

## PENGEMBANGAN SISTEM INSTRUMENTASI *THERMOBATH* DAN AKUISISI DATA TERMOKOPEL TIPE K

**Agus Nur Rachman, Nursinta Adi Wahanani**

Pusat Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir - BATAN

### ABSTRAK

**PENGEMBANGAN SISTEM INSTRUMENTASI *THERMOBATH* DAN AKUISISI DATA TERMOKOPEL TIPE K.** Salah satu komponen utama untuk mengukur perubahan temperatur pada Fasilitas Simulasi Sistem Pasif (FASSIP) adalah termokopel tipe K. Sebelum digunakan, termokopel ini harus dikalibrasi dengan menggunakan *thermobath*. Alat ini memiliki keterbatasan dalam jumlah kanal pengukurannya yang hanya mampu mengkalibrasi 4 termokopel dalam satu kali kegiatan kalibrasi sehingga perlu dilakukan pengembangan. Pengembangan dilakukan dengan memperbaharui sistem instrumentasi *thermobath*, akuisisi data termokopel tipe K, dan sistem antar muka. Metode yang digunakan adalah mengganti sistem instrumentasi dari PLC XBM DR16S dengan modul termokopel 5 kanal XBF-TC04S menjadi NIcDAQ 9188 dengan modul termokopel 16 kanal NI 9213. Program antarmuka mengalami perubahan dari sebelumnya menggunakan CIMON SCADA menjadi menggunakan LabVIEW. Hasil pengembangan ini menunjukkan bahwa sistem instrumentasi dan program antarmuka yang baru mampu menampilkan dan menyimpan data hasil pengukuran termokopel tipe K sebanyak 15 termokopel dalam satu kali operasi. Dengan pengembangan ini *thermobath* mampu meningkatkan kinerjanya dari sebelumnya hanya mampu membaca 4 termokopel menjadi 15 termokopel, dan sistem antarmuka menjadi lebih mudah dioperasikan.

**Kata kunci:** instrumentasi, akuisisi data, *Thermobath*, LabVIEW

### ABSTRACT

**DEVELOPMENT OF *THERMOBATH* INSTRUMENTATION SYSTEM AND DATA ACQUISITION FOR THERMOCOUPLE TYPE K.** One of the main components to measure temperature changes in the Passive System Simulation Facility (FASSIP) is a thermocouple type K. Prior its utilization, this thermocouple should be calibrated using *thermobath*. This tool has limitation in the number of measurement channels, which are limited to 4 thermocouple calibrations in each application, so that it needs a development. Development is done by renewing *thermobath* instrumentation system, K type thermocouple data acquisition and interface system. The method used is to replace the instrumentation system of PLC XBM DR16S equipped with 5 channel-thermocouple module of XBF-TC04S with the instrumentation system of NIcDAQ 9188 equipped 16 channel-thermocouple module of NI 9213. The program interface is also modified from the previous SCADA CIMON to LabVIEW. The results of this development shows that the new instrumentation and interface program are capable of displaying and storing measurement data thermocouple type K thermocouple as many as 15 in a single operation. It means that the performance of new *thermobath* is improved from the previous reading of only 4 thermocouples to 15 thermocouples, and its system interface becomes easier to operate.

**Keywords:** instrumentation, data acquisition, *Thermobath*, LabVIEW

## PENDAHULUAN

Fasilitas Simulasi Sistem Pasif (FASSIP) adalah sarana yang digunakan untuk mempelajari fenomena sirkulasi alamiah pada sistem pendingin reaktor<sup>[1,2]</sup>. Salah satu komponen utama untuk mengukur perubahan temperatur pada untai uji FASSIP adalah termokopel tipe K. Sebelum digunakan, termokopel ini harus dikalibrasi. Kalibrasi adalah kegiatan membandingkan sebuah alat ukur terhadap alat ukur yang sama atau standar ukur yang lebih baik untuk mengetahui penyimpangan hasil pengukuran alat ukur terhadap standar dan menjamin ketelusuran hasil pengukuran alat ukur tersebut. Kalibrasi termokopel tipe K dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan *thermobath*. *Thermobath* bekerja dengan mengatur temperatur pada media dalam wadah yang berupa oli atau air untuk menghantarkan panas ke termokopel.

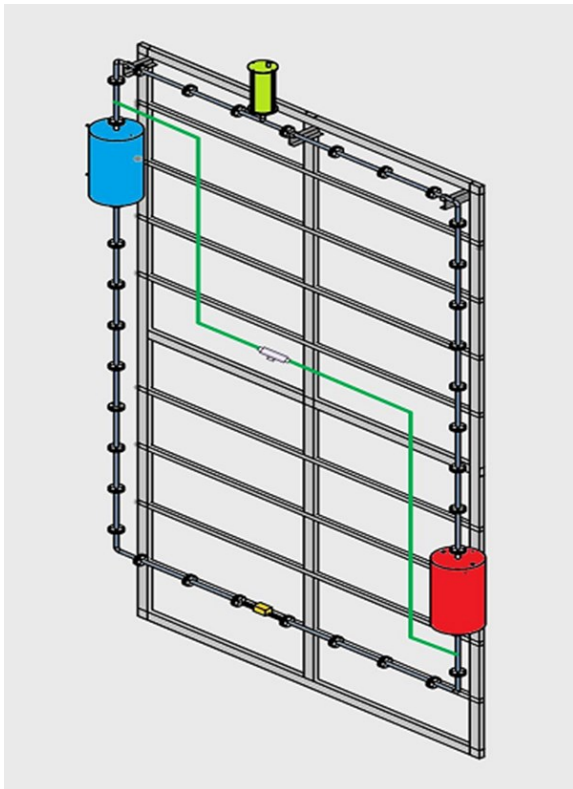
*Thermobath* pernah diperbaiki pada tahun 2011 dan telah dilakukan karakterisasi pada tahun 2012<sup>[3]</sup>. *Thermobath* didesain untuk mengakuisisi 4 termokopel, yang terdiri dari 1 termokopel standar dan 3 termokopel uji<sup>[4]</sup>. Sistem instrumentasi yang digunakan pada *thermobath* saat itu adalah PLC XBM DR16S dan modul XBF-TC04S dengan sistem antarmuka CIMON SCADA<sup>[5]</sup>. PLC XBM DR16S dan modul XBF-TC04S memiliki kemampuan untuk membaca hasil pengukuran termokopel, dan menampilkannya dalam program *ladder diagram*. Perangkat ini memiliki keterbatasan dalam jumlah kanal untuk termokopel yaitu hanya mempunyai 4 kanal masukan. Untuk dapat menampilkan dan

menyimpan hasil pengukuran termokopel PLC memerlukan perangkat lunak sebagai antarmukanya salah satunya adalah perangkat lunak CIMON SCADA.

Alternatif sistem yang dikembangkan untuk menutupi kelemahan sistem tersebut adalah dengan mengganti dengan sistem instrumentasi menjadi NIcDAQ 9188 dengan modul termokopel NI 9213. Keunggulan sistem ini adalah memiliki masukan termokopel sebanyak 16 kanal. Program antarmuka *thermobath* mengalami perubahan yang bertujuan untuk memudahkan programmer dalam mengembangkan program akuisisi data. Sistem antarmuka sebelumnya menggunakan CIMON SCADA, memiliki keterbatasan dalam jumlah input alamat yang mampu ditampilkan dan proses pemrograman yang cukup rumit. Sistem tersebut akan diganti dengan menggunakan LabVIEW yang memiliki keunggulan mudah dalam pembuatan program, dapat membuat tampilan dengan kreasi tak terbatas, jumlah inputan mengikuti jumlah kanal pada NI. Hasil yang diharapkan setelah dilakukan pengembangan adalah *thermobath* memiliki kanal pengukuran termokopel yang lebih banyak dan tampilan antarmuka yang lebih mudah dioperasikan. Dengan bertambahnya kanal pengukuran jumlah termokopel yang dapat dikalibrasi dalam satu kali operasi lebih banyak, maka sistem instrumentasi dan akuisisi data lebih efisien. Dengan pengoperasian antarmuka yang baru maka operator dapat dengan mudah mengoperasikan perangkat lunak.

## TEORI

FASSIP atau Fasilitas Simulasi Sistem Pasif merupakan sarana eksperimen yang dibangun untuk mengamati fenomena sirkulasi alami pada sistem pendingin reaktor seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Salah satu besaran fisik penting yang diamati pada untai uji FASSIP adalah temperatur. Untuk mengamati perubahan temperatur pada untai uji FASSIP digunakan sensor termokopel. Termokopel dipasang pada sekeliling loopnya untuk mengamati perubahan temperatur.



Gambar 1. Konfigurasi untai uji FASSIP (Fasilitas Simulasi Sistem Pasif)<sup>[1]</sup>

Untuk memastikan termokopel yang akan digunakan pada FASSIP dapat menunjukkan hasil pengukuran yang sebenarnya maka termokopel harus dikalibrasi. Kalibrasi merupakan kegiatan untuk mencari nilai sebenarnya

dari penunjukkan sensor atau alat ukur yang dibandingkan dengan perangkat yang standar / sudah terkalibrasi<sup>[6]</sup>. Kegiatan kalibrasi memiliki manfaat antara lain untuk memastikan penunjukkan alat ukur yang digunakan sesuai dengan alat ukur standart, menentukan akurasi dari alat yang digunakan, dan menunjukkan kehandalan alat. Pada perangkat FASSIP kalibrasi termokopel diperlukan untuk memastikan termokopel yang akan digunakan menunjukkan nilai yang benar.

*Termokopel* adalah salah satu jenis sensor temperatur yang digunakan untuk mengukur temperatur dengan prinsip *seebeck*, dimana pada persambungan dua logam jika dipanaskan akan menimbulkan beda potensial atau tegangan listrik. Termokopel yang digunakan pada FASSIP adalah termokopel tipe K. Termokopel tipe K menggunakan logam *nickel-cromium* dan *nickel-aluminium* seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Termokopel tipe K memiliki rentang pengukuran dari -200 °C sampai dengan 1250 °C.



Gambar 2. Termokopel Tipe K yang digunakan pada FASSIP<sup>[6]</sup>

Sistem instrumentasi yang digunakan menggunakan NIcDAQ 9188 yaitu perangkat akuisisi data dari *National Instrument* dan memiliki 8 slot yang dapat diisi dengan modul sesuai dengan kebutuhan penggunanya [7]. Perangkat ini menggunakan koneksi Ethernet untuk berkomunikasi dengan komputer. Modul

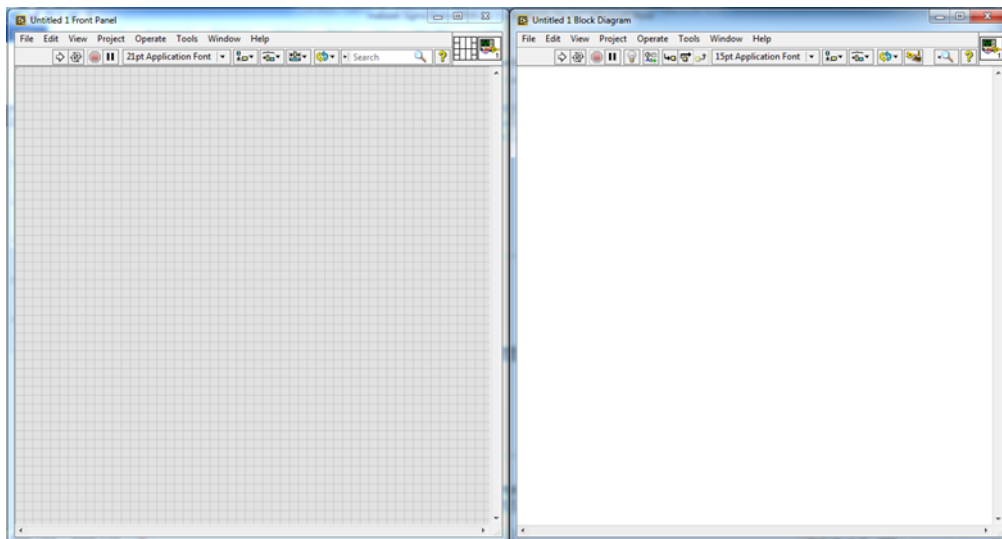
yang digunakan untuk pembacaan sensor termokopel adalah NI 9213, yang dapat membaca 16 keluaran sensor termokopel tipe J, K, T, E, N, B, R, S [8]. Gambar 3 menunjukkan bentuk fisik dari NIcDAQ 9188 dan NI 9213 yang digunakan pada FASSIP.



Gambar 3. NIcDAQ 9188 dan modul termokopel NI 9213 [8,9]

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) merupakan perangkat lunak yang menggunakan bahasa pemrograman grafis dengan *layout* visual atau menggunakan model aliran data [10]. LabVIEW memiliki 2 jen

dela kerja, yaitu *front panel* dimana pengguna mendesain tampilan untuk antarmuka dan *block diagram* untuk mendesain aliran program. Tampilan *front panel* dan *block diagram* LabVIEW disajikan pada Gambar 4.



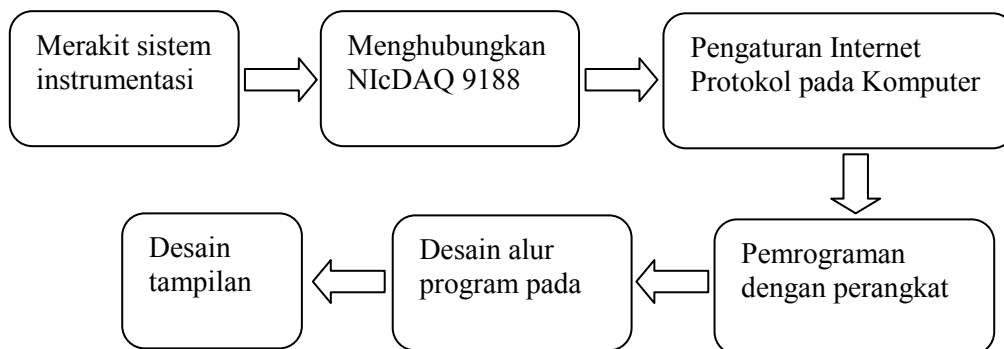
Gambar 4. Tampilan *front panel* dan *block diagram* LabVIEW

## METODOLOGI

Pada bagian teori telah disebutkan peralatan yang digunakan pada pembuatan program akuisisi data termokopel tipe K. Perangkat tersebut antara lain NIcDAQ 9188, Modul termokopel NI 9213, dan komputer yang telah terinstal perangkat lunak LabVIEW. Pekerjaan dimulai dari merakit sistem instrumentasi NIcDAQ 9188 dan Modul 9213, dilanjutkan dengan menghubungkan NIcDAQ 9188 dengan komputer menggunakan kabel RJ45. Kemudian melakukan pengaturan Internet Protokol pada komputer untuk dapat berkomunikasi dengan NIcDAQ 9188.

Setelah komputer dan NIcDAQ 9188 terhubung dilanjutkan dengan melakukan pemrograman dengan perangkat lunak LabVIEW.

Pemrograman pada LabVIEW dimulai dengan mendesain alur program pada block diagram. Alur programnya diawali dari mengambil data dari modul NI 9213 menggunakan keluaran termokopel tipe K, dan modul diatur untuk membaca keluaran termokopel setiap 1 detik. Data kemudian didistribusikan untuk ditampilkan dalam bentuk tampilan digital pada layar komputer, pada saat yang bersamaan data di tampilkan dalam bentuk grafik dan tabel yang disajikan dalam layar terpisah. Operator dapat menyimpan data dengan menekan tombol save kemudian akan diminta memasukkan lokasi penyimpanan. Alur pekerjaan pembuatan sistem akuisisi data termokopel tipe K ditampilkan pada Gambar 5.

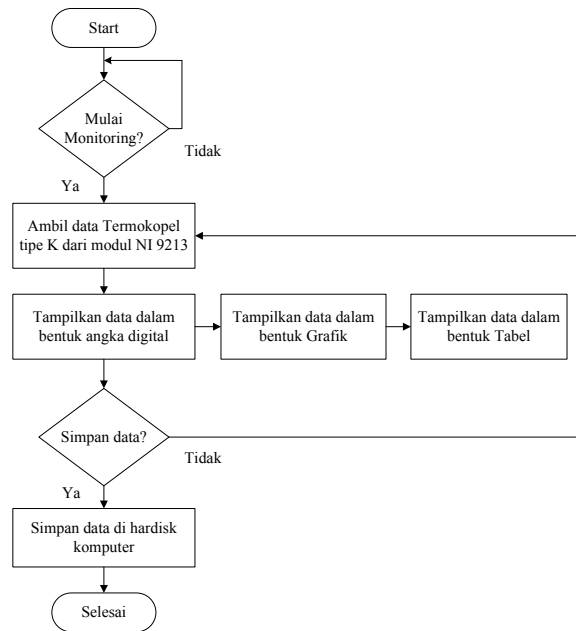


Gambar 5. Alur pekerjaan pembuatan sistem akuisisi data termokopel tipe K

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah selesai pengerjaan didapatkan program akuisisi data termokopel tipe K dengan alur kerja program seperti ditampilkan pada Gambar 6. Program dimulai dengan mengaktifkan tombol “start”, maka program akan mulai melakukan monitoring. Selanjutnya program akan mengambil data pengukuran termo-

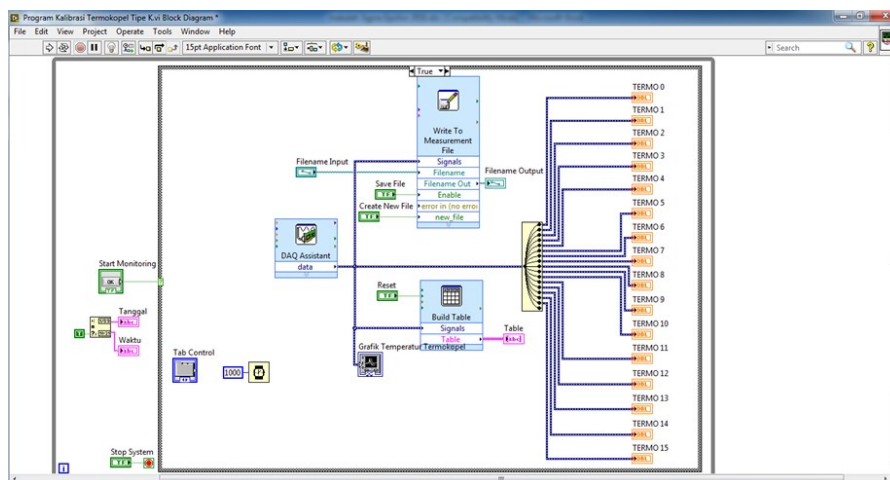
kopel dari modul NI 9214. Data hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk data digital, tabel, dan grafik. Data hasil pengukuran yang tampil belum tersimpan dalam komputer. Saat data ingin disimpan maka dengan menekan tombol “save file” data akan tersimpan dalam komputer.



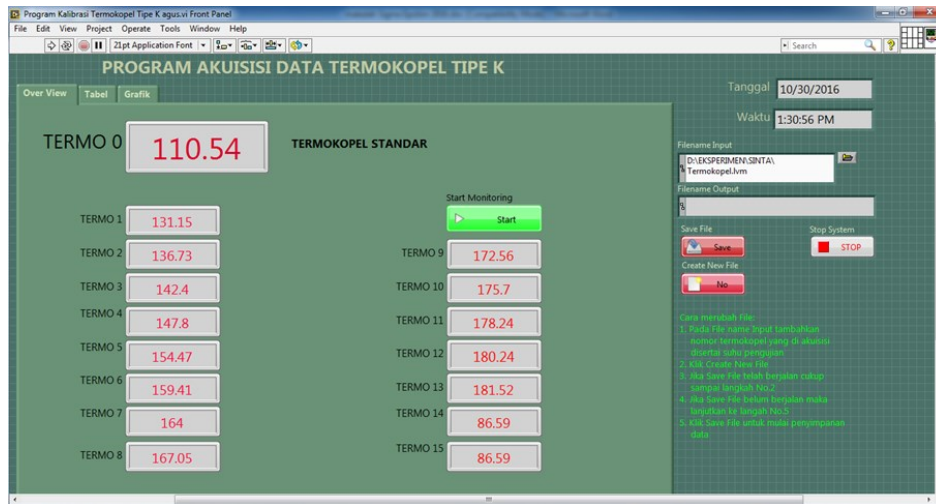
Gambar 6. Diagram Alir program akuisisi data termokopel tipe K

Hasil pemrograman pada *diagram block* LabVIEW ditunjukkan pada Gambar 7. Pada Gambar ini menunjukkan bahwa program akuisisi data terdapat di dalam 2 buah loop yaitu *while loop* dan *case structure loop*. *While loop* digunakan untuk menjalankan program secara terus menerus hingga operator menghentikannya dengan menekan tombol “stop”. *Case Structure* digunakan untuk menjalankan program sesuai dengan tombol yang ditekan oleh operator.

Setelah selesai memprogram pada *block diagram* dilanjutkan dengan mengatur tampilan antarmuka pada *front panel*. Untuk tampilan antarmuka dibagi menjadi tiga tampilan yaitu pertama tampilan nilai digital, kedua tampilan tabel, dan ketiga tampilan grafik. Hasil pengaturan dan uji fungsi pada tampilan antarmuka ditampilkan pada Gambar 8, 9, dan 10.



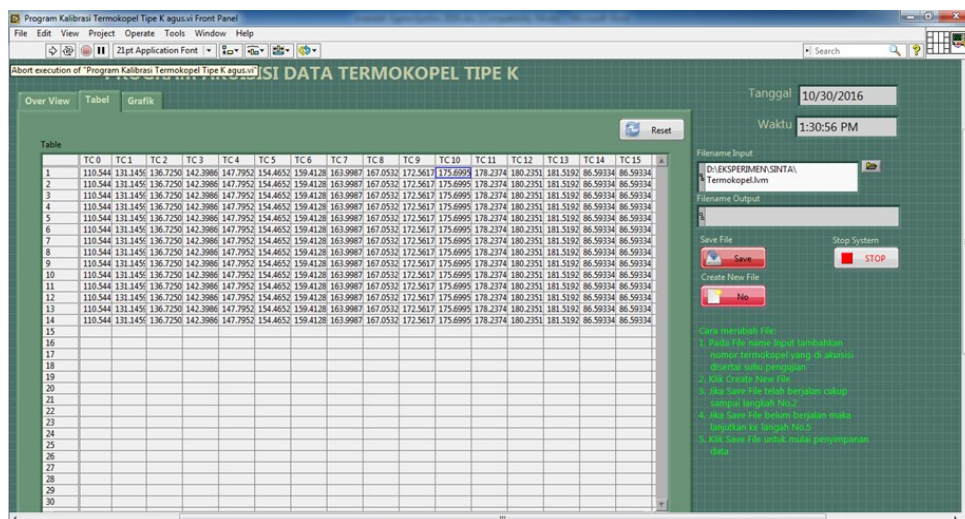
Gambar 7. Diagram block program akuisisi data termokopel tipe K



Gambar 8. Tampilan digital antarmuka program akuisisi data termokopel tipe K

Gambar 8 menunjukkan tampilan digital antarmuka akuisisi data termokopel tipe K. Tampilan antarmuka ini menampilkan tampilan digital pembacaan suhu. program akan menampilkan nilai pembacaan suhu saat tombol start monitoring ditekan. Seperti terlihat contoh pada Gambar 8, tiap tampilan digital menampilkan

angka sesuai dengan pembacaan suhu dari termokopel. Tampilan digital TERMO 0 diatur untuk pembacaan termokopel standar, sedangkan 15 tampilan lainnya diperuntukkan untuk termokopel uji. Sehingga dalam satu kali kalibrasi dapat mengerjakan 15 termokopel uji.

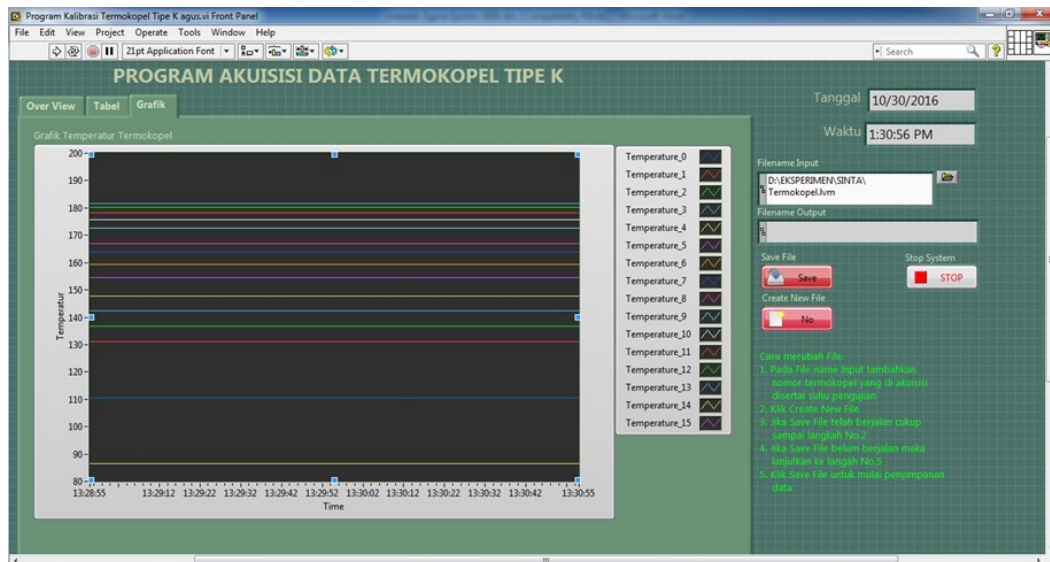


Gambar 9. Tampilan antarmuka akuisisi data termokopel tipe K dalam bentuk tabel

Gambar 9 menampilkan tampilan antarmuka akuisisi data termokopel tipe K dalam bentuk tabel. Data yang ditampilkan dalam tabel sama seperti yang ditampilkan pada tam-

pilan digital. Tampilan ini dibuat untuk memudahkan operator melihat data secara keseluruhan dalam satu baris.





Gambar 10. Tampilan antarmuka akuisisi data termokopel tipe K dalam bentuk grafik

Gambar 10 menyajikan tampilan antarmuka akuisisi data termokopel tipe K dalam bentuk grafik. Data yang ditampilkan oleh grafik ini sama dengan data yang ada pada tampilan digital dan tabel. Tampilan dalam bentuk grafik dibuat untuk memudahkan operator dalam melihat pergerakan penunjukkan suhu. Data hasil pengukuran yang disimpan dalam komputer dapat dibuka dengan program Microsoft Excel.

## KESIMPULAN

Telah dilakukan pengembangan sistem instrumentasi dan antarmuka Thermobath dari yang sebelumnya menggunakan perangkat keras PLC dan perangkat lunak CIMON SCADA menjadi menggunakan perangkat keras NI dan perangkat lunak LabVIEW. Sistem thermobath yang lama memiliki keterbatasan dalam jumlah kanal input termokopel dan memiliki kerumitan dalam pemrogramannya jika dibandingkan dengan sistem yang baru. Setelah dilakukan pengembangan didapatkan jumlah kanal peng-

ukuran termokopel yang mampu diakuisisi meningkat dari sebelumnya 4 kanal menjadi 16 kanal. Sebelumnya untuk melakukan kalibrasi 15 termokopel diperlukan 5 kali operasi, jika dibandingkan dengan sistem yang baru maka hanya perlu 1 kali operasi, sehingga hal ini sangat efisien dan dapat menghemat 20 % waktu yang dibutuhkan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada G. Bambang Heru Nugroho dan Kussigit Santosa yang telah membantu dalam proses penelitian. Penelitian ini didanai oleh DIPAPTRKRN tahun 2014-2015.

## DAFTAR PUSTAKA

1. MULYA JUARSA, "Laporan Penelitian Studi Eksperimental Fenomena Sirkulasi Alamiyah Aliran Satu-Fasa untuk Pengembangan PRHS Menggunakan Untai FASSIP-01", Pusat



1. Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir (PTKRN), Serpong, 2015.
2. ANDY SOFRANY EKARIANSYAH, dkk, "Analysis Of The Effect Of Elevation Difference Between Heater And Cooler Position In The FASSIP-01 Test Loop Using RELAP5", *Sigma Epsilon* ISSN 0853-9103, 1 Februari 2015, Vol.19:32-40.
3. GIARNO, KUSSIGIT SANTOSA dan AGUS NUR RACHMAN, "Karakterisasi Kalibrator Suhu Termofast Berbasis PLC", *Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengelolaan Perangkat Nuklir, Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, Yogyakarta, 2012*, Hal.331-336.
4. AGUS NUR RACHMAN dan KUSSIGIT SANTOSA, "Perancangan Antarmuka Pada Kalibrator Suhu Menggunakan Perangkat Lunak Cimon", *Sigma Epsilon* ISSN 0853-9103, 2 Mei 2010, Vol.14:28-32.
5. KUSSIGIT SANTOSA dan AGUS NUR RACHMAN, "Pemograman PLC XBM-DR16S dan Modul XBF-TC04S Untuk Revitalisasi Kalibrator Suhu Termofast", *Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengelolaan Perangkat Nuklir, Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, Yogyakarta, 2010*, Hal. 55-62.
6. BADAN STANDARISASI NASIONAL, "Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian Dan Laboratorium Kalibrasi- SNI ISO/IEC 17025:2005", 2008.
7. Electrical Engineering Stack Exchange [<http://electronics.stackexchange.com/questions/218822/is-my-k-type-thermocouple-defective-or-am-i-using-it-wrong>], diakses : 29 Oktober 2016].
8. NATIONAL INSTRUMENT, NIcDAQ 9188 [<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/208990>], diakses 29 Oktober 2016]
9. NATIONAL INSTRUMENT, NI 9213 [<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/208788>], diakses 29 Oktober 2016]
10. HALVORSEN HANS-PETTER, "Virtual Instruments with LabVIEW", Telemark University College, Department of Electrical Engineering, Information Technology and Cybernetics, Norway, 2011.