

Pembuatan Termokopel Berbahan Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) Sebagai Sensor Temperatur

Hadi Santoso¹ dan Ruslim²
Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan^{1,2}

Email: hadisantoso@borneo.ac.id

Abstrak. Telah dilakukan perancangan sebuah termokopel berbahan Nikel (Ni) -Tembaga (Cu) dan dilakukan analisa pengukuran temperatur dalam mempelajari konsep Termokopel. Termokopel kawat nikel dan tembaga dapat bekerja sesuai prinsip dasar termokopel yakni menghasilkan arus listrik dari perbedaan temperature diantara dua kaki kawat logam yang berbeda. Termokopel ini dapat teruji dalam mengukur temperatur hingga 225°C dengan baik. Penggunaan termokopel untuk mendeteksi kenaikan dan penurunan temperatur dengan nilai regresi hampir mendekati 1 dimana tegangan kenaikan dan penurunan suhu berkisar 65 hingga 513 μVolt .

Kata Kunci: Termokopel, Temperatur, Tegangan, Nikel, Tembaga

**INDONESIAN
JOURNAL OF
FUNDAMENTAL
SCIENCES
(IJFS)**

E-ISSN: 2621-6728

P-ISSN: 2621-671X

Submitted: February, 15th, 2019

Accepted : March, 23th, 2019

Abstract. *The design of a Nickel (Ni) - Copper (Cu) thermocouples has been carried out for temperature sensors is carried out in studying the concept of Thermocouples.. The sensor will be made of two different types of materials namely nickel and copper. Nickel and copper wire thermocouples can work in accordance with the basic principle of the thermocouple, which produces electric current from a difference in temperature between two different metal wire legs. Thermocouples can measure at temperature of 35°C to 225°C . The use of thermocouples to detect increases and decreases in temperature with regression values almost close to 1 where voltage increases and decreases in temperature range from 65 to 513 μVolt .*

PENDAHULUAN

Termokopel merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur temperatur/suhu. Termokopel memiliki output berupa arus listrik sehingga pengkonversiannya dapat secara digital. Konsep kerja dasar termokopel pertama kali ditemukan oleh Seebeck (1821) yang menemukan bahwa sebuah konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradien akan menghasilkan tegangan listrik. Hal ini disebut sebagai efek termoelektrik. Konduktor tambahan ini kemudian akan mengalami gradiasi suhu, dan mengalami perubahan tegangan secara berkebalikan dengan perbedaan temperatur benda. Bila suatu rangkaian yang terdiri dari dua buah logam yang tidak sejenis dan bila temperatur pada sambungan-sambungan dari kedua kawat tersebut tidak sama, maka akan ada gaya listrik.

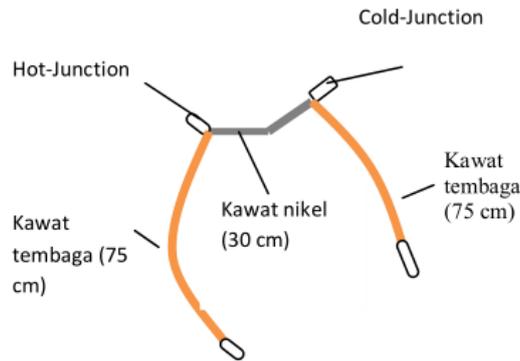
Menurut Rosman (2018), termokopel bekerja berdasarkan pembangkitan tenaga listrik pada titik sambung dua buah logam yang tidak sama (titik panas/titik ukur). Ujung lain dari logam tersebut sering disebut titik referensi (titik dingin) dimana temperaturnya konstan. Umumnya termokopel digunakan untuk mengukur temperatur berdasarkan perubahan temperatur menjadi sinyal listrik. Bila antara titik referensi dan titik ukur terdapat perbedaan temperatur, maka akan timbul GGL yang menyebabkan adanya arus pada rangkaian. Bila titik referensi ditutup dengan cara menghubungkannya dengan sebuah alat pencatat maka penunjukan alat ukur akan sebanding dengan selisih temperatur antara ujung panas (titik ukur) dan ujung dingin (titik referensi).

Terdapat beberapa jenis termokopel diantaranya sebagai berikut; (1) Tipe K [Chromel (Ni-Cr alloy) - Alumel (Ni-Al alloy)] mengukur suhu (-200) sampai 1.200°C. (2) Tipe E [Chromel - Constantan (Cu-Ni alloy)] digunakan pada temperatur rendah. (3) Tipe J [Iron - Constantan] mengukur temperatur (-40) sampai 750°C. (4) Tipe N [Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) - Nisil (Ni-Si-alloy)] mengukur suhu di atas 1200°C. (5). Tipe B [Platinum-Rhodium (Pt-Rh)] mengukur hingga 1800°C namun tidak dapat mengukur dibawah 50°C. (6). Tipe R [Platinum-(Platinum-7% Rhodium)] mengukur suhu di atas 1600°C. (7) Tipe S [Platinum-(Platinum-10% Rhodium)] mengukur suhu di atas 1600°C. (8) Tipe T [Copper-Constantan] mengukur antara (-200) hingga 350°C.

Termokopel yang akan berbahan Kawat Nikel dan Kawat Tembaga, tidak termasuk dalam tipe-tipe termokopel yang ada diatas. Namun termokopel yang akan dibangun memiliki prinsip kerja yang sama dalam menghasilkan listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat sejauh mana suhu yang dapat dikuru dan menganalisa kemampuannya dalam mengukur kenaikan maupun penurunan suatu temperatur.

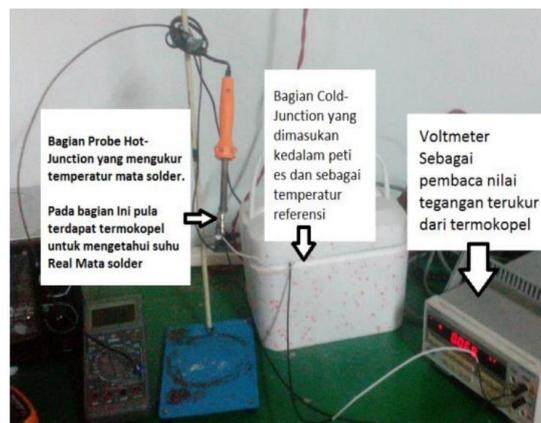
METODE PENELITIAN

Kawat tembaga dan nikel dibuat sedemikian rupa seperti pada gambar 1, dimana spesifikasi dari termokopel yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua buah kawat tembaga dan besi dengan panjang 75 cm, dan seutas kawat nikel dengan panjang 30 cm. Bahan lainnya yang digunakan adalah port yang nanti akan disambungkan dengan multimeter, pelindung kawat, serta head sensor.



Gambar 1. Perancangan Termokopel

Pembuatan sensor dimulai dengan menyambungkan kawat tembaga dengan nikel sesuai gambar 1. Kemudian memberikan pengaman kawat, menyambungkan dengan port dan head sensor. Proses penggunaan dan pengambilan data termokopel ini diawali dengan memasukkan salah satu sambungan tembaga ke dalam es sebagai *cold-junction* dengan tujuan untuk menjaga tetap konstan sehingga akan menjadi temperatur referensi. Dalam penelitian ini, temperatur referensi adalah 25°C . Bagian lainnya (*hot-junction*) digunakan sebagai sensor utama pendeteksi perubahan temperatur yang ingin diukur. Dapat digunakan dengan memberi kalor dari panas api korek. Bagian ujung tembaga lainnya dari termokopel selanjutnya dihubungkan dengan multimeter dengan mode inputan temperatur. Semua proses sesuai gambar 2.



Gambar 2.

Perangkat Pengukuran Temperatur dengan Termokopel

Prinsip pengambilan data yakni mencatat data tegangan keluaran tiap kenaikan temperatur dengan kelipatan 5°C , dari temperatur ruangan hingga batas kemampuan ukur termokopel. Diukur pula data tegangan keluaran saat suhu mengalami penurunan (tiap kelipatan 5°C hingga mencapai temperatur ruangan, yakni 35°C). Untuk logam yang biasa digunakan dalam termokopel, tegangan output meningkat hampir linear dengan perbedaan suhu (ΔT) dalam rentang suhu yang terbatas yang dipengaruhi oleh koefisien α . Hubungannya antara V , α dan T berdasarkan persamaan berikut;

$$V_{terukur} = \alpha \cdot (T_{terukur} - T_{referensi})$$

Dimana T referensi adalah T Reference junction (cold junction), merupakan sambungan acuan yang temperaturnya dijaga konstan dan biasanya diberi temperatur yang dingin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

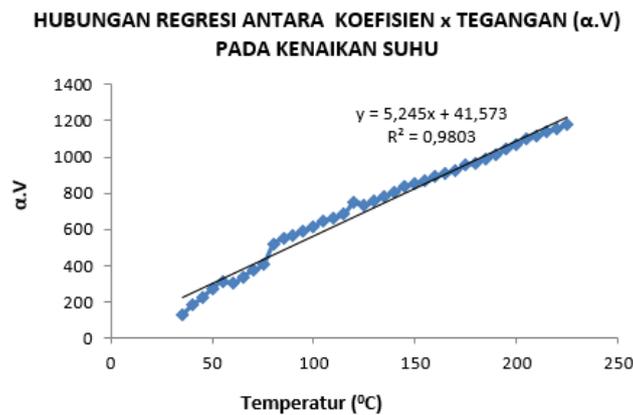
Data yang diperoleh berdasarkan kenaikan dan penurunan suhu adalah sebagai berikut;

Tabel 1. Kenaikan Temperatur

Kenaikan Temperatur ($^{\circ}C$)	Tegangan (μV)	$\alpha.V$
35	65	128,030
40	83	181,289
45	98	223,349
50	115	275,521
55	129	313,981
60	132	300,414
65	146	338,349
70	160	376,471
75	172	405,260
80	201	517,962
85	213	546,614
90	224	570,182
95	234	588,774
100	246	617,510
105	258	646,252
110	268	665,037
115	278	683,929
120	298	752,576
125	300	731,707
130	312	760,500
135	322	779,579
140	334	808,377
145	346	837,175
150	355	851,520
155	364	865,987
160	376	894,785
165	385	909,356
170	394	924,024

175	406	952,809
180	415	967,556
185	426	991,672
190	437	1015,793
195	448	1039,917
200	460	1068,687
205	472	1097,458
210	481	1112,313
215	492	1136,451
220	502	1155,982

Berdasarkan pada tabel diatas diperoleh rerata temperatur untuk kenaikan dibuat grafik hubungan antara perubahan tegangan akibat perubahan temperatur saat naik yang terlihat pada gambar 3.



Grafik hubungan kenaikan temperature antara koefisien dan tegangan

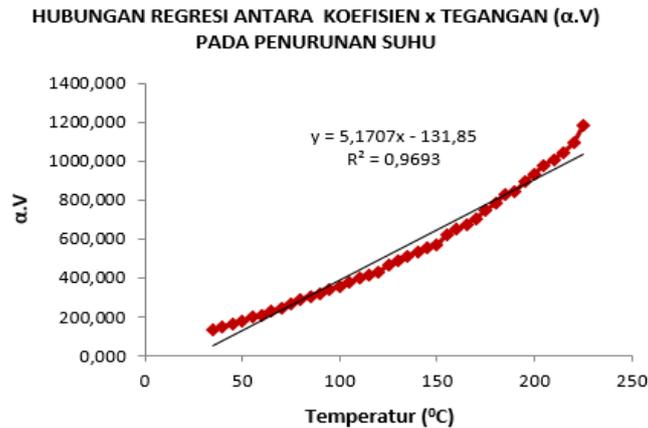
Selanjutnya untuk data saat temperatur turun dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Penurunan Temperatur

Penurunan Temperatur ($^{\circ}C$)	Tegangan (μV)	$\alpha.V$
225	513	1180,130
220	488	1092,404
215	472	1045,934
210	458	1008,481
205	445	975,493
200	430	933,838
195	415	892,358

190	398	842,574
185	389	826,891
180	373	781,624
175	359	744,977
170	344	704,381
165	331	672,153
160	320	648,101
155	308	620,026
150	290	568,243
145	281	552,175
140	271	532,181
135	261	512,188
130	250	488,281
125	239	464,398
120	225	429,025
115	217	416,717
110	207	396,750
105	196	372,971
100	187	356,827
95	178	340,688
90	168	320,727
85	159	304,590
80	150	288,462
75	139	264,671
70	128	240,941
65	120	228,571
60	110	208,621
55	102	196,302
50	93	180,188
45	84	164,093
40	74	144,105
35	66	132,000

Berdasarkan pada tabel diatas diperoleh rerata temperatur untuk kenaikan dibuat grafik hubungan antara perubahan tegangan akibat perubahan temperatur saat naik yang terlihat pada gambar 4.



Gambar 4.

Grafik hubungan penurunan suhu antara koefisien dan tegangan

Perbedaan suhu akan menyebabkan timbulnya tegangan pada probe ujung termokopel yang dihubungkan ke voltmeter digital yang memiliki kemampuan pembacaan tegangan yang cukup kecil. Dibutuhkan voltmeter yang dapat membaca tegangan relatif kecil, karena tegangan yang dihasilkan termokopel ini yakni terendah adalah $65 \mu\text{Volt}$ pada temperatur kamar $35^{\circ}C$ dan tegangan terukur tertinggi berkisar $225^{\circ}C$ adalah $250 \mu\text{Volt}$. Berdasarkan pengamatan, temperatur $225^{\circ}C$ bukan merupakan suhu maksimum yang dapat diukur oleh termokopel ini. Penulis berasumsi bahwa suhu $225^{\circ}C$ ini merupakan kemampuan alat pemanas sebagai sumber energi panas yang diukur hanya memiliki batas maksimum mencapai suhu $225^{\circ}C$. Jadi termokopel yang dibuat belum diperoleh informasi batas suhu maksimumnya. Begitu pula temperatur terendah. Termokopel yang dicoba hanya sampai batas temperatur ruangan saja yakni $35^{\circ}C$, termokopel ini belum dicoba dalam mengukur temperatur yang lebih rendah lagi bahkan hingga mendekati temperatur minus. temperatur yang dicapai sekitar $225^{\circ}C$ mendekati nilai temperatur yang dapat diukur oleh termokopel berbahan besi (Fe) dan tembaga (Cu) dengan temperatur naik yang mencapai $231^{\circ}C$ (Rosman, 2018).

Melalui data temperatur referensi terukur dari *probecold-junction* yang dicelupkan dalam es yakni $25^{\circ}C$ dan dari data tabel 1 dan 2 maka akan dapat kita masukan ke dalam persamaan diatas dalam memperoleh koefisien α . Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata nilai α menunjukkan bahwa termokopel ini memiliki nilai koefisien α untuk kenaikan temperatur adalah 1.97 dan penurunan suhunya adalah 2. Hubungan regresi untuk kedua persamaan dalam grafik kenaikan dan penurunan temperatur keduanya memiliki nilai R^2 yang mendekati 1 yang menunjukkan bahwa hubungan linier sangat baik.

KESIMPULAN

1. Termokopel kawat nikel dan tembaga dapat bekerja sesuai prinsip dasar termokopel yakni menghasilkan arus listrik dari perbedaan temperature diantara dua kaki kawat logam yang berbeda.
2. Termokopel ini dapat teruji dalam mengukur temperatur $35^{\circ}C$ hingga $225^{\circ}C$ dengan baik.
3. Penggunaan termokopel untuk mendeteksi kenaikan dan penurunan temperatur dengan nilai regresi hampir mendekati 1 dimana tegangan kenaikan dan penurunan suhu berkisar 65 hingga $513 \mu\text{Volt}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Benedict, R. P. (1984). *Fundamentals of Temperature, Pressure, and Flow Measurements*, 3rd ed. JohnWiley & Sons, New York.
- Fraden, Jacob. (2003). *Handbook Of Modern Sensors (Physics, Designs, and Application)*, Springer-Verlag New York, Inc.
- Kariem, Saeful dan Sunardi. (2003). *Penentuan Elektromotansi Thermal Beberapa Jenis Termokopel Dengan Pasangan Logam Yang Bervariasi*. UPI. Bandung.
- Rosman, A. (2018). Perancangan Termokopel Berbahan Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) Untuk Sensor Temperatur. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 4(2), 120-127.