

## Aplikasi Modul Amplifier AD620 dalam Kalibrasi Termokopel Tipe K

ENGKOS KOSWARA, HERY SONAWAN, TOTO SUPRIYONO

### ABSTRACT

Calibration is an important step in every measurement to achieve a standardized measurement value. Likewise for type K thermocouples, calibration must be carried out prior to measurement so that the results obtained are standardized values. The type K thermocouple used in the measurement process is connected to a data acquisition device, the Labjack U3 LV. Basically, the type K thermocouple has an output voltage of below 100 mV while the Labjack U3 LV data acquisition device can only read the voltage in units of Voltage. Therefore, in the calibration, the addition of the AD620 Amplifier is used to increase the output voltage of the K type thermocouple so that the thermocouple output voltage can be read by Labjack U3 LV. Then the result of the addition of the AD620 amplifier, the output voltage of the type K thermocouple can be increased. Although it can be increased with the AD620 amplifier, the output voltage gain is limited to 2.45 V only because it uses the Labjack U3 LV device. Calibration was carried out on 4 thermocouples with 4 AD620 amplifiers. With the results of 1<sup>st</sup> Termocouple having an average error rate of 2.79%, 2<sup>nd</sup> Termocouple having an average error rate of 0.65%, 3<sup>rd</sup> Termocouple having an average error rate of 2.97%, 4<sup>th</sup> Termocouple having an average error rate an average of 1.74%.

**Keywords:** Type K thermocouple, Labjack U3 LV, Amplifier module AD620

### PENDAHULUAN

Termokopel merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mengubah perbedaan temperatur menjadi perbedaan tegangan. Dalam prakteknya, termokopel dapat mengukur temperatur dengan rentang yang cukup besar dengan batas salah ukur sebesar 1 °C. Termokopel tipe K sendiri memiliki rentang temperatur berkisar -200 hingga 1200 °C.

Menurut Siregar (2009), kalibrasi merupakan rangkaian proses untuk membandingkan hasil ukur dengan alat ukur yang sudah terstandar, baik standar nasional maupun standar internasional. Demikian pula untuk termokopel tipe K, sebelum digunakan untuk keperluan pengukuran harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu agar hasil yang didapat merupakan nilai yang sudah terstandar.

Rangkaian sistem pengukuran pada uji kalibrasi yang dilakukan dengan menggabungkan termokopel tipe K dengan sebuah perangkat *data conditioner* yaitu Labjack U3 LV. Labjack U3 LV menerima masukan tegangan dalam satuan voltase, sedangkan Termokopel tipe K memiliki keluaran tegangan dibawah 100 mV. Oleh karena itu penting untuk menambah perangkat lain yang bertujuan menaikkan tegangan keluaran dari termokopel tipe K. Amplifier modul AD620 digunakan untuk

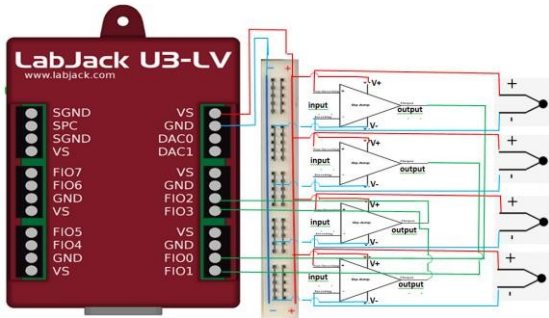
menaikkan tegangan keluaran dari Termokopel tipe K tersebut dan menaikkannya hingga 1000 kali tergantung pada faktor pengali.

### METODE PENELITIAN

Dalam makalah ini, metode penelitian yang diterapkan adalah eksperimen pengukuran temperatur menggunakan Termometer standar dan Termokopel tipe K yang dikombinasikan dengan modul Amplifier AD620. Dalam tahapan pengukuran temperatur terdapat standar prosedur yang harus dipenuhi, diantaranya :

- Termometer standar sebagai kalibrator memiliki ketelitian cukup tinggi dengan resolusi  $\pm 1,5\%$
- Air sebagai media pengukuran temperatur dipanaskan secara bertahap di dalam teko listrik dari temperatur kamar hingga mendidih
- Sensor dari Termometer standar dan Termokopel tipe K diikat untuk mengukur temperatur air di titik yang sama
- Pencatatan temperatur dilakukan dengan interval 5 detik
- Pencatatan dan perekaman data temperatur melalui termokopel tipe K oleh LabView

Skema rangkaian kalibrasi secara sederhana dapat dilihat pada gambar rangkaian berikut :



Gambar 1. Skema rangkaian data akuisisi Labjack U3 LV, Termokopel tipe K dan modul Amplifier AD620

Gambar 1 menunjukkan Labjack yang memiliki 16 jalur I/O pertama (port FIO dan EIO) pada LabJack U3-LV dapat dikonfigurasi secara individual sebagai input digital, output digital, atau input analog. Selain itu, hingga 2 baris ini dapat dikonfigurasi sebagai penghitung waktu, dan hingga 2 baris ini dapat dikonfigurasi sebagai penghitung. 8 jalur I/O fleksibel pertama (FIO0-FIO7) muncul pada terminal sekrup internal. Amplifier memiliki 5 masukan ada 2 input, 2 masukan voltase dan satu output. Untuk 2 input masuk ke thermocouple sebagai sensor masukan yang akan di baca oleh amplifier. Untuk 2 input voltase di ambil tadi voltase labjack untuk v+ dari VS dan untuk v- dari GND. Untuk output dari amplifier masuk ke labjack FIO.

Berikut rangkaian kalibrasi yang telah disiapkan. Pengukuran temperatur air dilakukan menggunakan empat buah Termokopel tipe K seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



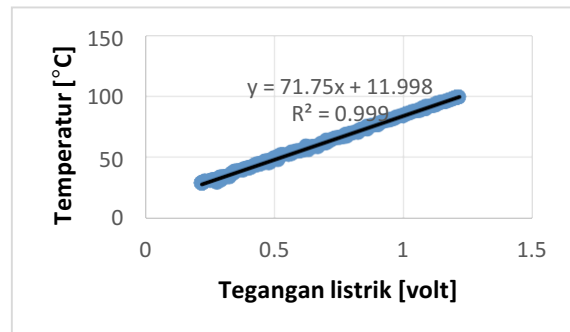
Gambar 2. Rangkaian data akuisisi Termokopel tipe K + modul Amplifier AD620

Proses kalibrasi dilakukan dengan mengukur kenaikan temperatur air secara bertahap dari temperatur kamar hingga mendidih. Pengukuran temperatur air itu dilakukan secara bersama-sama oleh sensor Termometer standar dan empat Termokopel tipe K di satu titik yang sama.

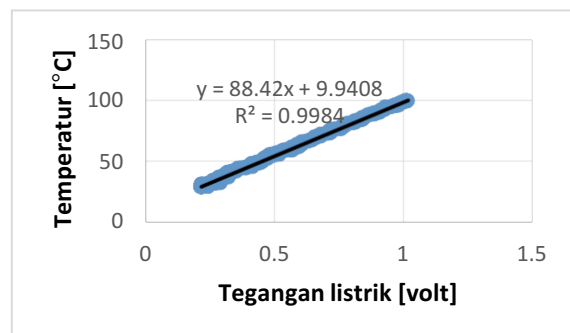
Pencatatan dan perekaman tegangan luaran dari modul Amplifier AD620 menggunakan perangkat lunak LabView seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan pencatatan temperatur air pada termometer standar menghasilkan luaran temperatur.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

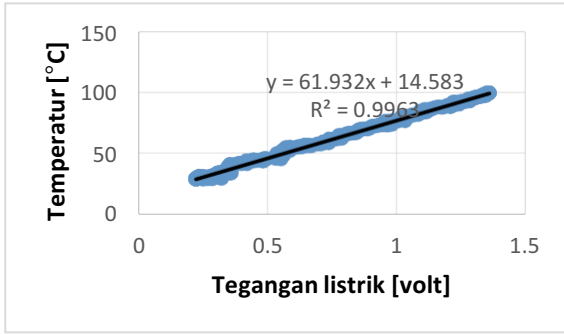
Proses kalibrasi Termokopel tipe K + Modul Amplifier AD620 terhadap Termometer standar menghasilkan data-data yang diplot pada Gambar 4 hingga Gambar 7. Kurva-kurva tersebut menghubungkan nilai temperatur air terbaca oleh Termometer standar dan tegangan terbaca oleh Termokopel tipe K. Tegangan luaran dari Termokopel tipe K diamplifikasi oleh modul Amplifier AD620 dan berhasil menaikkan tegangan hingga skala volt dari milivolt. Tren kurva yang diperlihatkan dalam Gambar 4 hingga Gambar 7 menghasilkan korelasi linier dengan koefisien determinasi mendekati 1. Dari hasil kalibrasi itu juga, terlihat keempat Termokopel tipe K memperlihatkan perilaku yang sama saat dipasangkan dengan modul Amplifier AD620.



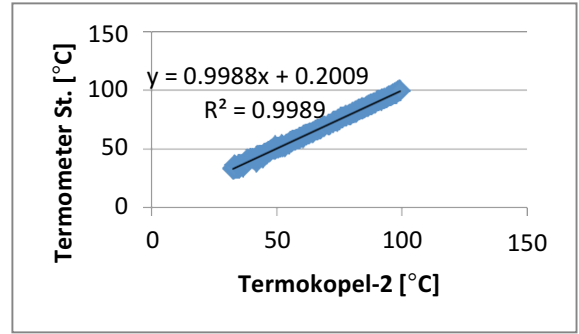
Gambar 3. Kurva hasil kalibrasi temperatur air vs tegangan listrik luaran Termokopel-1



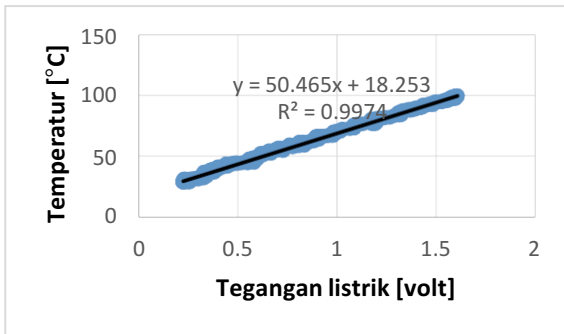
Gambar 4. Kurva hasil kalibrasi temperatur air vs tegangan listrik luaran Termokopel-2



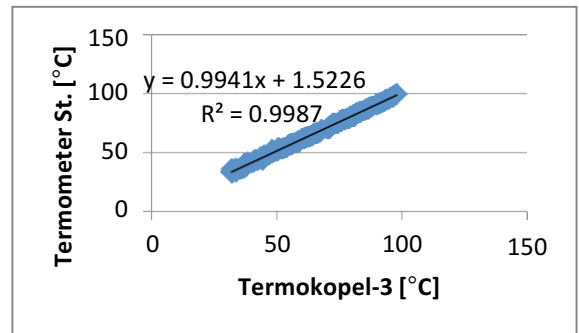
Gambar 5. Kurva hasil kalibrasi temperatur air vs tegangan listrik luaran Termokopel-3



Gambar 8. Perbandingan hasil pengukuran temperatur dari Termometer standar dan Termokopel-2

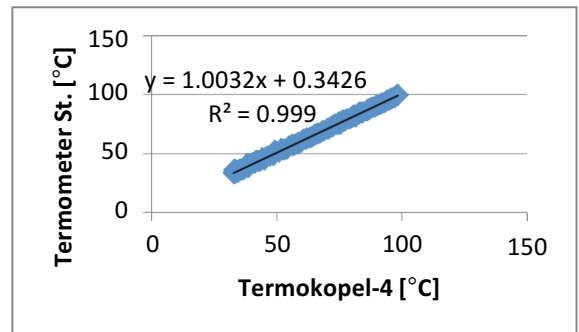


Gambar 6. Kurva hasil kalibrasi temperatur air vs tegangan listrik luaran Termokopel-4

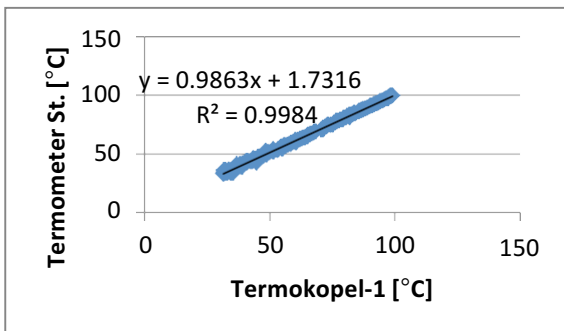


Gambar 9. Perbandingan hasil pengukuran temperatur dari Termometer standar dan Termokopel-3

Demikian pula saat membandingkan nilai temperatur dari Termometer standar dengan temperatur hasil perhitungan dari Termokopel tipe K, memperlihatkan korelasi linier dengan gradien mendekati 1 yang artinya telah diperoleh kesesuaian hasil kalibrasi. Hasil itu memperlihatkan bahwa pembacaan temperatur oleh Termokopel tipe K telah mendekati pembacaan temperatur oleh Termometer standar. Demikian pula, keempat Termokopel tipe K memperlihatkan perilaku pengukuran yang sama dimana seluruh nilai koefisien determinasi mendekati 1.



Gambar 10. Perbandingan hasil pengukuran temperatur dari Termometer standar dan Termokopel-4



Gambar 7. Perbandingan hasil pengukuran temperatur dari Termometer standar dan Termokopel-1

Walaupun demikian, hasil kalibrasi itu juga memperlihatkan adanya sedikit penyimpangan dari pengukuran kedua peralatan. Dari teknik least square, koefisien dari persamaan linier seharusnya mendekati nol, tetapi ada kurva yang memiliki koefisien 1,73.

**Analisis Hasil Kalibrasi**

Hasil pengujian/kalibrasi termokopel tipe K yang telah dilakukan kemudian diambil setiap kenaikan ±5°C untuk melihat error pada setiap data yang diambil. Untuk menentukan nilai error yang terjadi dapat dihitung dengan formulasi berikut.

$$error = \left[ \frac{T_r - T_m}{T_r} \right] \times 100\%$$

Berikut merupakan hasil hitung untuk nilai error pada masing-masing sensor.

Tabel 1. Nilai error Termokopel 1

Termokopel standard (°C)	Termokopel 1 (°C)	Error (%)
32.8	31.37463	4.345649
35.9	32.2762	10.09415
41.1	36.86993	10.29214
45.9	43.43853	5.362671
50.7	48.0752	5.17713
55.8	54.34328	2.610618
60.3	59.83858	0.765211
65.6	65.16215	0.667451
70.4	70.74332	-0.48767
74.7	75.07946	-0.50797
80.6	79.58732	1.256424
85.8	85.46901	0.385766
90.6	90.01981	0.640386
95.2	94.91406	0.300353
99	98.0481	0.961511
Error rata-rata (%)		2.790921

Nilai error dari hasil pengukuran Termokopel 1 memiliki rata-rata error sebesar 2,79 % dengan nilai minimum error sebesar 0,5% dan nilai maksimum error sebesar 10,29%.

Tabel 2. Nilai error Termokopel 2

Termokopel standard (°C)	Termokopel 2 (°C)	Error (%)
32.8	32.60243	0.602338
35.9	35.03614	2.406298

41.1	38.36926	6.644141
45.9	45.0355	1.883453
50.7	49.95581	1.467822
55.8	55.93427	-0.24062
60.3	60.90749	-1.00745
65.6	66.35688	-1.15377
70.4	71.11847	-1.02056
74.7	75.08647	-0.51737
80.6	80.48295	0.145223
85.8	85.72071	0.092415
90.6	90.16487	0.480279
95.2	95.56135	-0.37956
99	98.57702	0.427248
Error rata-rata (%)		0.655326

Nilai error dari hasil pengukuran Termokopel 2 memiliki rata-rata error sebesar 0,65 % dengan nilai minimum error sebesar 1,15% dan nilai maksimum error sebesar 6,64%.

Tabel 3. Nilai error Termokopel 3

Termokopel standard (°C)	Termokopel 3 (°C)	Error (%)
32.8	32.01229	2.401546
35.9	32.08641	10.62282
41.1	37.23739	9.39809
45.9	43.3148	5.632251
50.7	48.16932	4.991489
55.8	54.3579	2.584409
60.3	59.69416	1.004703
65.6	64.54868	1.602617
70.4	70.03318	0.521055
74.7	74.55418	0.19521
80.6	79.37164	1.524021
85.8	84.85613	1.100078
90.6	89.89594	0.777109
95.2	94.37988	0.861467
99	97.64093	1.372795
Error rata-rata (%)		2.972644

Nilai error dari hasil pengukuran Termokopel 3 memiliki rata-rata error sebesar 2,97 % dengan nilai minimum error sebesar 0,19% dan nilai maksimum error sebesar 10,62%.

Tabel 4. Nilai error Termokopel 4

Termokopel standard (°C)	Termokopel 4 (°C)	Error (%)
32.8	32.75714	0.130677
35.9	33.33086	7.15637
41.1	38.10184	7.2948
45.9	44.32222	3.437425
50.7	48.79124	3.764821
55.8	54.73986	1.8999
60.3	60.05436	0.407363
65.6	65.45945	0.214252
70.4	69.95866	0.626901
74.7	75.60532	-1.21194
80.6	79.98375	0.764581
85.8	85.84178	-0.04869
90.6	90.03903	0.619172
95.2	94.99118	0.219349
99	98.10137	0.907704
Error rata-rata (%)		1.745512

Nilai error dari hasil pengukuran Termokopel 4 memiliki rata-rata error sebesar 1,74 % dengan nilai minimum error sebesar 1,21% dan nilai maksimum error sebesar 7,29%.

#### KESIMPULAN

Hasil kalibrasi termokopel tipe K dengan menggunakan Amplifier modul AD620 dan perangkat data akuisisi Labjack U3 LV didapatkan nilai error untuk Termokopel 1 rata-rata 2,79%, Termokopel 2 rata-rata 0,65%, Termokopel 3 rata-rata 2,97% dan Termokopel 4 rata-rata 1,74%. Termokopel 3 memiliki nilai error rata-rata paling tinggi yaitu 2,97 % sedangkan Termokopel 2 memiliki nilai error rata-rata paling rendah yaitu 0,65%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Pemberian penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada KEMENDIKBUD RISTEK melalui Skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) Tahun 2022.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Siregar, M. I. (2009). Teknik Kalibrasi ThermocoupeL TypeK Di PT Inalum Kuala Tanjung. Diploma IV Karya Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mariam, S., Keis Pribadi, G., Rosidi, A., & Juarsa, M. Kalibrasi Termokopel Tipe-K pada Bagian Uji Heating-03 Menggunakan Cdaq-9188. *Jurnal Sigma Epsilon*, 17(4), 160-168.
- Sumarkantini, S. (2018). Evaluasi Kalibrasi Transduser Rtd Pt100 Dan Termokopel Type K. *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*, 1(2), 185-193.
- Fadhil, S. M., Pandu, Y. W., & Novianto, S. (2022). RANCANG BANGUN THERMOBATH UNTUK KALIBRASI SUHU DENGAN TERMOKOPEL TIPE-K MENGGUNAKAN REFRIGERAN HFC-134. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(1), 35-41.
- Selvakumar, J., & Prakash, A. E. (2016). Data Acquisition System and Signal Processing Technique for Bearing Fault Analysis. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(31), 1-7.
- Syarif, N., & Assaidah, A. (2016). Multichannel Data Aquisition System for Monitoring Supercapacitor Module and Cells. *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, 14(4), 1307-1312.