

Implementasi *Moving Average Filter* untuk Sensor Arus pada Sistem Pemantauan Penerangan Jalan Umum

Muhamad Rifki Fauzi, Sigit Pramono[#], Gunawan Wibisono

Jurusan Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. DI. Panjaitan No. 128 Purwokerto 53147 Jawa Tengah, Indonesia
[#]sigit@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan lampu penerangan yang dipasang di ruas jalan umum yang menjadi fasilitas penerangan bagi pejalan kaki maupun pengendara pada malam hari. Pemantauan secara otomatis dalam perawatan PJU masih dilakukan secara manual. Pemantauan yang perlu dilakukan terkait dengan besaran tegangan dan penggunaan arus listrik pada lampu. Pemantauan lampu jalan dilakukan menggunakan jaringan *Power Line Carrier* (PLC) dimana komunikasi jaringan menggunakan kabel. Data dari penggunaan arus pada PJU dikirimkan menuju sebuah pusat monitoring melalui modul PLC. Dalam proses komunikasi ini banyak kendala dikarenakan adanya *noise* dan interferensi. Dalam penelitian ini, digunakan metode *Moving Average Filter* (MAF) pada sensor arus ZMCT103C untuk sistem pemantauan PJU. MAF merupakan sebuah metode filter yang mampu meningkatkan tingkat akurasi data dan mampu meredam derau pada pengukuran sensor. Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat bahwa pembacaan tanpa menggunakan MAF memiliki nilai rata-rata *error* sebesar 0,61%, sedangkan ketika menggunakan MAF 5 persentase *error* turun menjadi 0,53% dan MAF 10 menghasilkan nilai yang terbaik dengan rata-rata *error* sebesar 0,52%. Selain itu, MAF mampu menghasilkan pengukuran yang lebih konstan dibandingkan dengan tidak menggunakan MAF.

Kata kunci: *Moving Average Filter* (MAF), PJU, PLC, sensor arus

Abstract

Public street lighting (PJU) is lighting that is installed on public roads which provide lighting facilities for pedestrians and motorists at night. Monitoring automatically in PJU maintenance is still done manually. Monitoring that needs to be done is related to the amount of voltage and the use of electric current in the lamp. Street light monitoring is carried out using a Power Line Carrier (PLC) network where network communication uses cables. Data from current usage at the PJU is sent to a monitoring center via the PLC module. In this communication process there are many obstacles due to noise and interference. In this study, the Moving Average Filter (MAF) method was used on the ZMCT103C current sensor for the PJU monitoring system. MAF is a filter method that is able to increase the level of data accuracy and is able to reduce noise on sensor measurements. Based on the test results, it can be seen that the reading without using MAF has an average error value of 0.61%, whereas when using MAF 5 the percentage of error drops to 0.53% and MAF 10 produces the best value with an average error of 0.52%. In addition, MAF is able to produce more constant measurements compared to not using MAF.

Keywords: *Moving Average Filter* (MAF), PJU, PLC, current sensor

I. PENDAHULUAN

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan lampu penerangan yang dipasang di ruas jalan umum menjadi fasilitas penerangan bagi pejalan kaki maupun pengendara pada malam hari [1].

Pemantauan dalam perawatan PJU saat ini masih dilakukan secara manual. Pemantauan yang perlu dilakukan terkait dengan besaran tegangan dan penggunaan arus listrik pada lampu [2]. Sensor arus yang digunakan adalah sensor arus ZMCT103C yang berdimensi kecil, mempunyai

akurasi tinggi, mampu mengukur sampai dengan 5A dan keluaran yang proporsional berupa arus AC [3]. Data dari sensor arus akan dikirimkan menuju sebuah pusat data monitoring melalui jala-jala listrik menggunakan modul *Power Line Carrier* (PLC) [4]. PLC adalah suatu perangkat yang digunakan untuk berkomunikasi melalui kabel listrik yang memiliki tegangan yang tinggi [5]. Kabel listrik dapat digunakan juga sebagai media transmisi untuk komunikasi data [6]. Data penggunaan arus akan difilter agar didapatkan data yang lebih relevan salah satunya dengan cara menerapkan metode *Moving Average Filter* (MAF) [7]. MAF mampu meningkatkan tingkat akurasi data dan mampu meredam *noise* [8].

Penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya menjadi bahan perbandingan dalam pengujian implementasi sensor arus pada PJU. Sistem pemantauan PJU dapat dilakukan melalui jaringan internet berbasis Android dengan menerapkan sistem otomatis menggunakan sensor cahaya dan pemantauan kondisi lampu serta pengukuran arus dan tegangan. Penggunaan modul Ethernet sebagai sistem komunikasi data dan *smartphone* sebagai pemantau dan pengendali. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang diperoleh oleh sensor cahaya dapat diterima oleh sistem pengendali dan dapat menginformasikan rerata akurasi komparasi pengukuran arus dan tegangan sebesar 100% dan 95,23% [1]. Penelitian selanjutnya mengenai sensor yang digunakan untuk pengujian arus yaitu menggunakan sensor arus ZMCT103C. Pembuatan *power meter* yang dapat mengukur tegangan arus, daya aktif, daya semu, frekuensi, dan faktor daya untuk mempermudah pemantauan alat. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dengan menggunakan beban resistif dan dibandingkan dengan *power meter* pabrikan,

didapatkan *error* untuk tegangan sebesar 0,33%, arus sebesar 0,26%, dan daya aktif sebesar 0,63% [9].

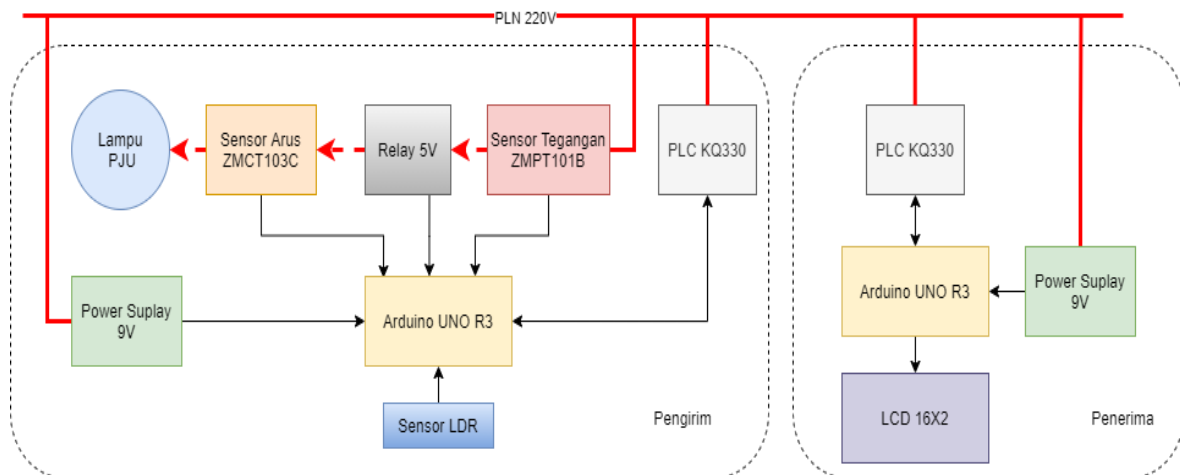
Penelitian yang membahas mengenai metode yang digunakan sebagai peredam *noise* dan mampu meningkatkan akurasi data yaitu penelitian sebelumnya melakukan pengukuran kedalaman berdasarkan tekanan udara dalam air dengan sensor tekanan udara BMP180 menggunakan MAF untuk membuang pencilaan data, sehingga didapatkan data yang lebih relevan yang kemudian digunakan untuk melakukan *curve fitting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MAF mampu meningkatkan akurasi data hingga mencapai 99,12% [7]. Penelitian lainnya bertujuan untuk membangun jaringan komputer menggunakan PLC sebagai pengganti pengganti kabel *Unshield Twisted Pair* (UTP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PLC menghasilkan kecepatan *download* lebih baik dari kabel UTP. PLC membuat perbaikan dan instalasi dilakukan lebih mudah [10].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan MAF pada sensor arus ZMCT103C untuk sistem pemantauan PJU. Penelitian yang telah dilakukan oleh tim peneliti sebelumnya dapat menjadi referensi pengujian pemantauan lampu jalan untuk mengukur kinerja sensor arus dengan metode MAF dan penggunaan sensor yang cocok untuk lampu jalan.

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Pada tahap ini perancangan perangkat keras dilakukan menggunakan diagram blok rangkaian. Diagram blok rangkaian pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok rangkaian

Berdasarkan Gambar 1 terdapat komponen pendukung seperti sensor tegangan ZMPT101B, Arduino Uno, sensor arus ZMTC103C, dan LCD untuk menampilkan hasil pembacaan sensor. Pada tahapan perancangan perangkat keras terdapat perancangan skematik yang akan digunakan pada saat implementasi perangkat keras. Perancangan perangkat lunak menggunakan aplikasi Arduino IDE. Aplikasi ini adalah untuk merancang program yang akan diproses ke dalam pengendali Arduino Uno. Pada aplikasi ini terdapat *tools* yang dapat digunakan seperti manajemen *library* yang nantinya akan digunakan dan fitur deteksi *error* ketika ada *error* pada program yang dirancang.

B. Perancangan MAF

Pada pengambilan data hasil perancangan yang sudah dilakukan pada tahap sebelumnya, hasil implementasi akan diperoleh data berupa data arus listrik yang akan dianalisa dengan menggunakan metode MAF [7]. Data dari sensor arus yang diterima modul PLC dengan periode 5 dan 10. Sensor arus akan diberikan nilai beban yang berbeda-beda yaitu 40W, 60W, 100W, 140W, dan 160W dilakukan pengujian sebanyak 50 kali pada setiap variasi beban. Variabel *x* adalah data sensor dan sumbu *y* adalah variabel MAF yang digunakan. Pergerakan yang dihasilkan dari MAF 5 berasal dari persamaan berikut.

$$y(5) = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5}{5} \quad (1)$$

Pergerakan yang dihasilkan dari MAF 10 berasal dari persamaan berikut.

$$y(10) = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_{10}}{10} \quad (2)$$

Gambar 2 memperlihatkan kode pemrograman dalam implementasi MAF. Kemudian dilakukan pengujian sistem dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor arus sebelum dan sesudah pengolahan data. Dalam pengujian ini dilakukan unjuk kerja dengan menghitung besarnya nilai *error* yang dihasilkan dari setiap data diperoleh berdasarkan persamaan berikut.

$$Error(\%) = \frac{|Nilai\ Sensor - Nilai\ alat\ ukur|}{Nilai\ alat\ ukur} * 100\% \quad (3)$$

Kemudian untuk nilai rata-rata pembacaan error ditentukan dengan rumus berikut.

$$Rata - rata\ error(\%) = \frac{Error\ ke\ 1 + Error\ ke\ 2 + ..Error\ ke\ n}{Total\ Percobaan\ (n)} \quad (4)$$

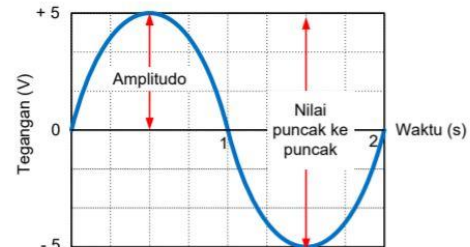
```
#include <SoftwareSerial.h>
#include "EmonLib.h"
EnergyMonitor emon;
int maf_10_current_index = 0;
float maf_10_current_value = 0;
float maf_10_current_sum = 0;
float data_maf_10_current[10];
float maf_10_current_avg = 0;

float maf_10_current(float val)
{
    maf_10_current_sum = maf_10_current_sum -
    data_maf_10_current[maf_10_current_index];
    maf_10_current_value = val;
    data_maf_10_current[maf_10_current_index] =
    maf_10_current_value;
    maf_10_current_sum = maf_10_current_sum +
    maf_10_current_value;
    maf_10_current_index = (maf_10_current_index +
    1) % 10;
    maf_10_current_avg = maf_10_current_sum / 10;
    return maf_10_current_avg;
}

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    emon.current(A0, 0.41);
}

void loop()
{
    emon.calcVI(20, 2000);
    float xarus = emon.Irms;
    arus = maf_10_current(xarus);
    Serial.print("Arus : ");
    Serial.println(arus);
}
```

Gambar 2. Kode pemrograman MAF



Gambar 3. Gelombang sinusoidal AC

Sensor arus yang digunakan adalah sensor arus ZMCT103C yang berdimensi kecil, mempunyai akurasi tinggi, mampu mengukur sampai dengan 5A dan keluaran yang proporsional berupa arus AC [3]. Data dari penggunaan arus akan dikirimkan menuju sebuah pusat data monitoring melalui jala-jala listrik menggunakan modul PLC [4]. Data yang diterima akan diolah dan akan ditampilkan pada layar monitor untuk mengetahui suatu kondisi penggunaan arus dalam sebuah *line* distribusi listrik secara *real time* [11]. Gambar 3 memperlihatkan gelombang sinusoidal pada tegangan AC dengan persamaan tegangan $v(t) = V_m \sin \omega t$. Tegangan standar yang diterapkan di Indonesia untuk listrik bolak-balik 1 (satu) fasa adalah 220 Volt, yang merupakan nilai standar listrik 1 fasa untuk digunakan di kebutuhan semua

peralatan rumah tangga. Tegangan dan arus yang dihasilkan dari PLN berbentuk bolak balik maka bentuknya sinusoidal sehingga nilainya akan bersifat fluktuatif, dengan MAF atau tanpa MAF. Sumbu horizontal pada gelombang sinusoidal menunjukkan waktu pencacahan bukan waktu *real*.

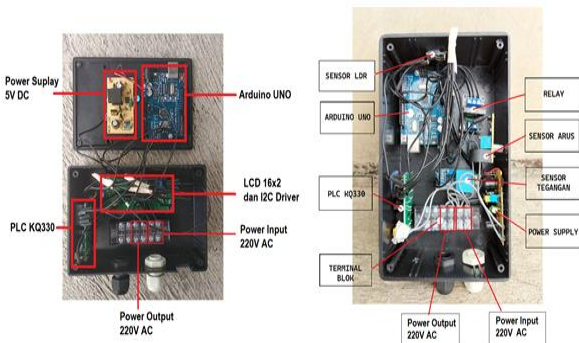
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Sistem

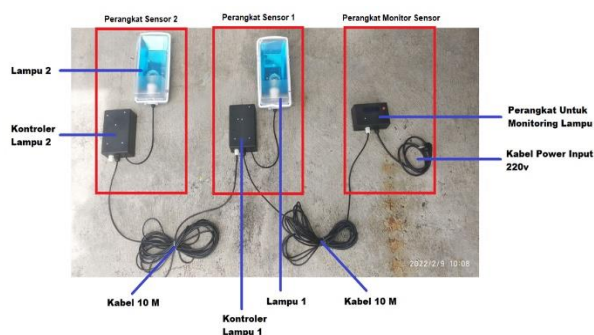
Realisasi dari prototipe sistem pemantau arus dalam PJU diperlihatkan pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 bagian (a) menunjukkan rangkaian komponen perangkat pemantauan dan Gambar 4 bagian (b) merupakan bagian dari rangkaian perangkat pemantauan sensor. Hasil perancangan pemantauan dan sensor PJU secara keseluruhan, dapat dilihat pada Gambar 5.

B. Hasil Pengujian Sensor Arus ZMCT103C

Pengujian terhadap sensor arus ZMCT103C yang diberikan nilai beban yang berbeda-beda yaitu 40W, 60W, 100W, 140W dan 160W sesuai dengan nilai beban lampu jalanan yang tersedia di Indonesia. Hasil pembacaan akan dibandingkan menggunakan *power meter* yang sudah terstandarisasi. Pembacaan sensor ZMCT103C akan dibandingkan dengan *power meter*. Perangkat ini dapat mengukur tegangan dengan akurasi 0,1 V dan arus 0,001A. Skema pengujian sensor arus dapat dilihat pada Gambar 6.



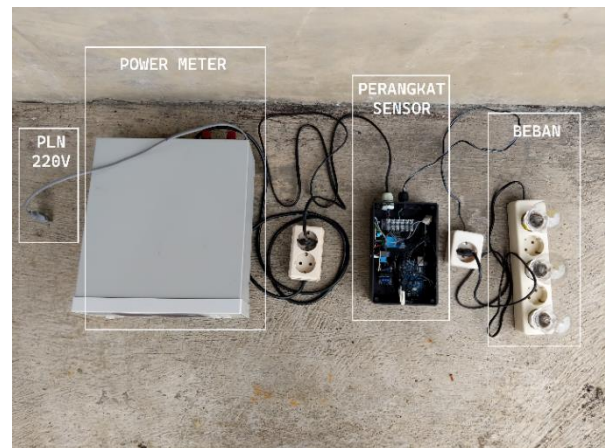
Gambar 4. Prototipe pemantauan (kiri) dan sensor PJU (kanan)



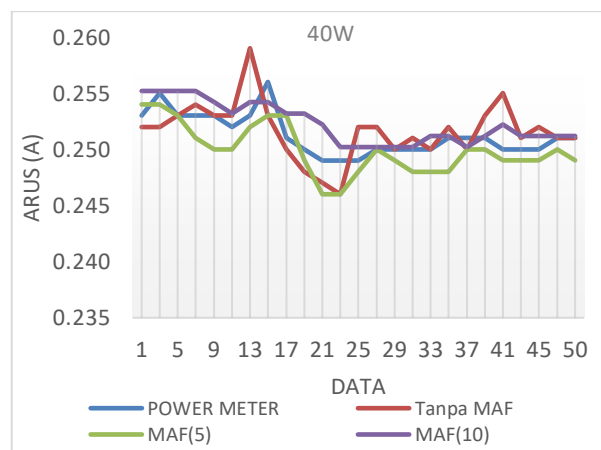
Gambar 5. Keseluruhan sistem monitoring

Pembacaan dari sensor ZMCT103C dilakukan filter menggunakan MAF. Banyak data yang digunakan pada filter MAF yaitu 5 dan 10. Perhitungan MAF dilakukan pada program yang dimasukkan ke dalam Arduino Uno untuk pemrosesan.

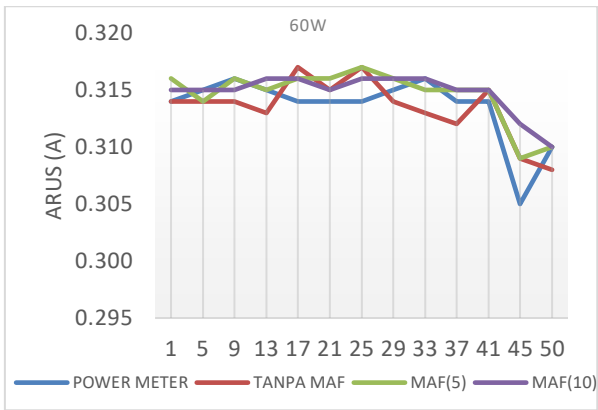
Gambar 7 merupakan hasil pengukuran arus pada sensor ZMCT103C pada beban 40 W. Berdasarkan grafik hasil pengujian sensor arus yang diberi beban 40 W dan percobaan pengambilan data sebanyak 50 kali menunjukkan pembacaan sensor arus tanpa menggunakan MAF arus listrik bernilai bentuknya sinusoidal artinya nilainya tidak tetap atau berubah ubah mengakibatkan arus berdampak fluktuatif. Sedangkan untuk pembacaan menggunakan MAF 5 dan MAF 10 menghasilkan nilai yang relatif konstan dikarenakan terjadi proses filter berdasarkan rata-rata dengan nilai yang bergerak. MAF 10 menghasilkan nilai yang baik mendekati nilai pembacaan dari alat ukur itu sendiri.



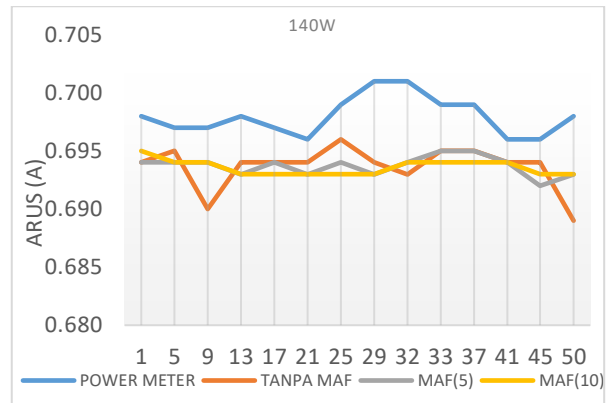
Gambar 6. Skema pengujian sensor arus



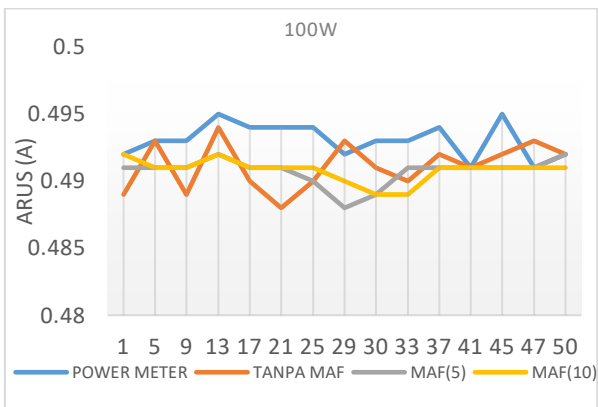
Gambar 7. Grafik hasil pengujian sensor arus pada beban 40 W



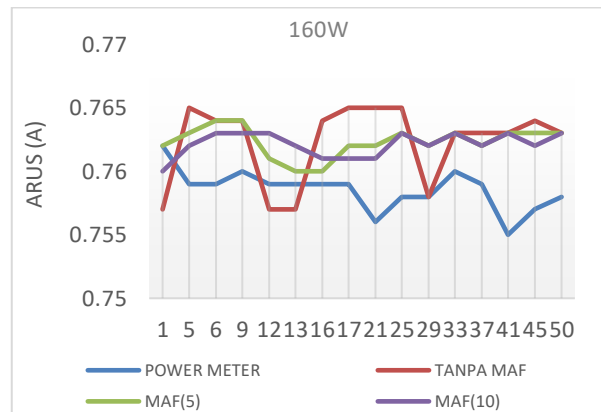
Gambar 8. Grafik hasil pengujian sensor arus pada beban 60W



Gambar 10. Grafik hasil pengujian sensor arus pada beban 140W



Gambar 9. Grafik hasil pengujian sensor arus pada beban 100 W



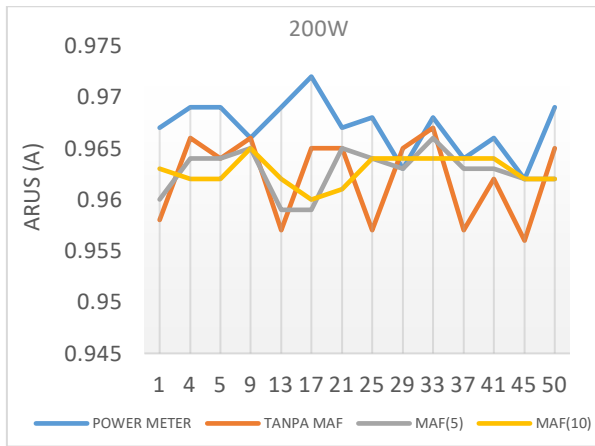
Gambar 11. Grafik hasil pengujian sensor arus pada beban 160W

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian sensor arus pada beban 60 W. Berdasarkan grafik hasil pengujian sensor arus yang diberi beban 60 W menunjukkan pembacaan tanpa MAF arus listrik bernilai tidak tetap, hal ini dikarenakan tegangan sumber dari PLN memang menghasilkan nilai yang relatif tidak tetap artinya nilainya tidak tetap atau berubah ubah mengakibatkan arus berdampak fluktuatif. Sedangkan untuk pembacaan menggunakan MAF 5 dan MAF 10 menghasilkan nilai yang relatif konstan.

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian sensor arus pada beban 100 W. Berdasarkan grafik hasil pengujian sensor arus yang diberi beban 100W dan percobaan pengambilan data sebanyak 50 kali menunjukkan Pembacaan tanpa MAF arus listrik bernilai tidak tetap. Sedangkan untuk pembacaan menggunakan MAF 5 dan MAF 10 menghasilkan nilai yang relatif konstan dikarenakan terjadi proses filter bedasarkan rata-rata dengan nilai yang bergerak. MAF 10 menghasilkan nilai yang baik mendekati nilai pembacaan dari alat ukur itu sendiri.

Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian sensor arus pada beban 140 W. Berdasarkan grafik hasil pengujian sensor arus yang diberi beban 140W dan percobaan pengambilan data sebanyak 50 kali menunjukkan sama halnya dengan grafik sebelumnya pada beban 100W dapat dilihat perbedaan yang sangat signifikan antara pembacaan tanpa MAF dan menggunakan MAF.

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian sensor arus pada beban 160 W. Berdasarkan grafik hasil pengujian sensor arus yang diberi beban 160W menunjukkan dapat dilihat perbedaan yang sangat signifikan antara pembacaan tanpa MAF dan menggunakan MAF. Sedangkan untuk pembacaan menggunakan MAF 5 dan MAF 10 menghasilkan nilai yang relatif konstan dikarenakan terjadi proses filter bedasarkan rata-rata dengan nilai yang bergerak. MAF 10 menghasilkan nilai yang baik mendekati nilai pembacaan dari alat ukur itu sendiri.



Gambar 12. Grafik hasil pengujian sensor arus pada beban 200W

Tabel 1. Rata-rata persentase error sensor ZMCT103C

Beban	Error (%)		
	Tanpa MAF	MAF(5)	MAF(10)
40W	0,65%	0,61%	0,52%
60W	0,74%	0,49%	0,55%
100W	0,56%	0,50%	0,46%
140W	0,61%	0,60%	0,61%
160W	0,58%	0,52%	0,51%
200W	0,52%	0,47%	0,47%
Rata-Rata	0,61%	0,53%	0,52%

Gambar 12 menunjukkan hasil pengujian sensor arus pada beban 200 W. Berdasarkan grafik hasil pengujian sensor arus yang diberi beban 200W dan percobaan pengambilan data sebanyak 50 kali menunjukkan pembacaan tanpa MAF arus listrik bernilai tidak tetap. Sedangkan untuk pembacaan menggunakan MAF 5 dan MAF 10 menghasilkan nilai yang relatif konstan dikarenakan terjadi proses filter berdasarkan rata-rata dengan nilai yang bergerak. MAF 10 menghasilkan nilai yang baik mendekati nilai pembacaan dari alat ukur itu sendiri.

Tabel 1 menunjukkan rata-rata persentase error yang dihasilkan untuk setiap skenario uji. Berdasarkan tabel rata-rata error sensor ZMCT103C dari 6 percobaan dapat disimpulkan bahwa nilai error yang dihasilkan oleh pembacaan sensor ZMCT103C secara keseluruhan sudah cukup baik dimana error yang dihasilkan kurang dari 1%. Penggunaan filter MAF menghasilkan grafik yang menghasilkan nilai yang relatif konstan dibandingkan dengan tidak menggunakan filter MAF. Penggunaan sensor ZMCT103C untuk mendeteksi nilai arus listrik AC dapat dikatakan sangat cocok digunakan pada sistem pemantauan

lampu jalan karena memiliki persentase pembacaan error yang sangat kecil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan pembahasan mengenai implementasi MAF untuk sensor arus pada sistem pemantauan PJU, maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan percobaan yang dilakukan dan nilai pembacaan arus listrik dapat dilihat bahwa pembacaan tanpa menggunakan MAF memiliki nilai rata-rata error sebesar 0,61%, kemudian ketika menggunakan MAF 5 persentase error turun menjadi 0,53% dan MAF 10 menghasilkan nilai yang terbaik dengan rata-rata error sebesar 0,52%. Penggunaan filter MAF menghasilkan grafik lebih stabil dibandingkan dengan tidak menggunakan filter MAF. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan algoritma filter lainnya untuk meningkatkan akurasi pembacaan sensor.

REFERENSI

- [1] D. P. Buwana, S. Setiawidayat, and M. Mukhsin, "Sistem Pengendalian Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Melalui Jaringan Internet Berbasis Android," *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, vol. 3, no. 3, Dec. 2018.
- [2] A. S. Ellian, Y. Christiyono, and Maman Somantri, "Pengontrolan Lampu Melalui Internet Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Android," *Transient*, vol. 5, no. 3, 2016.
- [3] D. Adhineka, Y. Christiyono, and S. Sukiswo, "Perancangan Sistem Pengukuran Arus dan Proteksi Arus Lebih pada Sistem Kontrol dan Monitoring Stop Kontak," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 390–398, 2021.
- [4] M. Fajri and R. Risfendra, "Sistem Pengukuran dan Pengiriman Data Arus Listrik menggunakan Power Line Carrier," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 37–42, Oct. 2020.
- [5] B. Wicaksono and R. Istoni, "Monitoring Penerangan Jalan Umum Bertenaga Surya Menggunakan Komunikasi Power Line Carrier Communication," *ELECTRICES*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, Dec. 2020.
- [6] Rodiah Machdi Agustini, "Analisa Implementasi Power Line Communication Sebagai Backbone WI-FI Extender," *Jurnal Teknik*, vol. 18, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [7] U. M. Rifanti, H. Pujiharsono, A. Setiawan, and J. Hendry, "Implementasi Moving Average Filter untuk Koreksi Kesalahan Sensor Pengukur Kedalaman Air," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik*

- Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 8, no. 2, p. 432, May 2020.
- [8] W. Chidji, "Implementasi Moving Average Filter untuk Memperbaiki Respon Output Sensor Loadcell pada Pengisian Air Otomatis," *Universitas Internasional Batam*, 2015.
- [9] Z. N. Iskandar, W. Musa, and Annisa Riana Haras, "Rancang Bangun Power Meter Berbasis Arduino," *JJEEE*, vol. 4, no. 1, pp. 114–118, 2022.
- [10] L. S. Ahmad and R. T. Handayanto, "Jaringan Komputer Melalui Kabel listrik PLN Menggunakan Power Line Communication (PLC) pada CV Sekarjaya Komputindo," *Jurnal Kajian Ilmiah*, vol. 20, no. 2, 2020.
- [11] S. Hidayatullah, A. Andang, and F. Maulana, "Penerangan jalan umum pintar dengan kendali power line carrier berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, vol. 2, no. 1, pp. 47–56, Mar. 2022.
- [12] L. Mesiah, A. Nurdin, and S. Suroso, "Rancang Bangun Monitor Jarak Jauh Lampu Penerangan Menggunakan Teknologi Real Time Storage Firebase," *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 8, no. 2, pp. 85–92, Sep. 2021.

