

# **AUTOMATISASI KALIBRASI SENSOR SUHU PTC DAN NTC MEMPERGUNAKAN SUMBER TEGANGAN TERPROGRAM DAC7611**

**Herman Syahputra, Lazuardi Umar, Rahmondia Nanda Setiadi**

**Mahasiswa Program Studi S1 Fisika  
Bidang Fisika Instrument Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia**  
*Young.herman21@gmail.com*

## **ABSTRACT**

A system calibration of PTC and NTC temperature sensor using a preprogrammable voltage source based on DAC7611 was designed. Temperature sensors of PTC type thermistor used was a type of RS and NTC type was B57962 S282 using a standard voltage divider with resistance to both sensors. Sensor voltage was increased with a step interval of 1V and time equilibrium sensors of 120 s. The characteristic of the sensor were modeled in the form of the curve I(U) based on the self-heating effect (Self-Heating). Results of measurements and modeling using automatic and manual calibration showed two curves coincided, but there was a difference of 5,8mA maximum current for the PTC sensor and 0,552mA for NTC sensor. These results indicated that the manufacturing of automatic calibration system worked and only had a small difference to the manual calibration. This was due to the difference in temperature of the ambient.

**Keywords:** *Kalibrasi, Mikrokontroler, Current-Voltage mode, Self-Heating, Thermistor Sensor.*

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan sistem kalibrasi sensor suhu PTC dan NTC menggunakan sumber tegangan terprogram DAC7611. Jenis sensor suhu termistor yang digunakan adalah PTC tipe RS dan NTC tipe B57962 S282 menggunakan metode pembagi tegangan dengan tahanan standar untuk kedua sensor. Tegangan sensor dinaikkan dengan step 1V dan interval waktu kesetimbangan sensor 120 s. Karakteristik dari sensor dimodelkan dalam bentuk kurva I(U) berdasarkan efek pemanasan sendiri (*Self-Heating*). Hasil pengukuran dan pemodelan yang menggunakan kalibrasi secara otomatis dan secara manual menunjukkan kedua kurva bersesuaian, tetapi terjadi perbedaan arus maksimum sebesar 5,8mA untuk sensor PTC dan 0,552mA untuk sensor NTC. Hasil ini menunjukkan bahwa pembuatan sistem kalibrasi secara otomatis berhasil dan hanya memiliki perbedaan yang cukup kecil dengan kalibrasi secara manual. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan suhu medium.

**Kata Kunci:** Kalibrasi, Mikrokontroler, model Arus-Tegangan, Self-Heating, Sensor Termistor.

## PENDAHULUAN

Sensor suhu termistor merupakan elemen penginderaan suhu yang terdiri dari bahan semikonduktor yang menunjukkan perubahan nilai tahanan jika suhu yang mengenai sensor suhu termistor ini berubah. Dalam keadaan pemanasan sendiri (*self-heated*), karakteristik dari sensor suhu termistor ini dijelaskan oleh model arus-tegangan I(U) dalam keadaan termal stabil di udara (Horn, 2002). Jika pemberian tegangan konstan, daya listrik melalui sensor suhu ini adalah sama dengan kalor yang dibuang dari permukaan sensor ke lingkungannya (Lazuardi, 2004). Oleh sebab itu suhu pada sensor suhu termistor bergantung pada tahanan termal dari medium di sekitarnya.

Sensor suhu termistor terdiri dari dua jenis yaitu sensor dengan koefisien positif atau PTC (*Positive Temperature Coefficient*) dan koefisien negatif atau NTC (*Negative Temperature Coefficient*).

Kelemahan dari sensor suhu koefisien positif (PTC) dan koefisien negatif (NTC) diantaranya masing-masing bentuk dan tipenya memiliki fungsi dan karakteristik tersendiri sehingga diperlukan kalibrasi terpisah untuk memperoleh akurasi yang tepat untuk setiap sensor.

Penggunaan alat secara manual dinilai sudah umum, dan membutuhkan waktu yang lama. Demikian juga pada pengoperasian sistem kalibrasi sensor suhu data yang diperoleh secara manual kurang akurat. Hal ini disebabkan ketika melakukan pengambilan data secara manual, waktu pengambilan tidak sesuai dengan waktu kesetimbangan sensor, dengan kata lain terdapat selisih waktu antara

pengambilan data dengan waktu kesetimbangan sensor.

Pada pengoperasian sistem kalibrasi sensor sangat dibutuhkan ketelitian antara pengambilan data dengan waktu kesetimbangan sensor, apabila terdapat selisih sewaktu pengambilan data maupun waktu kesetimbangan sensor maka data yang diperoleh kurang akurat. Pada penelitian ini dibuat sistem kalibrasi sensor suhu PTC dan NTC menggunakan sumber tegangan terprogram DAC7611 untuk mempermudah karakterisasi sensor dari manual menjadi otomatis.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pada penelitian ini digunakan sensor suhu (a) *positive temperature coefficient* (PTC) tipe RS dan (b) *negative temperature coefficient* (NTC) tipe B57962 S282 seperti Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Sensor suhu PTC tipe RS, (b) Sensor suhu NTC tipe B57962 S282

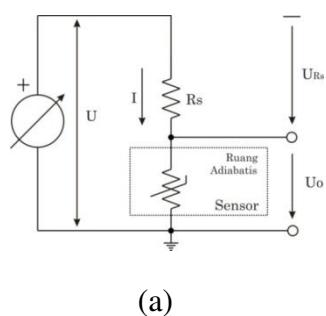
## A. Rangkaian Sederhana Kalibrasi Sensor

Adapun data kalibrasi sensor yang digunakan dalam penelitian seperti yang terlihat pada Tabel 1.

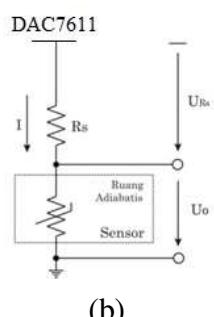
Tabel 1. Data kalibrasi sensor PTC dan NTC yang digunakan

No.	Spesifikasi	Sensor	
		PTC	NTC
1.	Tipe	RS	B57962 S282
2.	Tahanan standar ( $R_s$ )	100Ω/1W	1KΩ/250mW
3.	Interval tegangan (U)	0-18V	0-18V
4.	Kenaikan tegangan	1000mV	1000mV
5.	Waktu kesetimbangan	2Menit	2Menit

Sensor diletakkan ke dalam ruang adiabatis dengan suhu terkontrol. Tegangan awal, tegangan akhir, kenaikan tegangan serta lamanya tegangan yang dikeluarkan diatur secara manual. Rangkaian kalibrasi sensor secara manual seperti Gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Rangkaian kalibrasi sensor sebelum otomatis, (b) Rangkaian kalibrasi sensor dengan otomatis

Nilai tahanan standar untuk masing-masing sensor ditentukan seperti yang terlihat pada Tabel 1, maka dilakukan pengukuran pada tegangan sumber (U) dan tegangan keluaran sensor ( $U_0$ ). Setelah data pengukuran didapatkan dapat dihitung arus pada rangkaian dengan rumus  $I = (U - U_0)/R_s$ .

## B. Rangkaian DAC

Rangkaian *Digital to Analog Converter* (DAC) digunakan untuk mengubah tegangan digital ke analog secara terprogram yang diatur melalui komputer. Untuk komunikasi data digunakan interface RS232. Mikrokontroler telah dibuat dengan menggunakan komponen ATmega8535. Rangkaian analog meliputi: rangkaian catu daya dan penguat. Tegangan sumber diperlukan catu daya (PS) yang berfungsi untuk menguatkan arus yang dikeluarkan oleh rangkaian DAC. Komunikasi pemrograman digunakan downloader. Tegangan keluaran maksimum DAC mencapai 4,096V. Karena tegangan yang dibutuhkan 18V, maka diperlukan penguat yang bernilai 6

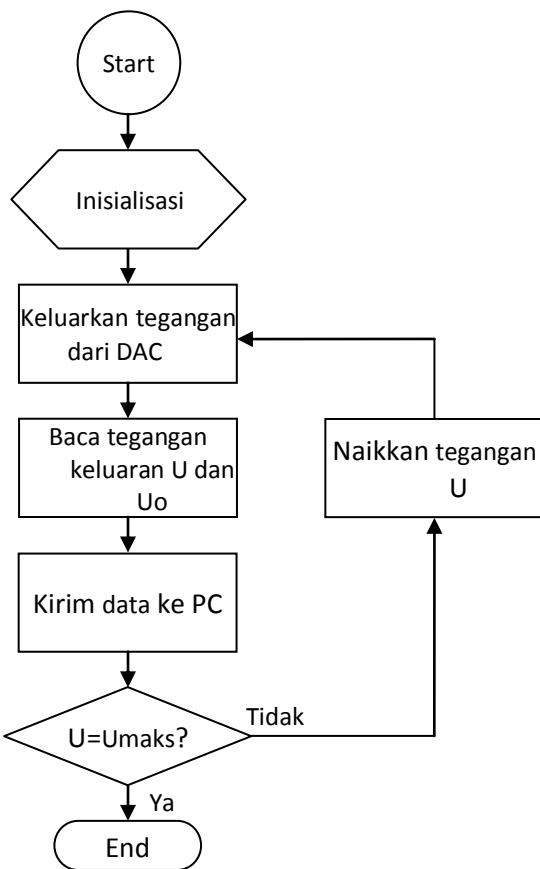
kali lipat dari tegangan maksimum DAC. Jenis komponen *Integrated Circuit* (IC) penguat yang digunakan adalah tipe Op Amp CA3140.

### C. Pemrograman Mikrokontroler ( $\mu$ C)

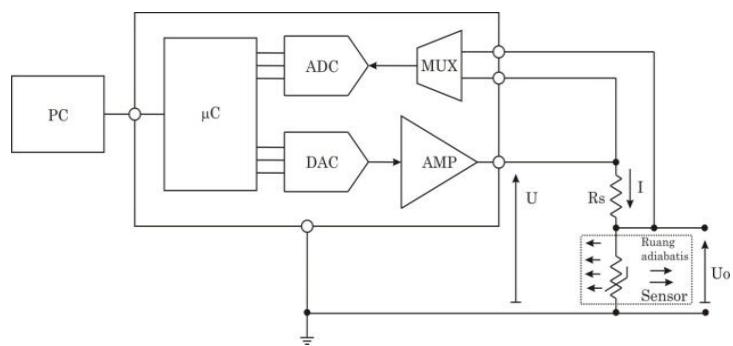
Mikrokontroler diprogram menggunakan *software* winAVR. Program yang telah selesai dikerjakan dimasukkan ke komputer melalui downloader. Adapun pemrograman mikrokontroler dapat digambarkan pada bagan alir Gambar 3.

Gambar 3 menjelaskan bahwa terdapat tegangan minimum, tegangan maksimum, kenaikan tegangan dan lamanya tegangan dikeluarkan yang harus diatur terlebih dahulu, jika tegangan yang diatur tidak sesuai dengan yang diberikan, maka akan diulangi kembali. Jika telah sesuai maka tegangan yang diberikan dan diterima akan masuk dan disimpan.

Skema penelitian untuk sistem kalibrasi sensor suhu PTC dan NTC menggunakan sumber tegangan terprogram pada kondisi dengan beban (loaded) dapat digambarkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 3. Bagan alir pemrograman tegangan pengkarakterisasian sensor suhu secara otomatis dengan sumber tegangan terprogram

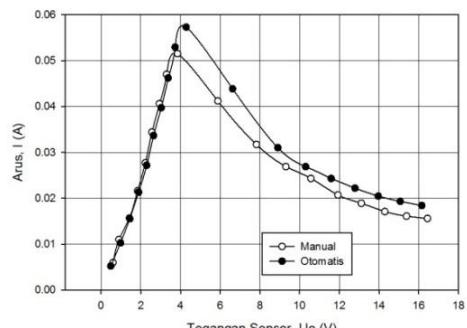


Gambar 4. Skema penelitian sistem kalibrasi sensor suhu PTC dan NTC menggunakan sumber tegangan terprogram pada kondisi dengan beban (loaded)

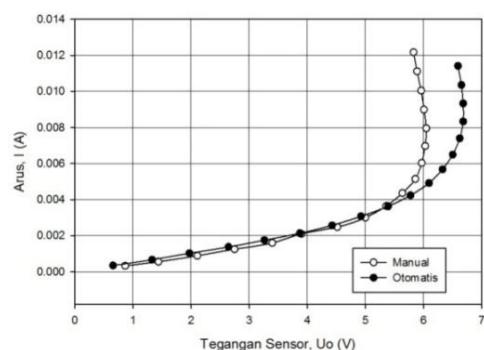
Gambar 4 menjelaskan bahwa tegangan digital diberikan dan diatur oleh komputer dan dikendalikan oleh mikrokontroler yang saling berinteraksi. Kemudian masuk ke DAC untuk diubah menjadi tegangan analog, keluaran tegangan DAC arusnya diperkuat oleh *power suply* dan masuk ke sensor. Keluaran tegangan analog dari sensor diubah oleh ADC ke tegangan digital yang terdapat pada mikrokontroler dan diterima kembali oleh komputer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada rangkaian dilakukan dengan alat *prototype* pengujian dengan data yang ditampilkan langsung ke monitor (komputer) sehingga dapat diolah menggunakan *software* pendukung. Selanjutnya data pengujian dianalisa dan dimodelkan secara matematis pada bentuk kurva arus terhadap tegangan  $I(U)$  sensor menggunakan *software* Sigma Plot untuk menentukan karakter dari sensor dengan koefisien positif pada tipe RS dan koefisien negatif pada tipe B57962 S282. Data kurva  $I(U)$  pada Gambar 5 diperoleh dari (a) sensor PTC tipe RS dengan koefisien positif dan (b) sensor NTC dengan koefisien negatif tipe B57680 S282.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Sensor suhu PTC tipe RS, (b) Sensor suhu NTC tipe B57962 S282

Kurva  $I(U)$  sensor kalibrasi secara manual dengan kalibrasi secara otomatis menunjukkan nilai yang

bersesuaian dengan perbedaan arus maksimum sebesar 5,8mA untuk sensor PTC dan 0,552mA untuk sensor NTC. Perbedaan ini disebabkan daya maksimum tahanan pada kalibrasi secara manual yang digunakan jauh lebih kecil daripada daya yang digunakan pada kalibrasi secara otomatis dan suhu lingkungan mempengaruhi sensor. Suhu lingkungan meningkat daya yang dibutuhkan sensor untuk melakukan kalibrasi semakin kecil, karena panas dari lingkungan sekitarnya akan mentransfer panas ke sensor. Jika suhu lingkungan sekitarnya menurun daya yang dibutuhkan untuk melakukan kalibrasi semakin besar. Tahanan sensor suhu PTC akan menurun seiring dengan menurunnya suhu sensor dan sensor suhu NTC meningkat seiring meningkatnya suhu sensor akibat suhu medium yang melewatinya menyebabkan terjadi disipasi panas dari sensor ke medium di sekeliling sensor. Transfer panas tersebut yang mempengaruhi tahanan dari sensor suhu PTC dan NTC.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa Pembuatan sistem kalibrasi sensor suhu PTC dan NTC menggunakan sumber tegangan terprogram berbasis  $\mu$ C ATmega8535 telah berhasil dibuat, dimana kurva I(U) sensor kalibrasi secara manual dengan kalibrasi secara otomatis menunjukkan nilai yang bersesuaian dengan perbedaan arus maksimum sebesar 5,8mA untuk sensor PTC dan 0,552mA untuk sensor NTC. Sensor suhu koefisien positif dan koefisien negatif memiliki kurva kalibrasi I(U) dalam bentuk eksponensial.

Pengkarakterisasian sensor membutuhkan rangkaian yang cukup rumit, untuk itu dilakukan pemodelan untuk mendapatkan pendekatan dengan kurva I(U) pada datasheet masing-masing individual sensor. Transfer panas dari sensor suhu koefisien positif dan koefisien negatif ke medium sekitar menyebabkan sensor mengkonsumsi arus lebih besar untuk mempertahankan kondisi kesetimbangannya. Tahanan sensor suhu PTC akan menurun seiring dengan menurunnya suhu sensor dan sensor suhu NTC meningkat seiring meningkatnya suhu sensor akibat suhu medium yang melewatinya menyebabkan terjadi disipasi panas dari sensor ke medium di sekeliling sensor.

Metode yang digunakan adalah pembagi tegangan dengan tahanan standar untuk masing-masing sensor. Karakteristik sensor dimodelkan dalam bentuk kurva I(U) berdasarkan efek pemanasan sensiri (*Self-Heating*) (EPCOS, 2006). Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengembangan diantaranya dalam hal pemodelan data, pemakaian nilai tahanan standar untuk pengaturan arus agar kurva I(U) sensor kalibrasi secara manual dan secara otomatis dapat sesuai serta memvariasikan jenis sensor suhu yang digunakan supaya dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rahmondia Nanda Setiadi M.Si selaku Kepala Laboratorium Elektronika Dasar yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian di Laboratorium Elektronika Dasar demi terlaksananya penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

EPCOS. 2006. *PTC Thermistors Application Notes*. Journal of EPCOS.

Horn, M. Lazuardi, U dan Heinrich, R. 2002. *Self-Controlled PTC Sensor For Reliable Overfill Protection Of Liquids*. University of Bundeswehr Munich: Institute of Measurement and Automation (IMA).

Lazuardi. 2004. Menentukan Tahanan Thermal Mempergunakan Pengukuran 2-Titik Kurva I(V) untuk *Overfill Protection* Sensor. Simposium Fisika Nasional XX Menyongsong 100 Tahun Karya Besar Einstein, Physics Department, University of Riau: ISSN 1411-4771.