

IMPLEMENTASI FILTER KALMAN UNTUK OPTIMASI PENGUKURAN SENSOR SUHU NTC PADA KOMPOR LISTRIK MALAM BERBASIS FUZZY

Oleh:

Irwan Novianto¹⁾

Lilis Kurniasar²⁾

Adelia Octora Pristisahida³⁾

Bledug Kusuma Prasaja⁴⁾

Amanda⁵⁾

Universitas Nahdlatul Ulama, Yogyakarta^{1,2,3,4,5)}

E-mail:

irwannovianto@unu-jogja.ac.id¹⁾

lilis@unu-jogja.ac.id²⁾

adelia@unu-jogja.ac.id³⁾

bledug@unu-jogja.ac.id⁴⁾

amandaputriaulia17@student.unu-jogja.ac.id⁵⁾

ABSTRACT

Yogyakarta is one of the batik-producing provinces in Indonesia. One of the typical batik from Yogyakarta is written batik. Written batik is made manually by hand with traditional equipment. The hallmark of this written batik lies in the process of making it using canting. Canting is used to take liquid wax which is heated on the stove. In general, the batik making process in Jogjakarta villages still uses conventional batik stoves. Some of the disadvantages of conventional batik stoves are the use of fuel that still uses wood or kerosene. In addition, another thing that batik makers need to pay attention to is the temperature on the stove to produce the required level of night viscosity. Temperature settings on conventional batik stoves are still done manually. Several studies have been carried out to develop batik night heating stoves, but there are still few reviews about the temperature stability of the electric stove. In this study, the Kalman filter system [8] will be applied to reduce noise on the reading of the NTC temperature sensor on a fuzzy-based night electric stove system. The purpose of this study is to reduce noise or interference with the NTC temperature sensor readings on the stove so as to produce smooth and stable sensor data readings. The results show that the Kalman filter works very well to reduce noise and interference with a low Q (covariance noise process) value and a high R (covariance noise measurement), where the Kalman filter value is stable with R value ≥ 30 and Q value = 1.

Keywords: Kalma Filter, NTC Temperature Sensor Measurement, Fuzzy

ABSTRAK

Yogyakarta merupakan salah satu provinsi penghasil batik di Indonesia. Salah satu batik khas dari Yogyakarta adalah batik tulis. Batik tulis dibuat secara manual menggunakan tangan dengan peralatan tradisional. Ciri khas batik tulis ini terletak pada proses pembuatannya dengan menggunakan canting. Canting digunakan untuk mengambil malam cair yang dipanaskan diatas kompor. Pada umumnya prosen pembuatan batik yang berada di desa-desa Jogjakarta masih menggunakan kompor batik konvensional. Beberapa kelemahan kompor batik konvensional seperti penggunaan bahan bakar yang masih menggunakan kayu atau minyak tanah. Selain itu, hal lain yang perlu diperhatikan oleh para pembatik adalah

suhu pada kompor untuk menghasilkan tingkat kekentalan malam yang dibutuhkan. Pengaturan suhu pada kompor batik konvensional masih dilakukan secara manual. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan kompor pemanas malam batik, namun masih sedikit yang mengulas tentang kestabilan suhu pada kompor listrik tersebut. Pada penelitian ini akan diterapkan sistem Kalman filter [8] untuk mengurangi noise pada pembacaan sensor suhu NTC pada sistem kompor listrik malam berbasis fuzzy. Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi noise atau gangguan pada pembacaan sensor suhu NTC pada kompor sehingga menghasilkan pembacaan data sensor yang halus dan stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kalman filter bekerja sangat baik untuk mengurangi noise dan gangguan dengan nilai Q (covariance noise process) rendah dan R (covariance noise measurement) tinggi, dimana nilai stabil kalman filter nilai $R \geq 30$ dan nilai $Q = 1$.

Kata Kunci: Filter Kalma, Pengukuran Sensor Suhu NTC, Fuzzy

1. PENDAHULUAN

Berisi Yogyakarta merupakan salah satu provinsi penghasil batik di Indonesia. Salah satu batik khas dari Yogyakarta adalah batik tulis. Batik tulis dibuat secara manual menggunakan tangan dengan peralatan tradisional. Ciri khas batik tulis ini terletak pada proses pembuatannya dengan menggunakan canting. Canting digunakan untuk mengambil malam cair yang dipanaskan diatas kompor. Pada umumnya proses pembuatan batik yang berada di desa desan Jogjakarta masih menggunakan kompor batik konvensional. Beberapa kelemahan kompor batik konvensional seperti penggunaan bahan bakar yang masih menggunakan kayu atau minyak tanah. Selain itu, hal lain yang perlu diperhatikan oleh para pembatik adalah suhu pada kompor untuk menghasilkan tingkat kekentalan malam yang dibutuhkan. Pengaturan suhu pada kompor batik konvensional masih dilakukan secara manual. Kebiasaan yang

dilakukan pembatik setelah malam cair adalah mengatur api kompor pada posisi terkecil untuk menjaga kekentalan malam. Dalam menentukan kekentalan malam pembatik masih menggunakan intuisi atau perasaan, jika dirasa terlalu kental maka pembatik akan membesarkan api kompor dan menunggu malam mencair dan sebaliknya jika terlalu cair maka pembatik akan meniup niup malam supaya mendapatkan kekentalan yang sesuai kebutuhan. Kondisi tersebut menyebabkan ketidakstabilan suhu malam sehingga pembatik harus memperhatikan suhu malam untuk mendapatkan kekentalan malam yang sesuai.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan kompor pemanas malam batik. [1] membuat kompor listrik malam menggunakan mikrokontroler AT89S52 dan sensor suhu LM35 untuk mengatur suhu dengan menggunakan PID sebagai pengontrol. [2] merancang alat pemanas elektrik yang menyatu dengan

alat penoreh elektrik namun belum ada pengontrol suhu dalam alat tersebut. [3] membuat kompor listrik yang hemat energi dan ramah lingkungan, dalam penelitian ini dihasilkan kompor yang mampu menghemat listrik hingga 85-WATT dan mampu mempertahankan suhu kompor 90° C. [4] membuat kompor listrik untuk meningkatkan kehandalan produksi batik di Kecamatan Karangploso Malang, dari hasil penelitian dihasilkan kompor listrik yang mampu mencairkan malam dalam waktu 5 menit. [5] mendesain kompor listrik tenaga surya yang ramah lingkungan, dari penelitian ini dihasilkan kompor yang hemat energi dan mampu memanaskan malam dalam waktu 6 menit dan suhu mencapai 110° C. Sudah banyak penelitian terkait kompor listrik malam, namun masih sedikit yang mengulas tentang kestabilan suhu pada kompor listrik tersebut.

Kestabilan suhu pada kompor listrik malam bisa dikontrol secara otomatis dengan menggunakan sensor suhu yang terhubung dengan mikrokontroler. Dalam hal ini, peran sensor menjadi penentu dalam mendapatkan kestabilan suhu kompor. Ketepatan pembacaan sensor pada lingkungan kerjanya sangat penting karena nilai pembacaan akan mempengaruhi proses kerja kompor [6] Faktor yang mempengaruhi ketidaktepatan dalam pembacaan sensor disebut *noise*

atau gangguan sehingga dibutuhkan filter yang tepat untuk menghindari kesalahan pembacaan sensor [7]. Pada penelitian ini akan diterapkan sistem Kalman filter [8] untuk mengurangi noise pada pembacaan sensor suhu NTC pada system kompor listrik malam berbasis fuzzy. Kalman filter mempunyai kemampuan memperkirakan keadaan sistem[9]. Dalam penelitian akan diteliti nilai Q (*covariance noise process*) rendah dan R (*covariance noise measurement*) yang mempunyai hasil filtering noise optimal pada pembacaan sensor suhu NTC. Hasil dari penelitian ini akan diterapkan pada kompor listrik malam berbasis fuzzy menggunakan sensor suhu NTC. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan komposisi nilai R dan Q untuk filter Kalman yang menghasilkan pembacaan data sensor yang halus dan stabil, sehingga dapat menjaga stabilitas suhu kompor listrik malam berbasis fuzzy.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi Batik merupakan kekayaan budaya asli Indonesia. Pengolahannya memiliki kekhasan tersendiri, termasuk didalamnya proses pencairan malam yang digunakan untuk membuat batik pada kain. Kendala yang dihadapi oleh para pengrajin batik salah satunya adalah proses pencairan malam batik dan mempertahankan level kekentalan batik

sesuai dengan kebutuhan. Beberapa penelitian terkait kompor listrik malam batik telah dilakukan, Elik dkk dalam penelitiannya [4] membuat inovasi kompor listrik untuk meningkatkan produksi batik tulis dengan membuat kompor listrik yang mampu mencairkan malam dalam waktu 5 menit lebih cepat dibandingkan dengan kompor konvensional. Inovasi lain dari penelitian Elik ini adalah kompor listrik ini bebas asap hasil pembakaran sehingga ramah lingkungan. Abdul Hamid dan Hasym [5] dalam penelitiannya mendesain kompor listrik tenaga surah untuk batik tulis yang ramah lingkungan. dari penelitian ini dihasilkan kompor listrik yang dapat memanaskan malam 66 gram selama 6 menit dengan temperature yg dapat dicapai lebih dari 110⁰C.

Beberapa kompor listrik hasil penelitian sudah mampu menghemat energi dan ramah lingkungan namun masih kurang dalam menjaga kestabilan suhu kompor, sehingga tingkat kekentalan tidak bisa diatur secara otomatis. Untuk menjaga kestabilan suhu maka kompor harus dapat dikontrol secara otomatis dengan menggunakan sensor suhu yang terhubung dengan mikrokontroler [1]. Hal ini membutuhkan peran sensor untuk dapat mendeteksi suhu kompor. Ketepatan pembacaan suhu kompor menjadi penting karena dapat mempengaruhi proses kerja kompor [6]. Kalman filter merupakan

salah satu metode yang digunakan untuk menstabilkan nilai pembacaan dari sensor dengan mengurangi noise atau gangguan [7]. [10] dalam penelitiannya menggunakan Kalman filter pada sensor jarak, filter ini digunakan untuk mengurangi derau noise dari sensor. Hasil dari penelitian ini Kalman filter dapat mengurangi derau noise pengukuran sekitar 95%. [11] menggunakan Kalman filter untuk mengestimasi sudut dengan menggunakan sensor gyroscope, hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan akurasi pembacaan sensor pada pengukuran sudut.

3. METODE PELAKSANAAN

Berisi Kalman filter

Dalam menentukan nilai pengukuran Kalman filter mempunyai tiga persamaan yang biasa disebut dengan nilai estimasi [12]–[14]. Persamaan pertama adalah persamaan prediksi dengan menggunakan perkiraan kondisi dari waktu sebelumnya untuk mendapatkan nilai prediksi pada saat itu [15]. Persamaan pertama mempunyai dua perhitungan yaitu perhitungan nilai estimasi dan perhitungan nilai error pada proses estimasi.

$$1) \hat{X}_k = A \hat{X}_{k-1} + Bu_{k-1} \quad (1)$$

$$2) P_k = AP_{k-1}A^T + Q \quad (2)$$

Persamaan kedua adalah persamaan update, data pengukuran existing digunakan untuk memperbaiki prediksi,

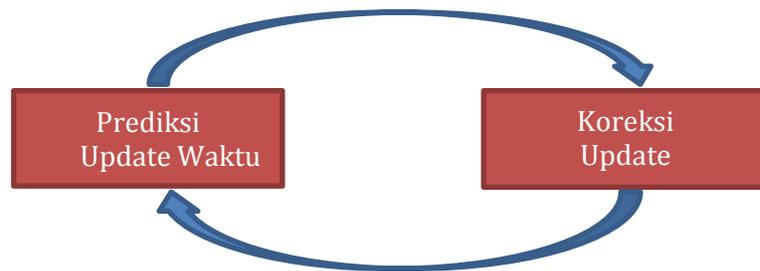
dari persamaan ini diharapkan prediksi keadaan akan lebih akurat. Dari persamaan ini mempunyai 3 perhitungan yaitu perhitungan Kalman gain, perhitungan

update prediksi kondisi dan perhitungan update estimasi error. Gambar 1 menunjukkan dua persamaan tersebut.

$$1) G_k = P_k H_k^T [H_k P_k H_k^T + R_k]^{-1} \quad (3)$$

$$1) \hat{X}_k = \hat{x}_k + G_k (Y_k - H_k \hat{X}_k) \quad (4)$$

$$2) P_x = (1 - G_k H_k) P_k \quad (5)$$



Gambar 1. Siklus Kalman Filter.

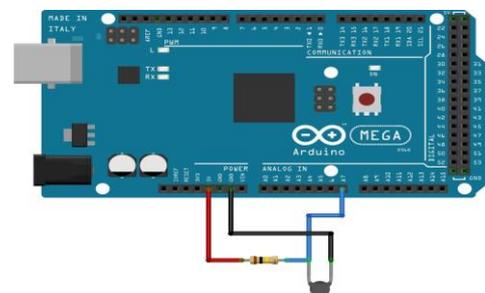
Sensor Suhu NTC

Sensor suhu NTC (*negative temperature Coeficient*) merupakan resistor dimana nilai resistannya dapat berubah ubah sesuai dengan perubahan temperature pada lingkungan kerjanya. Cara kerja dari sensor NTC ini jika temperature pada lingkungan kerjanya tinggi maka nilai resistansinya akan kecil dan begitu juga sebaliknya. Sensor NTC akan mendapatkan input berupa suhu dari lingkungan kerjanya kemudian sensor NTC akan mengeluarkan nilai berupa nilai resistensinya [8].

54. dan sensor suhu NTC 10. Sensor suhu NTC hanya digunakan untuk mengukur suhu pada kompor. Sensor suhu ntc akan dihubungkan ke Arduino melalui port A7. Output dari sensor suhu berupa tegangan (V) kemudian akan dikonversi ke suhu (T) sebelum diproses pada Kalman filter. Gambar 2 merupakan Blog diagram Arduino dan sensor suhu NT.

Perancangan

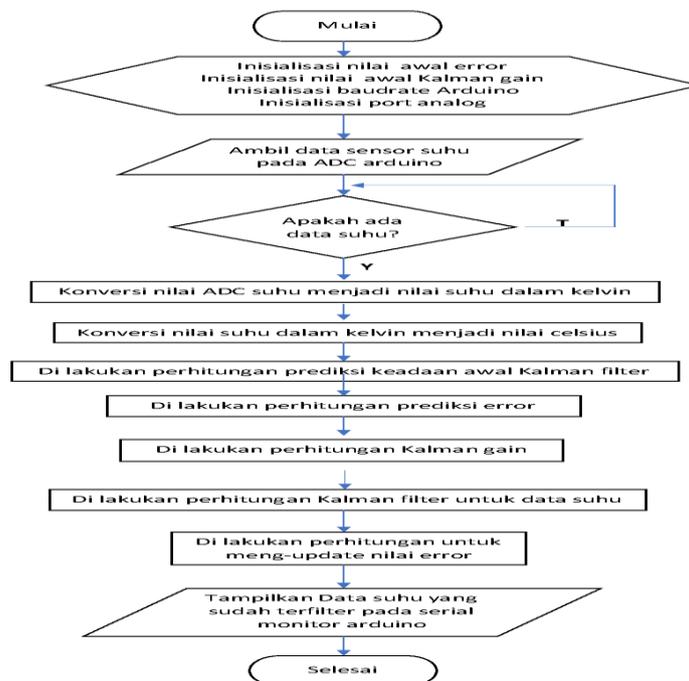
Penelitian ini menggunakan Arduino Mega yang memiliki pin I/O sebanyak



Gambar 2. Blog Diagram Arduino Mega dan Sensor NTC

Gambar 3 merupakan flowchart aplikasi Kalman filter dan data sensor suhu pada Arduino mega. Dalam penelitian ini diawali dengan menentukan nilai awal \hat{X}_0 dan P_0 . Kemudian ADC akan mengambil data suhu dari sensor NTC. Data dari ADC akan dikonversi kedalam bentuk suhu Kelvin untuk kemudian dikonversi dalam bentuk Celsius. Selanjut akan dilakukan perhitungan prediksi keadaan

awal Kalman filter. Dari prediksi keadaan awal ini kemudian dilakukan perhitungan prediksi error dan Kalman gain. Setelah perhitungan prediksi error dan Kalman gain, dilakukan perhitungan Kalman filter untuk data suhu setelah itu dilakukan perhitungan untuk mengupdate nilai error. Data suhu akan ditampilkan pada serial monitor setelah perhitungan nilai error diupdate.



Gambar 3. Flowchart Aplikasi Kalman filter dan Data Senso Suhu

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isi Pada penelitian ini hanya menggunakan satu parameter yang akan dilakukan prediksi menggunakan Kalman filter yaitu suhu. Sehingga, persamaan persamaan Kalman filter dapat direduksi

hanya menggunakan skalar dengan asumsi $AP_{k-1} = H_k = 1$. Sehingga algoritma yang digunakan untuk meprediksi menggunakan metode Kalman filter diskrit sebagai berikut:

Persamaan pertama

$$1) \hat{X}_k = Bu_{k-1} \quad (6)$$

$$2) P_k = A^T + Q \quad (7)$$

Persamaan kedua

$$2) G_k = P_k [P_k + R_k]^{-1} \quad (8)$$

$$3) \hat{X}_k = \hat{x}_k + G_k (Y_k - \hat{X}_k) \quad (9)$$

$$4) P_x = (1 - G_k) P_k \quad (10)$$

Berdasarkan metode kalman filter dalam penelitian ini dipilih nilai awal untuk Q dan R yang berbeda beda sebagai nilai awal. Tabel 1 menampilkan nilai awal yang diberikan pada peneltiain ini. Penelitian ini menerapkan 3 skenario, pertama memberikan nilai R dan nilai Q yang berbeda, kedua memberikan nilai R yang berubah dan nilai Q tetap, dan ketiga nilai R dan Q yang berbeda beda. Perubahan nilai nilai Q dan R ini bertujuan untuk mengetahui perubahan pada nilai sensornya.

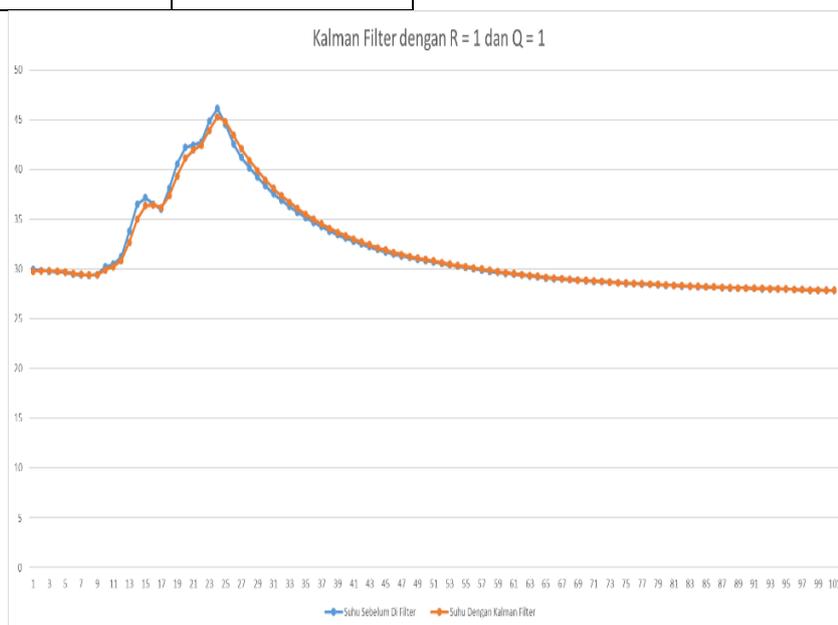
tabel 1. 1. Nilai R dan Q

No	R	Q
1	1	1

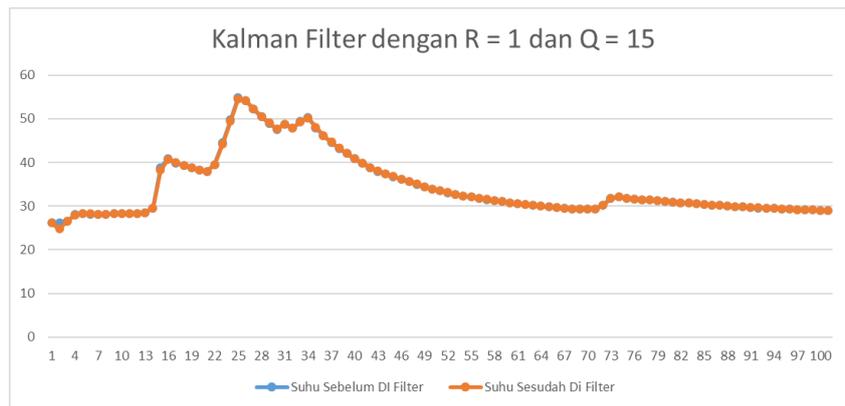
2	1	15
3	1	30
4	5	1
5	15	1
6	30	1
7	5	10
8	15	15
9	20	25

Skenario I

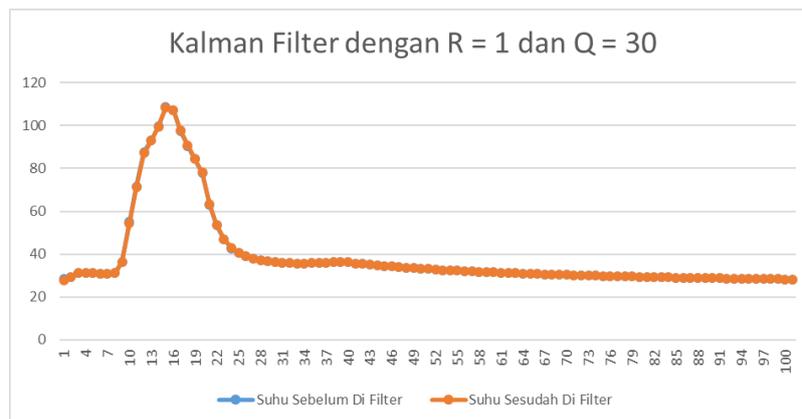
Dari gambar 4 memperlihatkan hasil pengukuran suhu sebelum difilter kalman dan sesudah difilter kalman. Dari grafik dapat dilihat bahwa dengan nilai R tetap 1 dan nilai Q yang berubah tidak terlihat perubahan nilai suhu sebelum dan sesudah difilter. Untuk skenario 1 bisa disimpulkan bahwa perubahan nilai Q (error prediksi) tidak mempengaruhi hasil pembacaan sensor suhu NTC.



(a)



(b)



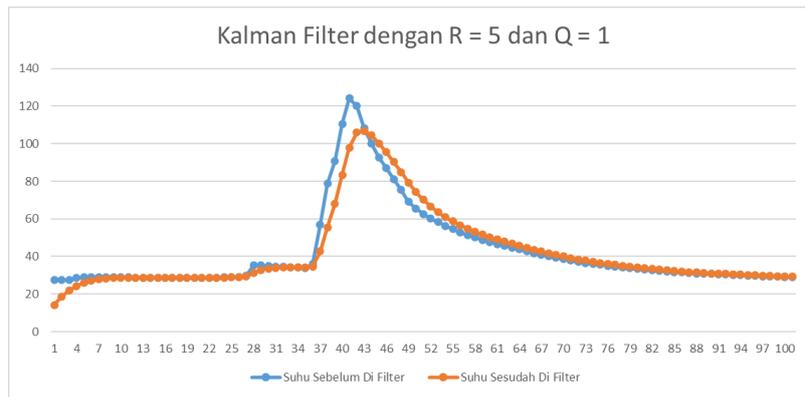
(c)

Gambar 4. grafik suhu skenario 1 sebelum di filter dan sesudah difilter

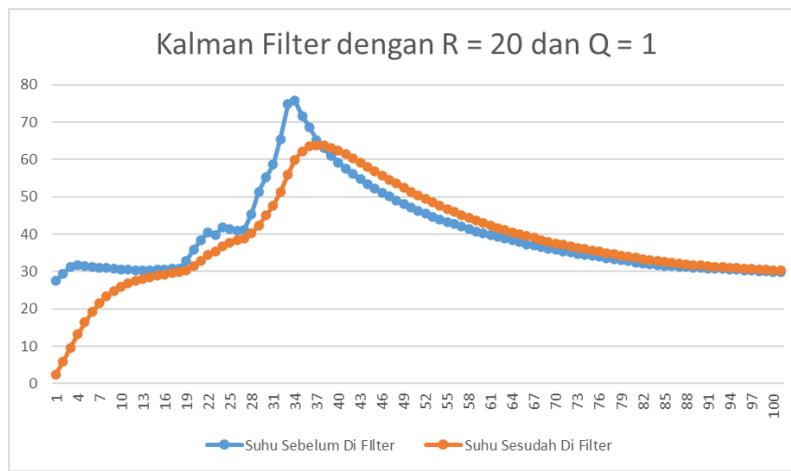
Skenario II

Dari gambar 5 terlihat hasil yang cukup signifikan dari penggunaan kalman filter pada sensor suhu. Ada perubahan nilai suhu setelah melewati filter, sehingga dapat disimpulkan bahwa filter kalman

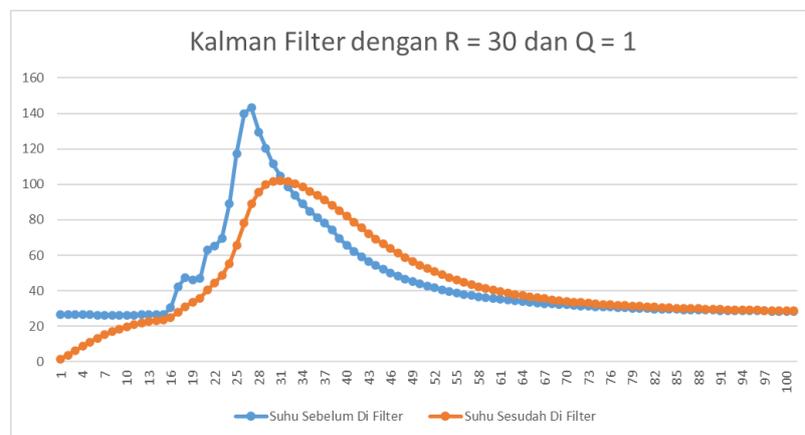
dapat berkerja untuk meningkatkan akurasi dari pembacaan nilai sensor suhu. pada gambar 5(c) dapat dilihat bahwa kalman filter bekerja sangat baik karena ada perubahan signifikan antara suhu sebelum dan sesudah difilter.



(a)



(b)



(c)

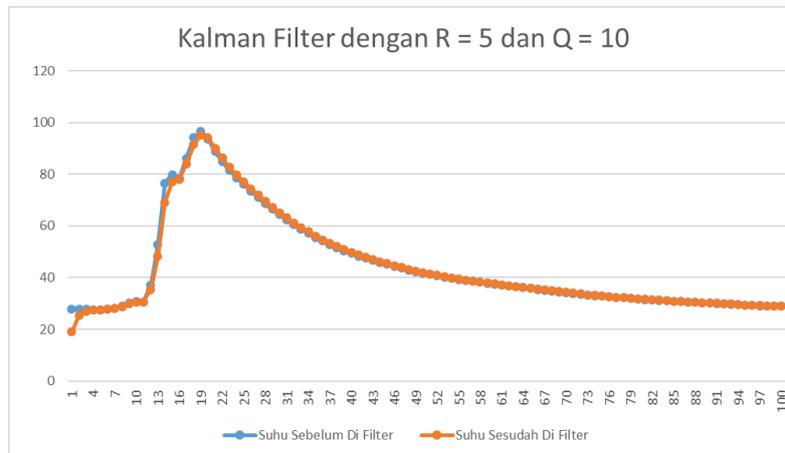
Gambar 5. Grafik suhu sebelum difilter dan sesudah difilter pada skenario 2

Skenario III

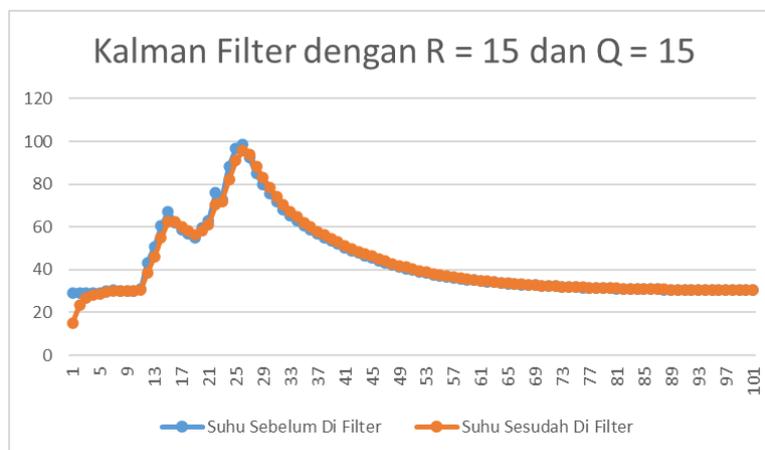
Gambar 6 menunjukkan grafik perubahan suhu sebelum dan sesudah difilter dengan menggunakan skenario III,

dengan nilai R dan Q yang berbeda beda. Hasil pada skenario III hampir sama dengan skenario I, tidak ada perubahan signifikan pada suhu sebelum dan sesudah

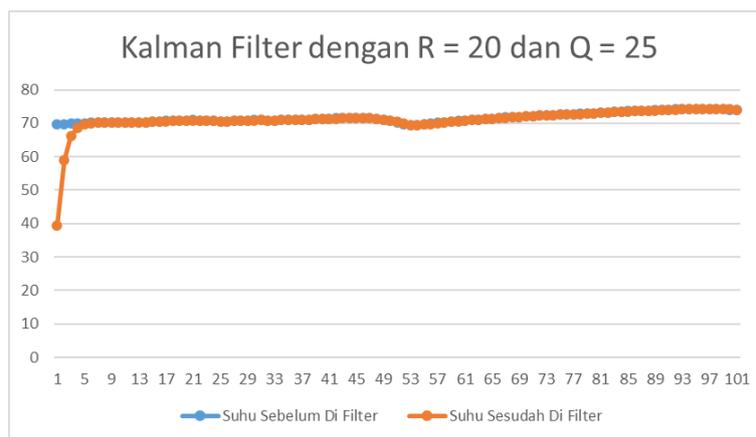
difilter kalman. Nilai R dan Q yang tinggi dan berbeda tidak mempengaruhi nilai suhu.



(a)



(b)



(c)

Gambar 6. Grafik suhu sebelum difilter dan sesudah difilter pada skenario 3

5. SIMPULAN

Pada penelitian ini diberikan 3 skenario nilai R dan Q yang diterapkan pada sensor suhu NTC. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa kalman dapat bekerja cukup baik untuk menstabilkan suhu pada skenario 2 dimana nilai awal R yang diberikan berbeda beda sedangkan nilai Q tetap 1. Filter kalman dapat bekerja baik pada nilai R = 30 dan Q = 1. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kalman filter dapat bekerja dengan baik Ketika nilai R (kalman gain) tinggi dan nilai Q (error prediksi) rendah atau tetap di 1. Dari hasil penelitian ini, kalman filter dapat diterapkan pada kompor listrik malam berbasis fuzzy dengan set nilai awal R \geq 30 dan Q tetap 1. n

6. DAFTAR PUSTAKA

- I. G. Nurhayata and I. G. Sudirtha, "Pengembangan Kompor Batik Listrik Otomatis Berbasis Mikrokontroller AT89S52 Dengan Kontrol Sudut Fasa Pada Proses Pembuatan Batik Tulis Tradisional," Bali.
- P. Bawole *et al.*, "Perancangan Alat Pemanas Elektrik Dan Penoreh Malam Terpadu Yang Bersifat Inklusif," *Dinamika Kerajinan dan Batik*, vol. 31, no. 2, pp. 123–136, Suhu NTC dan LM35 Dalam

2014.

- R. Syahputra, F. Mujaahid, and D. I. Soesanti, "Aplikasi Kompor Listrik di Industri Batik untuk Efisiensi Energi dan Lingkungan Sehat," 2019.
- E. M. N. N, Y. A. W. Putra, A. R. Fanani, and F. B. Utomo, "Pembuatan Kompor Listrik Untuk Produksi Batik Tulis Di Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang," *JURNAL APLIKASI DAN INOVASI IPTEKS "SOLIDITAS" (J-SOLID)*, vol. 4, no. 1, p. 1, Feb. 2021, doi: 10.31328/js.v4i1.1649.
- A. Khamid and H. Asy'ari, "Desain Kompor Listrik Tenaga Surya Untuk Batik Tulis Yang Ramah Lingkungan," *Jurnal ELKON*, vol. 01, pp. 2809–140, 2021.
- P. A. Topan *et al.*, "Optimasi Pengukuran Suhu Sensor LM35 Menggunakan Kalman Filter ARTICLE INFO ABSTRAK," *Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 141–147, 2022.
- V. Firmansyah, "Aplikasi Kalman Filter Pada Pembacaan Sensor Suhu Untuk Pemantauan Kondisi Ruangan Laboratorium".
- P. Suhu Ruangan Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega and dan Yuli Rahmad, "Analisa Kinerja Sensor Sistem."

- M. Y. Baihaqi and W. Wijaya, "KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi Penerapan Filter Kalman untuk Meningkatkan Akurasi dan Presisi Sensor Suhu LM35."
- E. Surya Aby Nugroho, N. Diana Resty, I. Hudati, and P. Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol Fakultas Sekolah Vokasi, "IMPLEMENTASI FILTER KALMAN PADA SENSOR JARAK BERBASIS ULTRASONIK," vol. 2, no. 2, 2021.
- A. Susanto, S. H. Pramono, and W. Widada, "SIMULASI FILTER KALMAN UNTUK ESTIMASI."
- A. Masduqi and E. Apriliani, "Estimation of Surabaya River Water Quality Using Kalman Filter Algorithm," *IPTEK The Journal for Technology and Science*, vol. 19, no. 3, Aug. 2008, doi: 10.12962/J20882033.V19I3.145.
- J. Sardi and A. Basrah Pulungan, "Bioelectrical Impedance Sebagai Control Commands Pengaturan Kecepatan Gerak Kursi Roda Dengan metoda PID Controller," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 125–131, Oct. 2014, doi: 10.20449/JNTE.V3I2.76.
- M. Hong and S. Cheng, "Model predictive control based on Kalman filter for constrained hammerstein-wiener systems," *Math Probl Eng*, vol. 2013, 2013, doi: 10.1155/2013/104702.
- B. A. Tengger and R. Ropiudin, "Pemanfaatan Metode Kalman Filter Diskrit untuk Menduga Suhu Udara," *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, vol. 1, no. 2, p. 127, Dec. 2019, doi: 10.21580/square.2019.1.2.4202.