

## **Verifikasi Sensor Termokopel pada *Furnace* untuk Meningkatkan Akurasi Pemantauan Suhu di PT Krakatau Baja Konstruksi**

**M. Zaiz Saepullah<sup>1</sup>, Didik Aribowo<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

\*Corresponding: [2283220042@untirta.ac.id](mailto:2283220042@untirta.ac.id)<sup>1</sup>, [d\\_aribowo@untirta.ac.id](mailto:d_aribowo@untirta.ac.id)<sup>2</sup>

**Abstrak.** Pemantauan suhu yang akurat pada *furnace* merupakan elemen penting dalam pengolahan logam jenis baja di PT Krakatau Baja Konstruksi. Sensor termokopel Type S digunakan untuk mengukur suhu dengan mengubah perubahan suhu menjadi sinyal tegangan. Namun, untuk memastikan keakuratan pembacaan, verifikasi kinerja termokopel dilakukan secara berkala. Penelitian ini bertujuan memverifikasi termokopel pada beberapa zona *furnace* untuk meningkatkan akurasi data suhu pada sistem *Human Machine Interface* (HMI). Proses verifikasi menggunakan alat Fluke 17 B+ dan Universal Transmitter PR4116. Hasil pengukuran dibandingkan dengan tabel referensi dan pembacaan HMI sebelum serta sesudah verifikasi. Hasil menunjukkan semua termokopel berfungsi baik dengan deviasi terbesar 23°C di Zone 2A sebelum penyesuaian dan deviasi terkecil 1°C di Zone 1. Verifikasi berhasil mengurangi deviasi, memastikan keandalan sistem pengukuran. Penelitian ini menegaskan pentingnya verifikasi termokopel untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, dengan rekomendasi evaluasi berkala pada sistem HMI dan pengukuran suhu.

**Kata Kunci:** Termokopel; Furnace; Verifikasi; Human Machine Interface (HMI); Pengukuran Suhu

**Abstract.** *Accurate temperature monitoring in the furnace is an important element in the processing of steel metals at PT Krakatau Baja Construction. Type S thermocouple sensors are used to measure temperature by converting temperature changes into voltage signals. However, to ensure the accuracy of the readings, thermocouple performance verification is carried out periodically. This research aims to verify thermocouples in several furnace zones to increase the accuracy of temperature data in the Human Machine Interface (HMI) system. The verification process uses the Fluke 17 B+ tool and Universal Transmitter PR4116. The measurement results are compared with the reference table and HMI readings before and after verification. The results show that all thermocouples function well with the largest deviation of 23°C in Zone 2A before adjustment and the smallest deviation of 1°C in Zone 1. Verification succeeded in reducing the deviation, ensuring the reliability of the measurement system. This research confirms the importance of thermocouple verification to improve production efficiency and product quality, with recommendations for regular evaluation of the HMI system and temperature measurements.*

**Keywords:** *Thermocouple; Furnaces; Verification; Human Machine Interface (HMI); Temperature Measurement*

### **PENDAHULUAN**

Dalam proses industri, terutama dalam pengolahan logam jenis baja di PT Krakatau Baja Konstruksi, pemantauan suhu yang akurat pada *furnace* atau tungku pembakaran menjadi elemen penting untuk memastikan kualitas produk. Furnace berperan dalam meningkatkan suhu suatu material melalui pembakaran bahan bakar cair atau gas yang ditransfer melalui tabung untuk menghasilkan panas secara efektif melalui mekanisme konveksi, konduksi, dan radiasi. Pemanasan ini membutuhkan tingkat presisi suhu yang tinggi, yang pada umumnya diukur menggunakan sensor suhu, salah satunya adalah termokopel.

Termokopel, sebagai salah satu sensor suhu yang banyak digunakan, bekerja dengan mengubah perubahan suhu menjadi sinyal tegangan, yang kemudian diterjemahkan menjadi data suhu. Sensor ini disukai karena akurat, terjangkau, dan mampu mengukur suhu dalam rentang yang luas. Namun, untuk memastikan bahwa pembacaan suhu dari sensor ini benar-benar akurat, verifikasi terhadap kinerja termokopel sangat diperlukan. Verifikasi adalah langkah pengujian yang dilakukan untuk memastikan bahwa sensor bekerja

sesuai standar, seperti yang ditetapkan oleh organisasi seperti ISO, ASTM, atau SNI, dan bahwa data yang dihasilkan valid dan dapat diandalkan dalam proses kontrol.

Dalam sistem pemantauan yang digunakan oleh PT Krakatau Baja Konstruksi, data yang dikumpulkan oleh termokopel ditransmisikan oleh transmitter ke sistem *Human Machine Interface* (HMI), yang memfasilitasi interaksi manusia dengan mesin melalui visualisasi real-time. HMI memungkinkan operator untuk memantau suhu *furnace* secara online dan mengidentifikasi jika ada penyimpangan suhu yang mungkin mempengaruhi proses produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi kinerja sensor termokopel pada *furnace* di PT Krakatau Baja Konstruksi guna meningkatkan akurasi pemantauan suhu. Dengan verifikasi yang tepat, diharapkan akurasi data suhu yang ditampilkan pada HMI dapat ditingkatkan, sehingga mendukung efisiensi proses produksi dan kualitas produk yang lebih baik.

### **Tinjauan Pustaka *Furnace***

*Furnace* adalah alat yang digunakan untuk meningkatkan suhu suatu objek dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar. Jenis bahan bakar yang digunakan pada *furnace* umumnya berupa bahan bakar cair dan gas, yang dicampurkan oleh burner untuk menghasilkan pembakaran optimal. Proses pemanasan terjadi dengan melewati bahan bakar melalui tabung atau pipa yang ditempatkan di dalam tungku, sehingga memungkinkan perpindahan panas terjadi secara efektif. Dalam *furnace*, perpindahan panas berlangsung melalui tiga mekanisme utama, yaitu konveksi, konduksi, dan radiasi, yang bekerja bersama untuk mencapai suhu yang diinginkan[1]. *Furnace* berfungsi untuk menghasilkan energi panas yang diperlukan dalam proses pembakaran di dalam tungku, sehingga material dapat dilunakkan sesuai kebutuhan[2].



Gambar 2. Termokopel tipe-s[3]

### Suhu

Suhu adalah ukuran yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya suatu benda[4]. Suhu adalah ukuran relatif dari panas atau dinginnya suatu medium. Umumnya, suhu diukur dalam satuan derajat menggunakan skala Fahrenheit (F), Celsius (C), Rankine (R), atau Kelvin (K). Suhu merupakan besaran fisik yang perlu diukur dengan akurat dalam berbagai aplikasi untuk menentukan tingkat panas atau dingin dari suatu benda atau kondisi. Tingkat panas atau dingin ini dipengaruhi oleh entalpi, yaitu energi yang terkandung dalam suatu zat[5].

### Transmitter

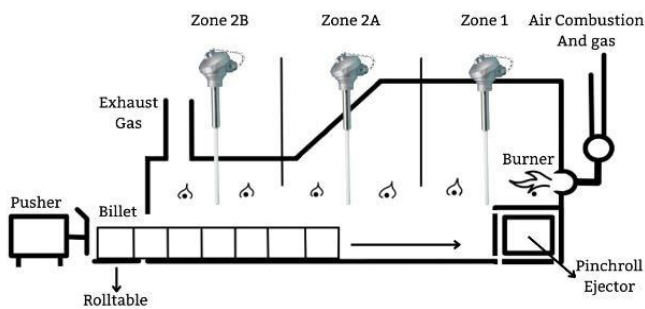
Transmitter adalah elemen sekunder dalam suatu loop pengendalian yang berfungsi untuk mengonversi besaran fisik yang diterima dari elemen pengindra (sensor) menjadi sinyal standar. Sinyal ini kemudian ditransmisikan ke instrumen lain, seperti pengendali atau pencatat, dengan nilai yang proporsional terhadap variabel proses yang diterima oleh sensor. Variabel proses yang diukur, seperti tekanan, aliran, level, atau suhu, menghasilkan output yang sebanding dengan nilai pengukurannya atau memiliki hubungan matematis dengan output transmitter. Dengan demikian, setiap perubahan pada variabel proses dapat dihitung besaran outputnya secara tepat[6].

### Verifikasi

Verifikasi adalah proses pengujian kinerja suatu metode standar. Metode standar merupakan metode yang dikembangkan dan ditetapkan oleh organisasi atau badan standarisasi nasional suatu negara dan diterima secara luas, seperti ISO, ASTM, BSN, SNI, dan lainnya. Verifikasi dilakukan terhadap metode standar sebelum metode tersebut diimplementasikan di laboratorium. Tujuan verifikasi ini adalah untuk memastikan bahwa laboratorium terkait mampu melaksanakan pengujian dengan metode tersebut dan menghasilkan data yang valid[7].

### HMI (Human Machine Interface)

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menjembatani interaksi antara manusia dan mesin



Gambar 1. Furnace Pusher Design[3]

### Sensor Termokopel

Termokopel adalah sensor suhu yang mengubah perubahan suhu menjadi sinyal tegangan melalui perbedaan variabel di dua ujung logamnya. Sensor ini sering digunakan sebagai masukan dalam sistem kontrol, memberikan informasi suhu yang dapat diolah lebih lanjut. Terbuat dari dua jenis logam berbeda, termokopel memiliki titik pengukuran di satu persimpangan dan titik keluaran di persimpangan lainnya. Prinsip kerja termokopel didasarkan pada perbedaan suhu yang menyebabkan variasi tegangan, yang dihasilkan ketika salah satu ujung logam dipanaskan dan elektron bergerak lebih aktif. Perbedaan tegangan ini bergantung pada jenis logam yang digunakan, dan sinyal tegangan yang dihasilkan kemudian diproses untuk memperoleh data suhu yang akurat. Termokopel sangat populer karena akurat, terjangkau, dan dapat beroperasi pada rentang suhu yang luas, dari  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $1800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dengan margin kesalahan kurang dari  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , serta memiliki tipe konektor standar yang memudahkan pemasangan[3]. Selain itu, termokopel memiliki berbagai jenis, seperti tipe K, J, T, dan S, yang masing-masing dirancang untuk aplikasi spesifik berdasarkan rentang suhu dan lingkungan operasionalnya. Sebagai contoh, termokopel tipe-S, yang digunakan di PT Krakatau Baja Konstruksi mampu bekerja pada suhu  $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

teknologi. HMI dapat berfungsi sebagai alat pengendali dan visualisasi status yang dilakukan secara manual atau melalui tampilan komputer secara real-time. Sistem HMI umumnya beroperasi secara online dan waktu nyata, dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O port yang digunakan oleh sistem pengendali[8].

### METODE

Penelitian ini mencakup pengambilan data primer melalui observasi dan wawancara di PT Krakatau Baja Konstruksi, dengan fokus pada komponen terkait serta partisipasi dalam analisis setiap kegiatan pendataan sensor termokopel di furnace. Sebagai data pendukung, penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang diperoleh melalui studi literatur terhadap jurnal penelitian, buku, serta artikel yang berisi teori dan hasil penelitian relevan, sehingga dapat melengkapi referensi data untuk analisis yang akan dibahas.

### Observasi

Metode observasi adalah teknik pengumpulan data melalui pengamatan yang disertai pencatatan sistematis terhadap kondisi atau perilaku objek yang diteliti. Observasi merupakan proses pengamatan dan pencatatan yang terstruktur terhadap fenomena yang sedang diselidiki. Secara umum, observasi mencakup pengamatan yang dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung[9]. Pengamatan dilakukan secara langsung pada proses pengambilan data suhu yang terukur oleh sensor termokopel pada *furnace* (tungku pembakaran). Suhu yang terdeteksi oleh sensor ini kemudian ditampilkan melalui transmitter termokopel di PT Krakatau Baja Konstruksi, yang terintegrasi secara langsung dengan sistem HMI.



Gambar 3. Furnace Pusher

### Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik yang umum digunakan untuk memperoleh informasi atau data dari individu atau kelompok. Proses wawancara ini dapat dilakukan secara lisan maupun tertulis dan biasanya dilakukan oleh satu orang atau sekelompok pewawancara[10]. Untuk memastikan data yang valid, wawancara dilakukan dengan operator, mekanik, dan teknisi di PT. Krakatau Baja Konstruksi. Langkah ini bertujuan untuk mendukung pengumpulan informasi

utama selama proses verifikasi termokopel, sehingga kebutuhan data dapat terpenuhi secara optimal.

### HASIL

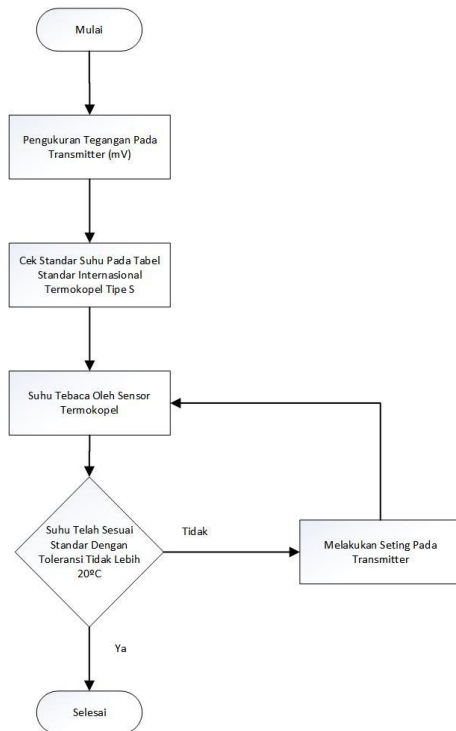
Proses verifikasi termokopel dilakukan untuk memastikan keakuratan pembacaan suhu, Proses verifikasi termokopel dilakukan di beberapa zona dengan menggunakan alat ukur Fluke 17 B+ dan Universal Transmitter PR4116 sebagai transduser. Termokopel yang digunakan adalah Type S, yang hasil pengukurannya dibandingkan dengan tabel referensi suhu dan tampilan HMI (*Human Machine Interface*) sebelum dan sesudah verifikasi.

Selama proses verifikasi, termokopel diuji pada berbagai kondisi suhu untuk mengevaluasi kinerjanya di setiap zona pengukuran. Data yang diperoleh dari alat ukur Fluke 17 B+ dan Universal Transmitter PR4116 kemudian dibandingkan dengan nilai standar pada tabel referensi suhu untuk memastikan konsistensi dan akurasi pembacaan seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.

L1.4 Pt10R-Pt, Typ S DIN 43710:1977 and IEC 604-1										
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,055	0,113	0,173	0,235	0,299	0,365	0,432	0,502	0,573
100	0,645	0,719	0,795	0,872	0,950	1,029	1,108	1,190	1,273	1,358
200	1,440	1,525	1,611	1,698	1,785	1,873	1,962	2,051	2,141	2,232
300	2,323	2,414	2,505	2,599	2,692	2,785	2,880	2,974	3,069	3,164
400	3,260	3,356	3,451	3,549	3,645	3,743	3,840	3,938	4,036	4,135
500	4,234	4,333	4,432	4,532	4,632	4,732	4,832	4,933	5,034	5,136
600	5,237	5,339	5,442	5,544	5,645	5,747	5,849	5,950	6,054	6,159
700	6,274	6,380	6,486	6,592	6,699	6,805	6,913	7,020	7,128	7,236
800	7,345	7,454	7,563	7,672	7,782	7,892	8,003	8,114	8,225	8,336
900	8,448	8,560	8,673	8,786	8,899	9,012	9,126	9,240	9,355	9,470
1000	9,565	9,700	9,818	9,932	10,048	10,165	10,282	10,400	10,517	10,635
1100	10,754	10,872	10,991	11,110	11,229	11,348	11,467	11,587	11,707	11,827
1200	11,947	12,067	12,186	12,306	12,426	12,546	12,671	12,792	12,913	13,034
1300	13,155	13,276	13,397	13,519	13,640	13,761	13,883	14,004	14,125	14,247
1400	14,368	14,489	14,610	14,731	14,852	14,973	15,094	15,215	15,336	15,456
1500	15,576	15,697	15,817	15,937	16,057	16,175	16,296	16,415	16,534	16,653
1600	16,771	16,890	17,008	17,125	17,243	17,360	17,477	17,594	17,711	17,828
1700	17,942	18,058	18,170	18,282	18,394	18,504	18,612			

Gambar 4. Tabel standarisasi termokopel tipe-S

Tabel acuan dalam verifikasi termokopel tipe-S digunakan untuk memastikan akurasi pengukuran suhu. Tabel ini berisi nilai-nilai standar hubungan antara suhu dan tegangan termokopel (dalam milivolt) berdasarkan standar internasional, yang menjadi panduan utama dalam proses validasi. Dengan membandingkan hasil pengukuran termokopel dengan nilai pada tabel, dapat diketahui apakah termokopel berfungsi sesuai spesifikasi atau memerlukan kalibrasi. Selain itu, tabel ini juga membantu dalam mendeteksi penyimpangan kinerja akibat faktor eksternal, seperti kerusakan fisik, degradasi material, atau pengaruh lingkungan yang ekstrem, sehingga langkah perbaikan dapat segera diambil.



Gambar 5. Alur Proses Verifikasi Sensor Termokopel Tipe-s

Proses verifikasi sensor termokopel tipe S dimulai dengan langkah awal persiapan. Tahap pertama adalah melakukan pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh transmitter dalam satuan millivolt (mV). Hasil pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan tabel standar internasional untuk termokopel tipe S, yang berisi nilai referensi tegangan terhadap suhu tertentu. Berdasarkan tabel tersebut, nilai tegangan yang diukur dikonversi menjadi suhu yang terbaca oleh sensor termokopel. Setelah itu, hasil pembacaan suhu diverifikasi dengan standar yang telah ditentukan, di mana toleransi yang diperbolehkan adalah  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ . Jika suhu yang terbaca sesuai dengan standar, maka proses verifikasi dinyatakan selesai. Namun, jika suhu tidak sesuai, langkah koreksi dilakukan dengan mengatur ulang atau melakukan pengsetingan pada transmitter untuk memastikan nilai output sesuai dengan standar. Setelah semua proses selesai dan suhu telah sesuai, verifikasi dinyatakan berhasil.

#### A. Verifikasi Termokopel Zone1

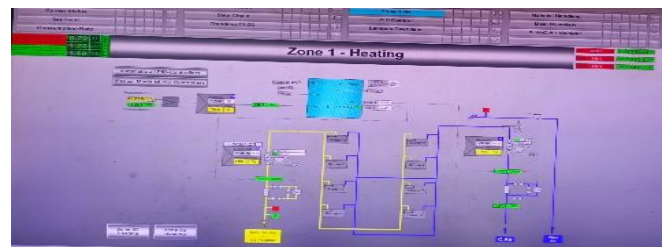
Pada verifikasi pertama di Zone 1, pengukuran di TC1 menunjukkan tegangan sebesar 12,5 mV, yang sesuai dengan suhu  $1260^{\circ}\text{C}$  pada tabel referensi. HMI sebelum verifikasi menunjukkan suhu  $1275^{\circ}\text{C}$ , dengan deviasi sebesar  $15^{\circ}\text{C}$ , dan kondisi termokopel dinyatakan OK. Sementara itu, pada TC2, tegangan yang terukur adalah 13,9 mV, sesuai dengan suhu  $1350^{\circ}\text{C}$  pada tabel referensi. HMI sebelum verifikasi menunjukkan suhu  $1351^{\circ}\text{C}$ , dengan deviasi  $1^{\circ}\text{C}$ , dan kondisi termokopel juga dinyatakan OK.



Gambar 6. Pengukuran (mV) TC1 Zone1



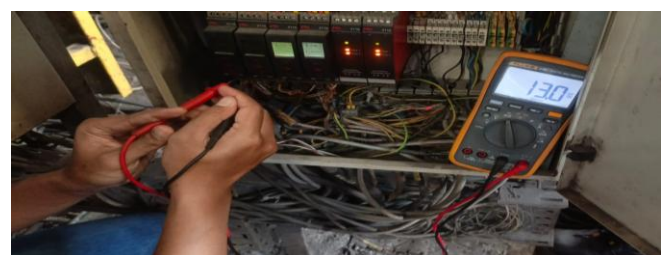
Gambar 7. Pengukuran (mV) TC2 Zone1



Gambar 8. Tampilan Suhu Terverifikasi Pada HMI Zone1

#### B. Verifikasi Termokopel Zone2A

Pada verifikasi kedua di Zone 2A, TC1 menunjukkan tegangan sebesar 13,0 mV, yang sesuai dengan suhu  $1290^{\circ}\text{C}$  pada tabel referensi. HMI sebelum verifikasi menunjukkan suhu  $1313^{\circ}\text{C}$ , dengan deviasi  $23^{\circ}\text{C}$  yang dimana melebihi batas toleransi, namun setelah dilakukan penyesuaian, HMI menunjukkan nilai  $1310^{\circ}\text{C}$ , mendekati tabel referensi. Dengan demikian, termokopel dinyatakan OK TERVERIFIKASI. Di sisi lain, pada TC2, pengukuran tegangan sebesar 13,1 mV sesuai dengan suhu  $1310^{\circ}\text{C}$  pada tabel referensi. HMI sebelum verifikasi menunjukkan suhu  $1319^{\circ}\text{C}$ , dengan deviasi kecil sebesar  $9^{\circ}\text{C}$ , dan kondisi termokopel dinyatakan OK.



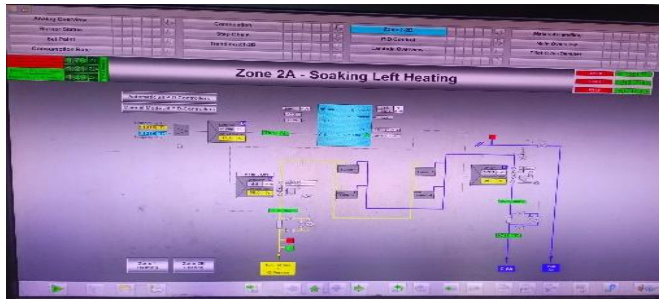
Gambar 9. Pengukuran (mV) TC1 Zone2A



Gambar 10. Pengukuran (mV) TC2 Zone2A



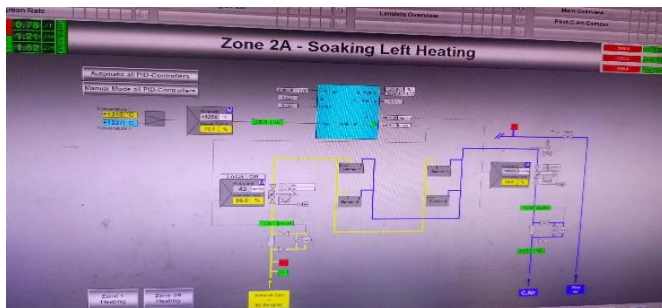
Gambar 13. Pengukuran (mV) TC1 Zone2B



Gambar 11. Tampilan Suhu Sebelum Verifikasi Pada HMI Zone 2A



Gambar 14. Pengukuran (mV) TC2 Zone2B



Gambar 12. Tampilan Suhu Sesudah Verifikasi Pada HMI Zone 2A



Gambar 15. Tampilan Suhu Terverifikasi Pada HMI Zone2B

### C. Verifikasi Termokopel Zone2B

Pada verifikasi ketiga di Zone 2B, hasil pengukuran pada TC1 menunjukkan tegangan 13,6 mV, yang sesuai dengan suhu 1340°C pada tabel referensi. Namun, pembacaan HMI sebelum verifikasi menunjukkan angka 1348°C, dengan deviasi sebesar 8°C, dan kondisi termokopel dinyatakan OK. Selanjutnya, pada TC2, pengukuran menunjukkan tegangan sebesar 13,6 mV, yang sesuai dengan suhu 1340°C pada tabel referensi. HMI sebelum verifikasi menunjukkan suhu 1350°C, dengan deviasi 10°C, dan kondisi termokopel juga dinyatakan OK.

### D. Hasil Verifikasi Termokopel

Secara keseluruhan, hasil verifikasi menunjukkan bahwa semua termokopel berfungsi dengan baik dengan deviasi yang masih dalam batas toleransi sistem. Deviasi terbesar terjadi pada TC1 di Zone 2A sebelum penyesuaian, yaitu 23°C lebih tinggi dibandingkan tabel referensi. Namun, penyesuaian yang dilakukan berhasil mengurangi deviasi tersebut menjadi 20°C, menunjukkan keandalan proses kalibrasi. Di sisi lain, deviasi terkecil tercatat pada TC2 di Zone 1, yaitu 1°C, menandakan bahwa perangkat ini memiliki akurasi tinggi. Dengan demikian, termokopel Type S terbukti memiliki performa yang baik untuk pengukuran suhu tinggi. Rekomendasi yang diberikan mencakup penyesuaian berkala dan evaluasi lebih lanjut pada perangkat HMI yang menunjukkan deviasi signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran suhu masih dapat diandalkan, meskipun perbaikan kecil diperlukan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan jangka panjang. Berikut adalah tabel keseluruhan hasil verifikasi termokopel.

**Tabel 1.** Hasil Verifikasi Keseluruhan Termokopel

Lokasi	Alat Verifikasi	Transducer	TC Type/Manuf.	Pengukuran (mV)	Tabel (°C)	HMI Sebelum Verifikasi (°C)	HMI Sesudah Verifikasi (°C)	Keterangan	
Zone 1	TC1	Universal Transmitter 17 B+	PSA1106	TYPE S	12.5	1260	1275	1275	OK
dZone 1	TC2				13.9	1350	1351	1351	OK
Zone 2A	TC1				13.0	1290	1313	1310	OK verif
Zone 2A	TC2				13.1	1310	1319	1319	OK
Zone 2B	TC1				13.6	1340	1348	1348	OK
Zone 2B	TC2				13.6	1330	1350	1350	OK

## SIMPULAN

Verifikasi termokopel pada furnace PT Krakatau Baja Konstruksi menunjukkan bahwa sensor suhu Type S memiliki performa yang baik dengan deviasi yang masih dalam batas toleransi sistem. Hasil pengukuran di beberapa zona menunjukkan keandalan perangkat, dengan deviasi terbesar sebesar 23°C di Zone 2A sebelum penyesuaian dan deviasi terkecil 1°C di Zone 1. Penyesuaian yang dilakukan berhasil mengurangi deviasi, meningkatkan akurasi pembacaan suhu pada sistem *Human Machine Interface* (HMI).

Dengan verifikasi berkala, akurasi pemantauan suhu dapat ditingkatkan, sehingga mendukung efisiensi proses produksi dan menjaga kualitas produk. Penelitian ini juga menekankan pentingnya evaluasi sistem HMI dan pemeliharaan rutin perangkat pengukuran untuk memastikan keandalan sistem jangka panjang. Hal ini memberikan rekomendasi perbaikan berkelanjutan dalam pengelolaan sistem pengukuran suhu industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haikal, M. A., Herlambang, D. T., & Ali, M. (2021). Desain Optimasi PID Controller Pada *Heating Furnace Temperature* Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 2(2), 77-82.
- [2] Sragarta, K. R., & Aribowo, D. (2023). Sistem Kendali Pusher Sebagai Pendorong Billet Pada Mesin *Furnace* Berbasis Plc Siemens S7-300. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 8(2), 80-90.
- [3] Sragarta, K. R. (2024). Efektivitas Kendali PID Suhu Furnace Menggunakan Sensor Termokopel Tipe-S Untuk Pemanasan Baja. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 6(2), 225-233.
- [4] Indarwati, S., Respati, S. M. B., & Darmanto, D. (2019). Kebutuhan daya pada air conditioner saat terjadi perbedaan suhu dan kelembaban. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(1).
- [5] Tengger, B. A., & Ropiudin, R. (2019). Pemanfaatan Metode Kalman Filter Diskrit untuk Menduga Suhu Udara. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 1(2), 127-132.
- [6] Sudaryanto, D. H. (2013). Study Perhitungan Range d/p Cell Transmitter Untuk Pengukuran Level Dengan Metode *Dry Outside Leg Dan Wet Outside*

*Leg. Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 3(1).

- [7] Utami, A. R. (2017). Verifikasi Metode Pengujian Sulfat Dalam Air dan Air Limbah Sesuai SNI 6989.20: 2009. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(1), 19-25.
- [8] Wiguna, E. H., & Subari, A. (2017). Rancang bangun sistem monitoring ketinggian air dan kelembaban tanah pada penyiram tanaman otomatis dengan HMI (*human machine interface*) berbasis Raspberry pi menggunakan software Node-red. *Gema Teknologi*, 19(3), 1-6.
- [9] Hasibuan, M. P., Azmi, R., Arjuna, D. B., & Rahayu, S. U. (2023). Analisis pengukuran temperatur udara dengan metode observasi. *Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 8-15.
- [10] Hadziq, F. H., Repelita, T., & Saharani, M. (2024). Strategi Dalam Proses Wawancara Kerja. *Jurnal Pemasaran Bisnis*, 6(3).

## Biodata Penulis

**M. Zaiz Saepullah**, saat ini sedang mengikuti Program Sarjana (S1) Prodi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

**Didik Aribowo, S. T., M. T.**, saat ini mengajar Program Sarjana (S1) Prodi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.