

Alat Ukur Temperatur 5 Kanal Menggunakan Mikrokontroler 8031

Herlianto Tenggara, Bayu Kurniawan Susanto, Thiang

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

e-mail: herlteng@petra.ac.id, thiang@petra.ac.id

Abstrak

Pada makalah ini dijelaskan tentang perencanaan dan pembuatan alat ukur temperatur dengan fasilitas lima kanal. Alat ukur ini juga dilengkapi dengan fasilitas diferensial mode sehingga dapat mengetahui perbedaan suhu di dua tempat. Mikrokontroler 8031 digunakan sebagai alat bantu yang mengatur semua proses pengukuran temperatur. Secara umum, sistem ini terdiri atas dua bagian utama yaitu minimum sistem 8031 itu sendiri dan rangkaian sensor beserta rangkaian transmisinya. Sensor temperatur yang digunakan adalah LM35. Pada sistem ini dilengkapi rangkaian transmitter agar dapat digunakan untuk pengukuran temperatur jarak jauh. Pengujian sistem telah dilakukan dengan melakukan perekaman data pengukuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran temperatur yang paling besar adalah 1°C. Selain itu pengujian juga dilakukan dengan menggunakan kabel transmitter yang panjangnya 30 meter dan menghasilkan pengukuran yang sama.

Kata kunci: Sensor Temperatur, Transmitter, Mikrokontroler 8031

Abstract

This paper describes the designing of five channels instrument for temperature measurement. This instrument also has differential mode facility so the temperature difference between two points can be determined. This instrument was designed by using 8031 microcontroller for the temperature measurement processes. Generally, this instrument consists of two main parts. The first part is 8031 microcontroller minimum system and the second one is sensor and transmitter circuit. This instrument uses LM35 temperature sensor and transmitter circuit is used to transmit the signal so the remote temperature measurement can be achieved. Experiment was done and the measurement data was recorded. The maximum error of temperature measurement that can be achieved is 1°C. The experiment was also done by using 30 meters transmitter cable and it show good result too.

Keywords: Temperature Sensor, Transmitter, 8031 Microcontroller

Pendahuluan

Pada umumnya pengukuran temperatur dilakukan secara manual dengan menggunakan termometer. Hal ini masih dimungkinkan pada kondisi tertentu. Untuk melakukan pengukuran temperatur di beberapa tempat maka diperlukan jumlah termometer sebanyak titik tempat pengukuran tersebut. Sebagai contoh, bila akan dilakukan pengukuran temperatur secara bersamaan pada tiga lokasi berbeda maka dibutuhkan tiga buah termometer. Tetapi hal ini akan menimbulkan permasalahan bila lokasi tersebut terletak berjauhan. Karena itu dalam makalah ini akan dipaparkan perencanaan dan pembuatan alat ukur temperatur lima kanal yang dapat mengukur temperatur di lima tempat berbeda secara bersamaan.

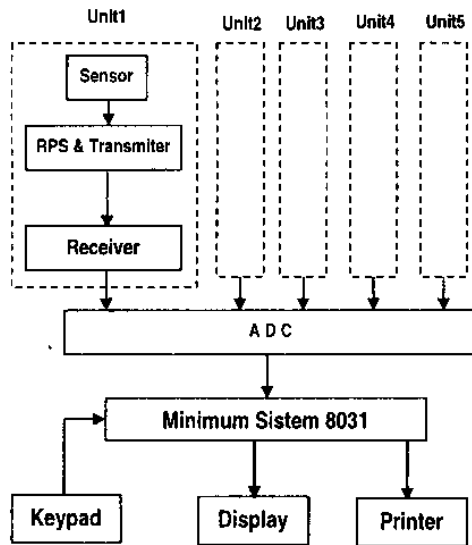
Alat ini dibuat dengan bantuan mikrokontroler 8031 yang akan melakukan proses perhitungan untuk data pengukuran. Dalam alat ini juga tersedia fasilitas mode diferensial untuk menghitung perbedaan suhu antara dua titik pengukuran dan koneksi langsung ke printer untuk mencetak grafik data pengukuran temperatur terhadap waktu.

Pada bagian berikut dari makalah ini akan dibahas tentang perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem yang telah didisain, kemudian diteruskan dengan beberapa pengujian yang telah dilakukan dan ditutup dengan kesimpulan yang didapatkan dari apa yang telah dilakukan. Sangat diharapkan makalah ini dapat memberikan kontribusi yang positif untuk sistem pengukuran dan pengaturan.

Deskripsi Sistem

Gambar 1 menunjukkan blok diagram perangkat keras dari alat ukur temperatur yang telah didisain.

Catatan : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Januari 2002. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Elektro volume 2 nomor 1 Maret 2002



Gambar 1. Blok Diagram Perangkat Keras

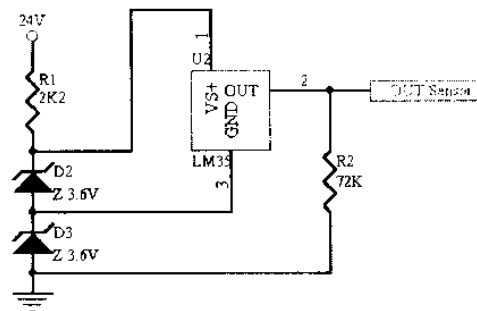
Output sensor akan ditransmisikan dengan bantuan rangkaian pengkondisi sinyal (RPS) dan transmitter melalui kabel panjang. Dan sinyal tersebut akan diterima oleh rangkaian receiver untuk kemudian diubah menjadi digital oleh ADC. Output ADC dibaca oleh mikrokontroler untuk kemudian akan dikonversikan ke suhu yang sebenarnya. Suhu tersebut ditampilkan di display atau dapat dicetak pada printer.

1. Perancangan Perangkat Keras

Karena dalam perancangan alat ukur temperatur ini diinginkan range pengukuran 0 – 100 °C maka sensor temperatur yang digunakan adalah LM35 yang dapat bekerja dalam range –40 °C sampai 110 °C. LM35 mempunyai sensor gain sebesar 10 mV/°C. Karena output sensor yang diinginkan untuk range pengukuran 0 – 100 °C sebesar 3,6 – 4,6 volt maka pin GND mendapat tegangan sebesar 3,6 volt dari dioda zener. Gambar 2 menunjukkan rangkaian lengkap dari sensor LM35 yang dioperasikan pada tegangan output 3,6 – 4,6 volt untuk range pengukuran 0 – 100 °C.

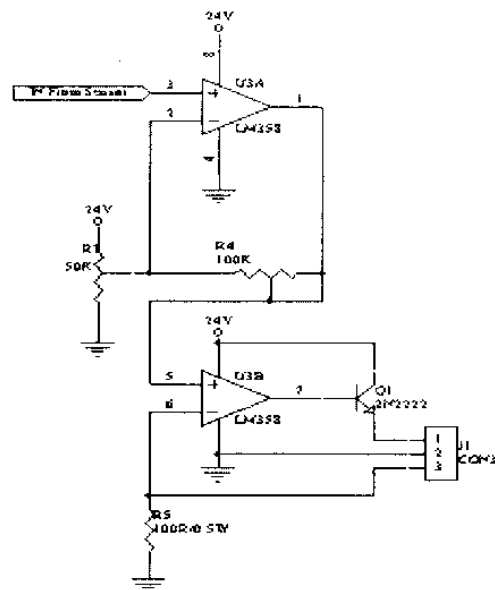
Range output sensor 3,6 – 4,6 volt diperbesar menjadi 1 – 6 volt supaya sesuai dengan range input ADC. Untuk menyelesaikan masalah ini dapat digunakan persamaan berikut:

$$V_{out} = 5V_{in} - 17 \quad (1)$$



Gambar 2. Rangkaian Sensor LM35

Rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan untuk menghitung persamaan 1 adalah rangkaian diferensial amplifier. Untuk memenuhi persamaan 1 maka V_{in} dihubungkan ke input non inverting dari diferensial amplifier dengan besar faktor penguatan 5 dan pada input inverting diberi tegangan referensi 4,25 volt. Rangkaian diferensial amplifier yang telah didisain dapat dilihat pada gambar 3.

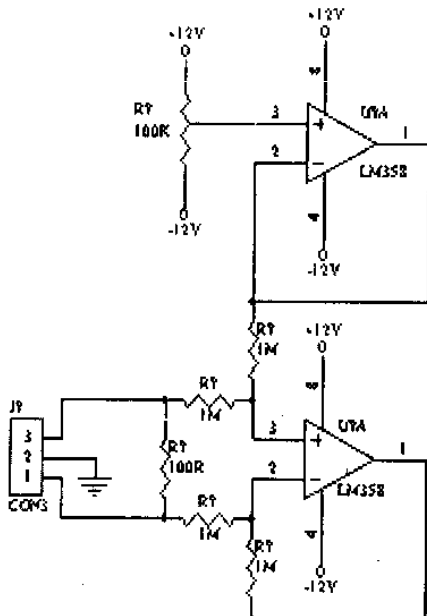


Gambar 3. Rangkaian Diferensial Amplifier dan Rangkaian Pengubah Tegangan Menjadi Arus

Output rangkaian diferensial amplifier akan ditransmisikan ke mikrokontroler dengan asumsi mikrokontroler terletak pada lokasi yang berbeda. Hal ini bertujuan supaya dapat dilakukan pengukuran dengan jarak jauh. Untuk

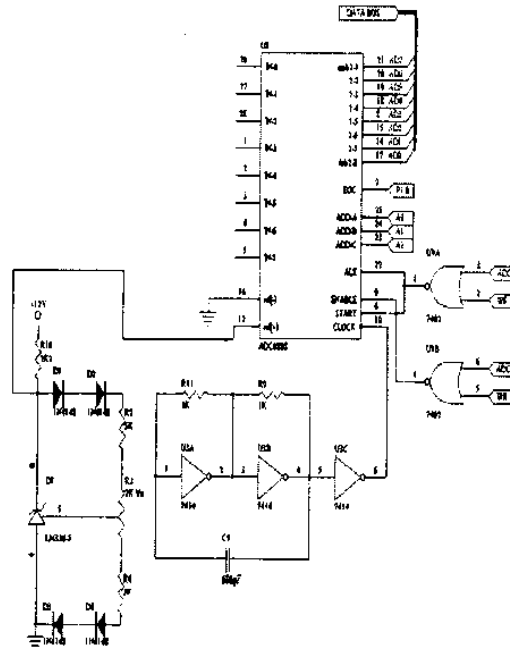
ini output rangkaian diferensial amplifier berupa tegangan 1–6 volt akan diubah menjadi arus 10–60 mA dengan menggunakan rangkaian pengubah tegangan menjadi arus. Rangkaian ini dapat dilihat pada gambar 3. Dengan menentukan R_5 sebesar 100Ω maka dapat timbul arus 10 mA saat tegangan 1 volt dan arus 60 mA saat tegangan 6 volt. Karena op-amp tidak dapat mengeluarkan arus sebesar itu maka pada output op-amp ditambahkan sebuah transistor 2N2222 sebagai current boost.

Arus yang ditransmisikan ke mikrokontroler diterima oleh rangkaian receiver berupa rangkaian pengubah arus menjadi tegangan. Gambar 4 menunjukkan rangkaian pengubah arus menjadi tegangan. Pada rangkaian ini digunakan $R_{span} = 100 \Omega$ untuk mengembalikannya arus 10 – 60 mA menjadi tegangan 1 – 6 V dan tegangan ini kemudian digeser menjadi 0 – 5 V dengan menggunakan rangkaian diferensial amplifier.



Gambar 4. Rangkaian Pengubah Arus Menjadi Tegangan dan Diferensial Amplifier

Rangkaian Analog To Digital Converter (ADC) yang digunakan dapat dilihat pada gambar 5. Dalam sistem ini digunakan ADC 0808 dengan data 8 bit dan ada 8 kanal input.



Gambar 5. Rangkaian ADC

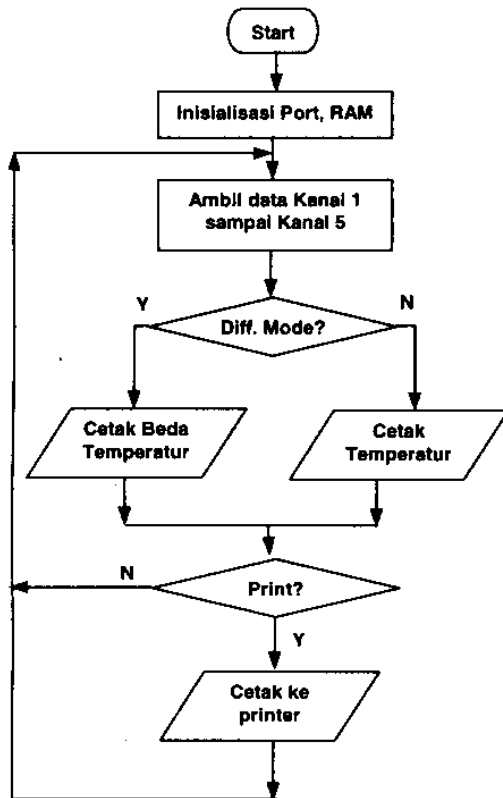
2. Perencanaan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dibuat berupa program dengan menggunakan bahasa assembly 8031. Program yang dibuat adalah program untuk membaca data dari ADC kemudian dikonversikan ke nilai temperatur yang sebenarnya. Persamaan yang digunakan untuk mengkonversikan adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{\text{Data ADC}}{255} \times 100 \quad (2)$$

Data hasil konversi ini akan disimpan dalam memori, ditampilkan dalam rangkaian display dan juga dicetak ke printer sesuai dengan mode tampilan yang diinginkan.

Secara umum diagram alir dari program yang dibuat dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Program

Hasil Pengujian

1. Pengujian Kesalahan Alat Ukur

Pengujian telah dilakukan terhadap alat ukur temperatur yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan mengukur temperatur es yang dipanaskan perlahan-lahan hingga temperaturnya mencapai 50 °C. Pada saat yang bersamaan juga dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur standar yaitu *fluke 52 thermocouple*.

Tabel 1 dan tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran yang telah dicatat. Dari kedua tabel tersebut terlihat bahwa kesalahan (error) terbesar adalah 1 °C.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengukuran Kanal I dengan Fluke 52

Fluke 52 (°C)	Alat Ukur (°C)	Error (°C)
10	11	1
15	15	0
21	21	0

lanjutan tabel 1.

26	26	0
32	32	0
36	35	1
40	39	1
42	42	0
46	46	0
50	50	0

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengukuran Kanal 2 dengan Fluke 52

Fluke 52 (°C)	Alat Ukur (°C)	Error (°C)
10	11	1
15	16	1
21	21	0
26	25	1
32	32	0
36	36	0
40	39	1
42	42	0
46	46	0
50	49	1

2. Pengujian Pengukuran Jarak Jauh

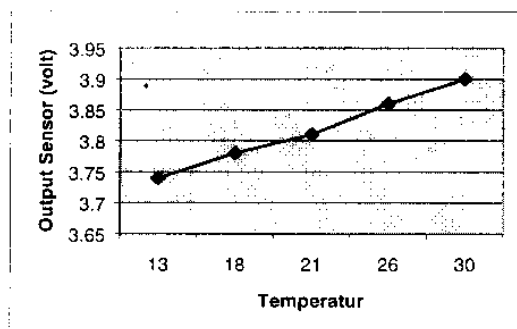
Pengujian juga telah dilakukan terhadap alat ukur yang telah dibuat dengan melakukan pengukuran jarak jauh. Pengujian ini dilakukan hanya pada bagian transmitter dan receivernya saja. Dalam pengujian ini digunakan kabel dengan panjang 10 m dan 30 m. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3. Dari tabel ini terlihat bahwa didapatkan hasil pengukuran yang sama walaupun panjang kabel transmisi mencapai 30 m.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengukuran Jarak Jauh

Output Rangkaian Differensial Amplifier (volt)	Output Rangkaian I to V Kabel 10 m (volt)	Output Rangkaian I to V Kabel 30 m (volt)
1,70	1,70	1,70
1,90	1,90	1,90
2,05	2,05	2,05
2,30	2,30	2,30
2,50	2,50	2,50

3. Pengujian Kelinieran Sensor

Pengujian juga dilakukan untuk melihat kelinieran dari sensor. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur output sensor pada beberapa titik temperatur. Pengukuran temperatur dilakukan dengan menggunakan alat ukur standar yaitu *fluke 52 thermocouple*.



Gambar 7. Grafik Pengujian Kelinieran Sensor Temperatur LM35

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 7. Dari grafik tersebut terlihat bahwa sensor yang digunakan relatif dapat dikatakan linier.

Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Alat ukur temperatur yang telah dibuat dapat dikatakan bekerja dengan baik
- Alat ukur temperatur ini mempunyai ketelitian dengan kesalahan pengukuran paling besar 1 °C.
- Pengukuran temperatur jarak jauh masih dapat dilakukan dengan baik sampai jarak 30 m.
- Alat ini mempunyai keterbatasan range pengukuran yaitu dari 0 – 100 °C. Hal ini disebabkan karena penggunaan sensor LM35 yang mempunyai range temperatur -40 – 110 °C. Untuk pengembangan selanjutnya dapat dibuat alat ukur yang umum dan dapat menggunakan bermacam-macam sensor.

Daftar Pustaka

- [1]. Robert F. Coughlin dan Frederick F. Driscoll, Operational Amplifier and Linear Integrated Circuit. New Jersey: Prentice Hall, 1991.
- [2]. J. Michael Jacob, Industrial Control Electronics. New Jersey: Prentice Hall, 1988.
- [3]. Timothy J Malloney, Industrial Solid State electronics Devices and Systems. New Jersey: Prentice Hall, 1986
- [4]. Microcontrollers Data Book/Handbook. California: Advanced Micro Devices, 1988
- [5]. National Data Acquisition Databook. California: National Semiconductor Corporation, 1995
- [6]. John Uffenbeck, The 8086/8088 Family: Design, Programming and Interfacing. New Jersey: Prentice Hall, 1987