        delay(100);
    }
}
```

Gambar 2. Pengkodingan pada IDE Arduino

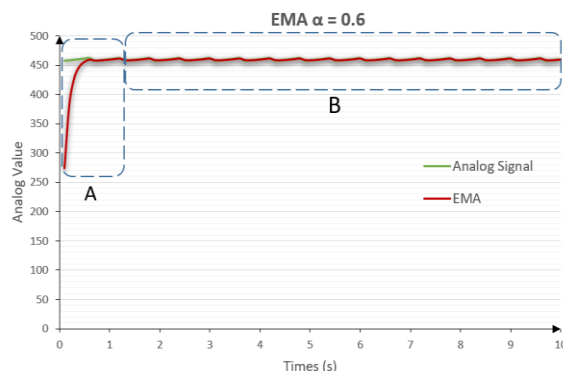
Hasil penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yaitu hasil pengujian pertama dengan nilai α reduksi 0,6, pengujian kedua dengan nilai α reduksi 0,3, dan pengujian ketiga dengan nilai α reduksi 0,1. Nilai α divariasikan dari 0.6 sampai dengan 0.1 dengan tujuan untuk mencari nilai α terbaik sehingga dapat diketahui. Indikatornya yaitu memperhatikan sinyal yang dihaluskan dan waktu yang diperlukan untuk menstabilkan (memuluskan) data yang mengandung noise tersebut. Karena salah satu resiko penurunan nilai α yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi stabil akan memakan waktu yang relatif lebih lama. Adapun contoh data analog yang bercampur noise serta hasil dari metode EMA dapat dilihat pada Tabel 1. Data tersebut hanya diekstraksi sebagian, yaitu hanya 10 data dari 100 data untuk setiap percobaan kenaikan nilai α , dengan tujuan sebagai contoh nilai α yang diolah. Data analog dan noise yang dihasilkan (Y-Values₁) berkisar antara 457 hingga 462 dan frekuensi sampling data (X-

Values₁) adalah 100 ms/data dengan variasi nilai α 0,6, 0,3 dan 0,1.

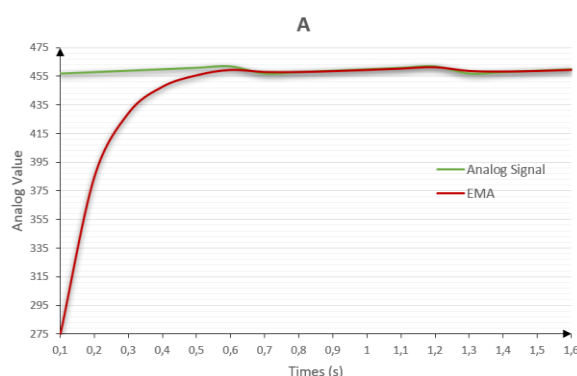
Tabel. 1 Nilai analog bercampur noise serta hasil dari metode EMA dengan variasi nilai α 0.6, α 0.3 dan α 0.1

No	X-Values (s)	Y-Values ₁ (Data Analog)	Y-Values ₂ (EMA)	No	X-Values (s)	Y-Values ₁ (Data Analog)	Y-Values ₂ (EMA)
1	0,1	457	274,2	16	0,6	462	406,29
2	0,2	458	384,48	17	0,7	457	421,51
3	0,3	459	429,19	18	0,8	458	432,45
4	0,4	460	447,68	19	0,9	459	440,42
5	0,5	461	455,67	20	1	460	446,29
6	0,6	462	459,47	21	0,1	457	45,7
7	0,7	457	457,99	22	0,2	458	86,93
8	0,8	458	457,99	23	0,3	459	124,14
9	0,9	459	458,6	24	0,4	460	157,72
10	1	460	459,44	25	0,5	461	188,05
11	0,1	457	137,1	26	0,6	462	215,45
12	0,2	458	233,37	27	0,7	457	239,6
13	0,3	459	301,06	28	0,8	458	261,44
14	0,4	460	348,74	29	0,9	459	281,2
15	0,5	461	382,42	30	1	460	299,08

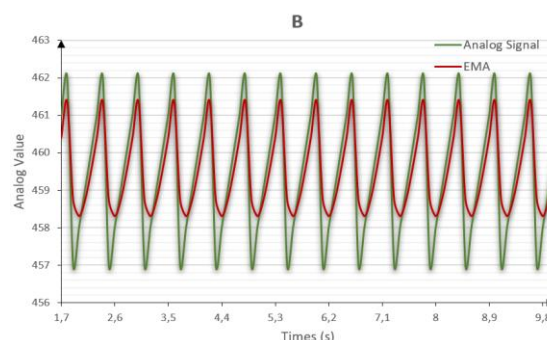
Data nilai analog dan noise telah disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan 11. Gambar 3 sampai dengan 5 merupakan hasil running sinyal analog yang mengandung noise (garis berwarna hijau) kemudian dihaluskan dengan metode EMA (garis berwarna merah). Rentang data analog dan noise yang dihasilkan adalah 457 hingga 462 dan kecepatan pengambilan sampel data adalah 100 ms/data dan durasinya selama 10 detik dengan nilai α yang diterapkan sebesar 0,6 seperti pada gambar 3. Gambar 3 kemudian dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian A (gambar 4) merupakan detail dari gambar 3 dengan jumlah sampel 16 nilai analog dan noise dengan waktu dari 0 detik sampai 1,6 detik. Sedangkan bagian B (Gambar 5) merupakan detail Gambar 3 dengan jumlah nilai analog sebanyak 84 data dengan waktu 1.6 detik sampai 10 detik.



Gambar 3. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.6



Gambar 4. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.6 bagian A



Gambar 5. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.6 bagian B

Gambar 3 sampai dengan 5 menunjukkan bagaimana cara kerja metode EMA selama proses pemulusan atau pengurangan noise. Nilai

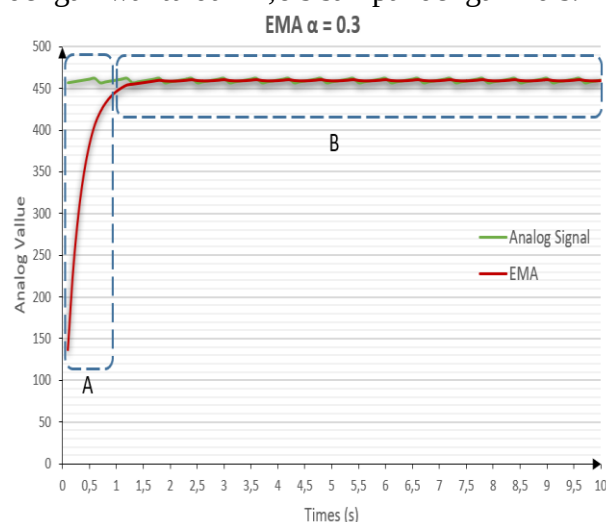
analog dan noise dengan sinyal fluktuasi berkisar antara 457 hingga 462 kemudian diterapkan pada metode EMA (garis merah) dengan nilai α yang diterapkan sebesar 0,6. Hasil dari metode ini menunjukkan bahwa waktu untuk menghaluskan nilai analog (garis hijau) dari kondisi awal ke kondisi stabil membutuhkan waktu 0,65 detik dengan sisa osilasi sinyal analog antara 458,3 dan 461,3. Kemudian dapat disimpulkan bahwa nilai analog dan noise yang memiliki fluktuasi sinyal antara 457 dan 462, kemudian diterapkan metode EMA dengan nilai α 0,6, dapat mereduksi noise dengan lancar. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk melakukan reduksi dari awal hingga kondisi stabil adalah 0,65 detik dengan osilasi sinyal antara 458,3 dan 461,3.

Nilai analog dan noise tersebut kemudian diolah kembali dengan nilai α 0,3 (Gambar 6). Gambar 6 kemudian dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian A (gambar 7) merupakan detail gambar 6 dengan jumlah sampling nilai analog sebanyak 16 data dengan waktu dari 0 detik sampai 1,6 detik. Sedangkan Bagian B (Gambar 8) merupakan detail Gambar 6 dengan total sampel 84 nilai analog dengan waktu dari 1,6 detik sampai 10 detik.

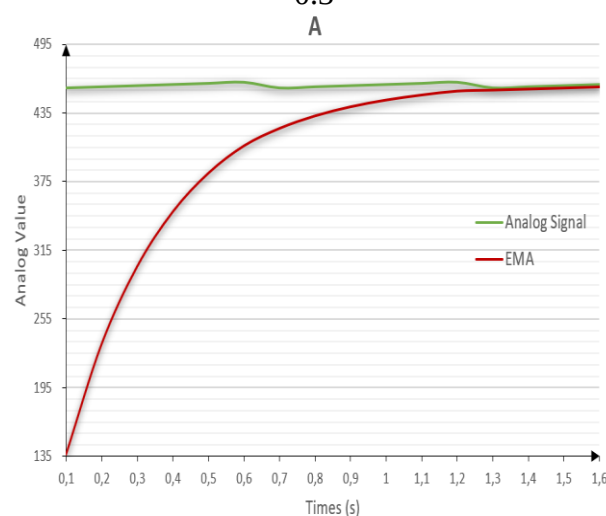
Gambar 3-5 menunjukkan bagaimana proses berjalannya metode EMA dalam melakukan proses *noise reduction / smoothing*. Nilai analog dan *noise* yang mempunyai fluktuasi sinyal antara 457 sampai dengan 462 kemudian diterapkan metode EMA (garis merah) dengan nilai α yang telah diterapkan yaitu sebesar 0,6. Dari hasil metode tersebut menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses *smoothing* terhadap nilai analog (garis hijau) dari kondisi *start* sampai menuju kondisi stabil memerlukan waktu sebesar 0,65 s dengan sisa fluktuasi sinyal analog antara 458,3 sampai dengan 461,3. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai analog dan *noise* yang mempunyai fluktuasi sinyal antara 457 sampai dengan 462 kemudian diterapkan metode EMA dengan nilai α sebesar 0,6, telah berhasil melakukan proses *smoothing*. Adapun waktu yang diperlukan untuk melakukan proses *smoothing* dari start sampai ke kondisi stabil

selama 0,65 s dengan rentang fluktuasi sinyal antara 458,3 – 461,3.

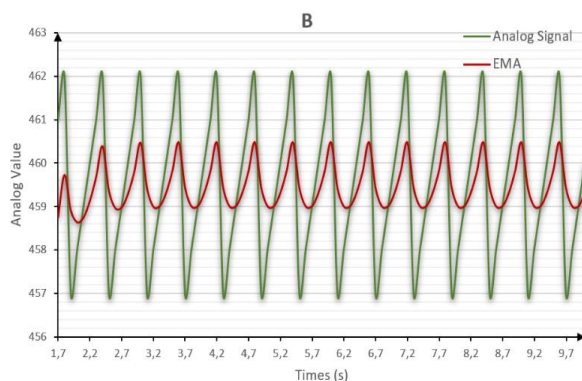
Nilai analog dan *noise* kemudian di proses kembali dengan nilai α sebesar 0.3 (gambar 6). Gambar 6 kemudian dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian A (gambar 7) merupakan detail gambar 6 dengan jumlah sampling nilai analog sebanyak 16 data dengan waktu dari 0 s sampai dengan 1,6 s. Sedangkan bagian B (gambar 8) merupakan detail gambar 6 dengan jumlah sampling nilai analog sebanyak 84 data dengan waktu dari 1,6 s sampai dengan 10 s.



Gambar 6. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.3



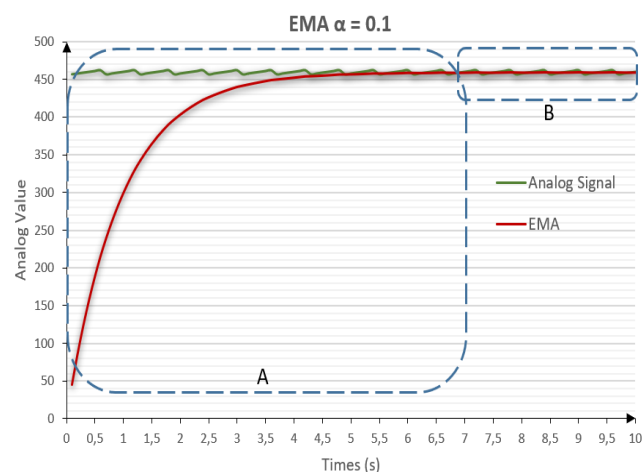
Gambar 7. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.3 bagian A



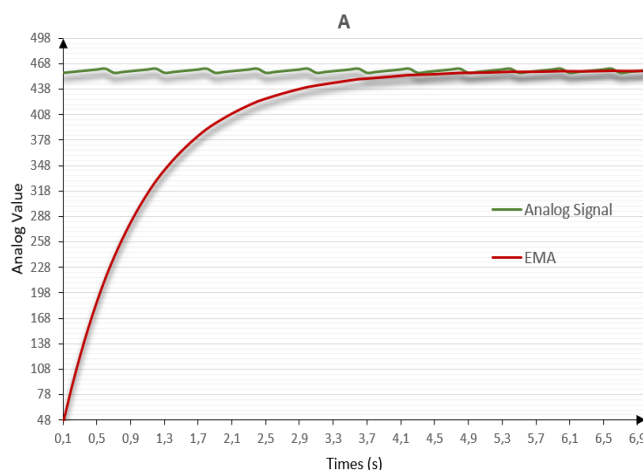
Gambar 8. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.3 bagian B

Gambar 6 sampai dengan 8 menunjukkan cara kerja metode EMA dalam mencapai proses smoothing atau reduksi noise. Nilai analog dan noise dengan fluktuasi sinyal antara 457 dan 462 kemudian diterapkan pada metode EMA (garis merah) dengan nilai α yang diterapkan yaitu 0,3. Hasil dari metode ini menunjukkan bahwa waktu untuk mereduksi nilai analog (garis hijau) dari kondisi awal ke kondisi stabil membutuhkan waktu 2,2 detik dengan sisa osilasi sinyal analog antara 458,8 dan 460,4. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dengan nilai noise dan analog yang memiliki sinyal fluktuatif antara 457 sampai 462 dan nilai α 0,3 telah berhasil mereduksi sinyal dengan baik. Adapun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan reduksi dari inisiasi hingga stabilisasi adalah 2,2 detik dengan amplitudo osilasi sinyal antara 458,8 dan 460,4.

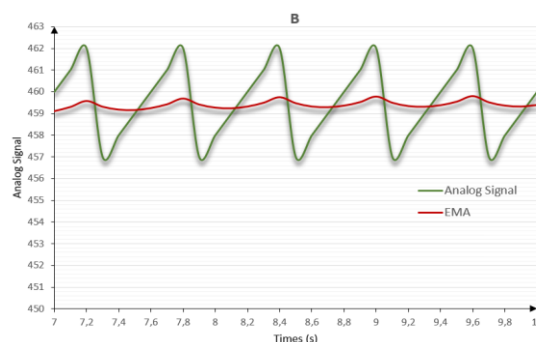
Nilai analog dan noise kemudian di proses kembali dengan nilai α sebesar 0.1 (gambar 9). Gambar 9 kemudian dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian A (gambar 10) merupakan detail gambar 9 dengan jumlah sampling nilai analog sebanyak 16 data dengan waktu dari 0 detik sampai dengan 7 detik. Sedangkan bagian B (gambar 11) merupakan detail gambar 9 dengan jumlah sampling nilai analog sebanyak 84 data dengan waktu dari 7 detik sampai dengan 10 detik.



Gambar 9. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.1



Gambar 10. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.1 bagian A



Gambar 11. Data nilai analog bercampur *noise* serta hasil reduksi metode EMA dengan nilai α 0.1 bagian B

Gambar 9 sampai dengan 11 menunjukkan bagaimana metode EMA melakukan proses smoothing atau pengurangan noise. Nilai analog dan noise dengan fluktuasi sinyal antara 457 dan 462 kemudian diterapkan pada metode EMA (garis merah) dengan nilai α yang diterapkan yaitu 0,1. Hasil dari metode ini menunjukkan bahwa waktu untuk menghaluskan nilai analog (garis hijau) dari kondisi awal ke kondisi tunak membutuhkan waktu 8 detik dengan osilasi sinyal analog yang tersisa pada kisaran 459,2 dan 469,8. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa nilai analog dan noise yang memiliki fluktuasi sinyal antara 457 sampai 462 dengan nilai α 0,1, maka metode EMA dapat menyelesaikan proses reduksi dengan baik. Adapun waktu yang diperlukan untuk melakukan reduksi dari awal hingga kondisi stabil adalah 8 detik dengan amplitudo osilasi sinyal antara 459,2 sampai 459,8.

IV. KESIMPULAN

Berbagai metode digunakan untuk memperbaiki noise tersebut agar sistem dapat memberikan kualitas output yang lebih baik. Penerapan metode EMA telah mengurangi noise yang terjadi pada saat pembacaan nilai analog pada board mikrokontroler Arduino. Semakin kecil nilai α yang digunakan, maka pembacaan analog akan semakin stabil. Namun, perlu dicatat bahwa semakin kecil nilai α , semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi stabil.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Belyaev, I. A. Tutov, and S. A. Maykov, "Analysis of noisy signal restoration quality with Lanczos filter," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2016, vol. 177, no. 1, pp. 0–3.
- [2] A. R. Wilson, "Event triggered analog data acquisition using the exponential moving average," *IEEE Sens. J.*, vol. 14, no. 6, pp. 2048–2055, 2014.
- [3] H. Tajiri and T. Kumano, "Input filtering of MPPT control by exponential moving average in photovoltaic system," in *PECon 2012 - 2012*

IEEE International Conference on Power and Energy, 2012, no. December, pp. 372–377.

- [4] K. Ibrahimi and Y. Serbouti, "Prediction of the content popularity in the 5G network: Auto-regressive, moving-average and exponential smoothing approaches," 2017.
- [5] M. Chen, T. Jiang, and W. Zou, "Differential physical layer secret key generation based on weighted exponential moving average," 2015.
- [6] M. D. Awheda and H. M. Schwartz, "Exponential moving average Q-learning algorithm," in *IEEE Symposium on Adaptive Dynamic Programming and Reinforcement Learning, ADPRL*, 2013, pp. 31–38.
- [7] M. E. Haque, M. N. S. Khan, and M. R. I. Sheikh, "Smoothing control of wind farm output fluctuations by proposed Low Pass Filter, and Moving Averages," in *ICEEE 2015 - 1st International Conference on Electrical and Electronic Engineering*, 2016, no. November, pp. 121–124.