

## Perancangan Monitoring Suhu pada Prototipe Evaporator Heat Pipe Desalinasi

Hendri Fahlefi<sup>1</sup>, Yoyok Dwi Pambudi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

<sup>1</sup>Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

<sup>1</sup>[hendrifahlefi@gmail.com](mailto:hendrifahlefi@gmail.com)

---

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 25 Okt 2025  
revisi : 26 Okt 2025  
diterima : 18 Nov 2025  
dipublish : 30 Nov 2025

---

### ABSTRAK

Sistem monitoring berperan penting dalam meningkatkan aspek keamanan, efisiensi, dan produktivitas, serta menjadi dasar dalam pengambilan keputusan dan pengendalian proses. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring temperatur prototipe evaporator heat pipe menggunakan sensor termokopel tipe-K yang diintegrasikan dengan LabVIEW 8.5 sebagai graphical user interface (GUI). Data hasil monitoring disimpan secara otomatis dalam bentuk file untuk keperluan analisis lebih lanjut. Sistem akuisisi data memanfaatkan modul NI 9213 16-Channel 24-Bit Thermocouple Input dan c-DAQ NI 9185. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen melalui tahapan perencanaan, perancangan, pengujian, serta analisis kinerja alat. Karakterisasi dilakukan pada kondisi fluida sebesar 40% dengan suhu awal 30°C, serta batas maksimum temperatur 65°C sesuai spesifikasi modul akuisisi data. Validasi dilakukan dengan STC 1000 yang memiliki resolusi 0,5°C.

*Kata kunci : monitoring, termokopel tipe-K, heat pipe, LabVIEW, NI 9213.*

### ABSTRACT

Monitoring systems play an essential role in enhancing safety, efficiency, and productivity, as well as providing the basis for decision-making and process control. This research aims to design a temperature monitoring system for a heat pipe evaporator prototype using a type-K thermocouple sensor, integrated with LabVIEW 8.5 as the graphical user interface (GUI). Monitoring data are stored automatically in file format for further analysis. The data acquisition system employs the NI 9213 16-Channel 24-Bit Thermocouple Input module and c-DAQ NI 9185. The experimental method consists of several stages, including planning, design, testing, and performance analysis. Characterization was carried out with 40% fluid volume at an initial temperature of 30 °C, with a maximum limit of 65°C according to the acquisition module specifications. Validation was performed using an STC 1000 controller with a resolution of 0.5°C.

*Keywords: monitoring, type-K thermocouple, heat pipe, LabVIEW, NI 9213.*

## PENDAHULUAN

Dalam kehidupan keseharian kebutuhan air bersih sangatlah penting, banyak cara untuk mendapatkan air bersih, salah satunya dengan cara memisahkan garam dari air laut menjadi air tawar dengan proses penguapan. Dalam hal ini tentu menimbulkan suatu cara untuk mencoba satu teknologi terbarukan yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan sumber air bersih tersebut, maka diperlukan alat desalinasi ini diperlukan untuk merubah air laut menjadi air tawar siap minum sehingga air yang dihasilkan dari proses desalinasi dapat dimanfaatkan untuk memenuhi pasokan air bersih. Proses desalinasi yang lebih efektif dan efisien adalah menggunakan heat pipe. Bak evaporator merupakan suatu alat yang digunakan untuk proses penguapan yang merubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip kerjanya merubah bentuk dari zat cair menjadi uap (penguapan) dan perubahan bentuk dari uap menjadi cair (kondensasi) melalui heat pipe.

Penerapan dari heat pipe ini adalah dengan menghubungkan heat pipe ke saluran outlet reaktor pembangkit atau heat sink ke bak kondensor yang berisi air laut dan menukar panas tersebut untuk penguapan air yang ada di bak kondensor untuk menghasilkan panas sebagai reaktor untuk proses penguapan. Sehingga proses desalinasi tidak memakan biaya yang mahal. Maka dari itu untuk mempercepat proses penguapan digunakan material heat pipe agar mendapatkan perpindahan panas yang dapat menghasilkan panas yang efektif.

Untuk menghasilkan air tawar, proses heat transfer dari bak evaporator membutuhkan panas yang besar. Pada saat heat pipe dengan suhu diatas 40°C maka akan terjadi heat transfer panas menjadi gas (bagian dalam heat pipe) ketika proses heat transfer ke bagian bak air laut (kondensor) akan menjadi dingin dan akan langsung proses penguapan. Semakin besar panas pada bak evaporator heater yang dihasilkan pada heat pipe maka akan mendapatkan produksi air tawar cukup banyak.

Sistem monitoring diperlukan untuk berbagai aplikasi dalam rangka meningkatkan safety, security, efisiensi maupun productivity. Hasil monitoring digunakan untuk pengambilan keputusan, melakukan tindakan yang diperlukan atau mengendalikan suatu keadaan. Penelitian ini fokus pada merancang atau mendesain sistem monitoring temperatur prototipe evaporator heat pipe. Sensor yang digunakan adalah termokopel type K. Monitoring sistem dilakukan secara real time dengan menggunakan (PC) dan menggunakan LabVIEW 2013 sebagai graphical user interface (GUI)-nya. Hasil monitoring disimpan dalam bentuk file. Pada penelitian ini kami menggunakan instrumentasi atau akuisisi data berupa modul temperatur modul NI 9213 16-Ch 24-Bit Termokopel Input serta c-DAQ NI9185.

LabVIEW, sebagai perangkat lunak akuisisi data dan kontrol, menyediakan antarmuka yang mudah digunakan sehingga memungkinkan pemantauan temperatur secara langsung serta pemrosesan data secara otomatis. Penelitian yang dilakukan oleh Smith dan Brown (2021) menunjukkan bahwa penggunaan LabVIEW dapat meningkatkan konsistensi dan keandalan data dalam eksperimen yang melibatkan banyak sensor

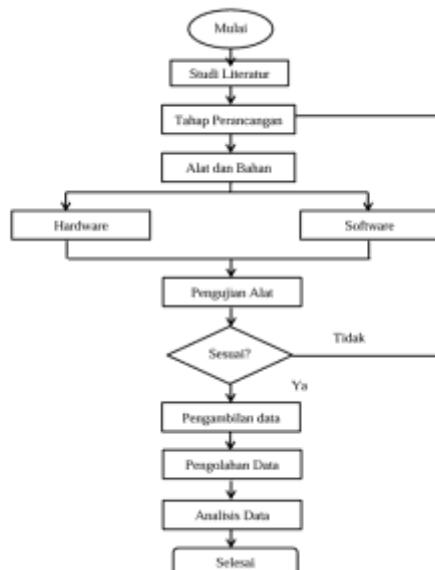
temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kalibrasi termokopel yang tidak hanya akurat, tetapi juga efisien dan mudah diimplementasikan. Melalui pendekatan yang komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi teknisi maupun peneliti dalam memastikan bahwa termokopel tipe-K yang digunakan berfungsi sesuai dengan standar internasional.

## TEORI

Ketika besaran fisikal diukur, nilai yang didapatkan mestinya tidak dapat diharapkan tepat sama dengan nilai sesungguhnya dari besaran tersebut. Untuk setiap besaran yang terukur, akan selalu terdapat error. Error ini dapat muncul dari error instrumentasi, error pembacaan, error faktor manusia dan error sisipan. Istilah error digunakan untuk menyatakan selisih antara hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya dari besaran yang diukur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan seberapa besar akurasi pengukuran yang dihasilkan oleh sensor termokopel pada pengukuran suhu prototipe evaporator heat pipe.

## METODOLOGI

Metode pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa langkah tahap yang akan ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya Pada perancangan alat dari sistem monitor suhu dari sisi evaporator heat pipe dilakukan pengumpulan informasi melalui fenomena dilapangan dan berbagai sumber yang bisa dijadikan literatur seperti jurnal penelitian yang pernah ada mengenai sistem monitor temperatur /suhu.



Gambar 1. Proses penelitian.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat penelitian yang akan digunakan dalam proses perancangan monitor suhu pada sisi evaporator heat pipe ini adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Bahan yang digunakan.

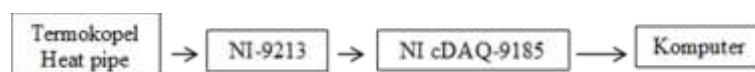
No	Deskripsi Bahan	Jumlah
1	Personal Computer (PC)	1
2	National Instruments NI9213 Input Analog Module 16 Channel	2
3	Heat Pipe	9
4	Termokopel	11
5	Heater 2000 watts	4
6	Ejector	9
7	Air Denim	10l
8	Air Laut	1000l
9	Air Tawar	1000l

Alat pembuatan dan uji yang dilakukan dalam pembuatan pembuatan alat penelitian yang akan digunakan dalam proses perancangan monitor suhu pada sisi evaporator heat pipe terdiri dari beberapa perangkat seperti terlihat pada Table 2.

**Tabel 2.** Alat yang digunakan

No	Deskripsi Alat	Jumlah
1	Caliper / Jangka Sorong	1
2	Multitester	1
3	Tang potong	1
4	Tang Press	1
5	Solder	1
6	Tang Ampere	1

Tahapan perancangan dibagi menjadi perancangan perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software). Perancangan hardware pada penelitian ini adalah tahap pembuatan alat bagian hardware mulai dari perancangan termokopel dari heat pipe ke National Instruments NI9213 Input Analog Modul 16 Channel ke NI cDAQ-9188 untuk dikirimkan ke komputer.



**Gambar 2.** Blok diagram.

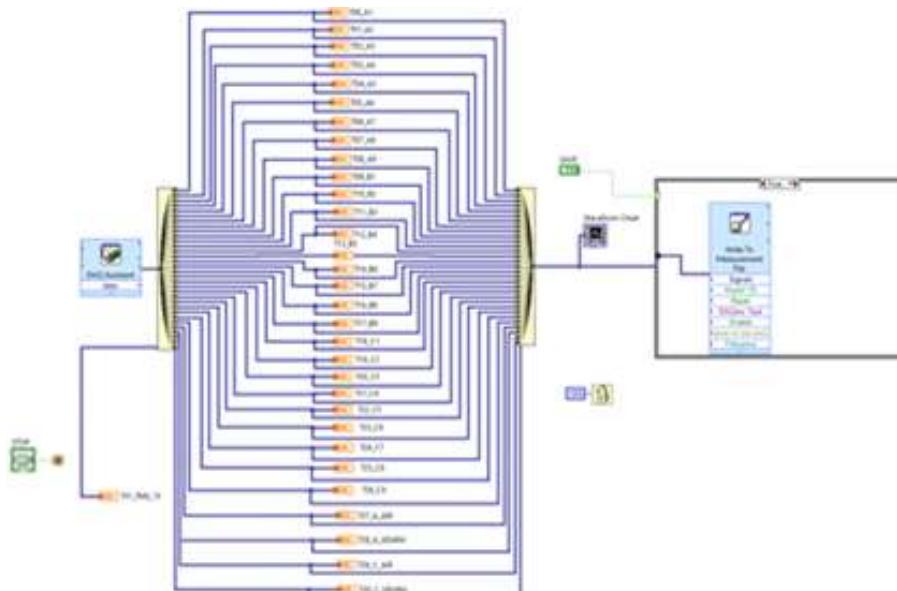
Perancangan alat merupakan bagian terpenting dalam perancangan sistem monitor suhu dari sisi evaporator heat pipe. Mikrokontroler pada sistem ini menggunakan NI (National Instrument) 16 chanel dengan beberapa komponen diantaranya termokopel sebagai alat pendekksi suhu pada bak evaporator. Sensor suhu pada alat perancangan

ini jenis sensor yang digunakan adalah termokopel type K, karena respon yang sangat cepat terhadap perubahan temperature.

Perancangan software Program pembuatan LabView terdiri dari beberapa langkah yaitu: Inventarisasi sensor yang digunakan dan konfigurasi sensor dengan cDAQ-9185 yang bertujuan untuk mengetahui jumlah serta tipe sensor yang dipakai Compact DAQ Ethernet yang dirancang untuk sistem pengukuran sensor terdistribusi.

Pembuatan program virtual LabVIEW, tahap ini diawali dengan membuat diagram alir pemrograman dilanjutkan dengan pembuatan blok diagram dan front panel. Blok diagram terdiri dari pengaturan arus dan tegangan, blok perhitungan dan alamat penyimpanan data.

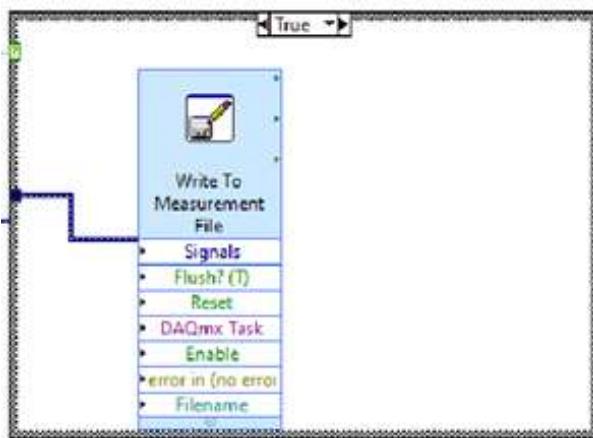
Program virtual LabView membaca dan memproses sinyal masukan secara terus menerus, sedangkan eksekusi penyimpanan data berdiri sendiri terpisah dari eksekusi program. Program blok diagram dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Blok diagram Labview setelah diprogram.

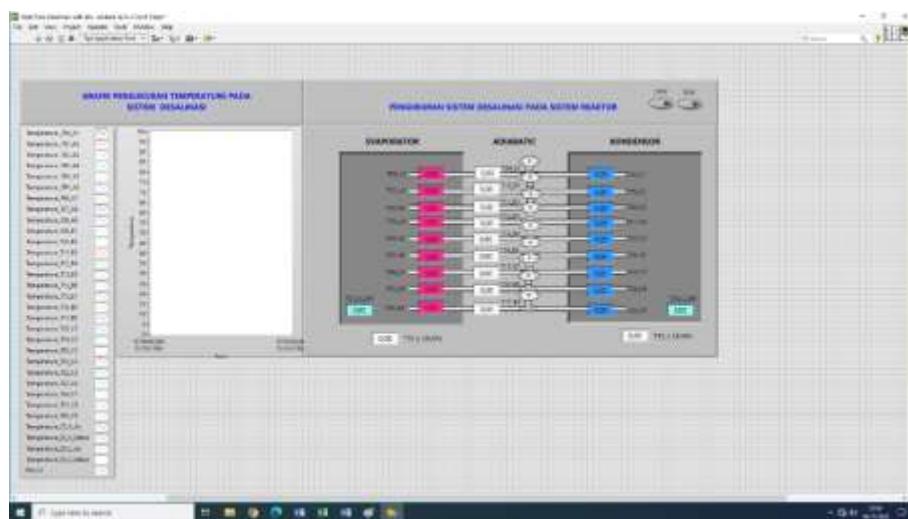
Sesuai dengan diagram alir pada Gambar 3 blok diagram virtual LabView membaca modul cDAQ-9185 yang terpasang modul NI-9203 pada slot 1. Pada modul NI-9213 terdapat 16 kanal dengan 11 kanal terhubung dengan termokopel pada prototipe avaporator. Dengan demikian terdapat 11 kanal yang akan dibaca secara berurutan dan terus menerus. Setelah pembacaan kanal dilanjutkan dengan pengaturan berdasarkan bentuk sinyal yang masuk, untuk modul NI-9213 dipilih current dan modul NI-9213 dipilih temperature. Dengan sendirinya akan terbaca temperature pada masing-masing *heat pipe*. Setelah masing-masing kanal dikenal bentuk sinyalnya dilakukan pengaturan yang mencakup satuan pembacaan dan frekuensi penyimpanan.

Proses pembacaan data, pengaturan data dan penyajian data dibuat pada sebuah *for loop* yang berati dilakukan secara berurutan dan terus menerus. *Fasilitas write to measurement file* berfungsi untuk menyimpan file. Pada program pemantauan ini, fasilitas penyimpanan *write to measurement file* dibuat pada sebuah *while loop* dengan fasilitas *enable* dan *file save* diaktifkan seperti terlihat pada Gambar 3. Dengan mengaktifkan *fasilitas enable*, eksekusi penyimpanan berdiri sendiri dengan eksekusi program. Sedangkan fasilitas *file save* untuk pengalaman penyimpanan data. Front panel program pemantauan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Fasilitas write to the measurement file pada LabVIEW.

Pada penelitian ini perancangan software dilakukan menggunakan software LabView untuk membuat program yang akan dibuat untuk memonitoring temperature pada *prototipe evaporator*. Front panel program LabView untuk pemantauan eksperimen.

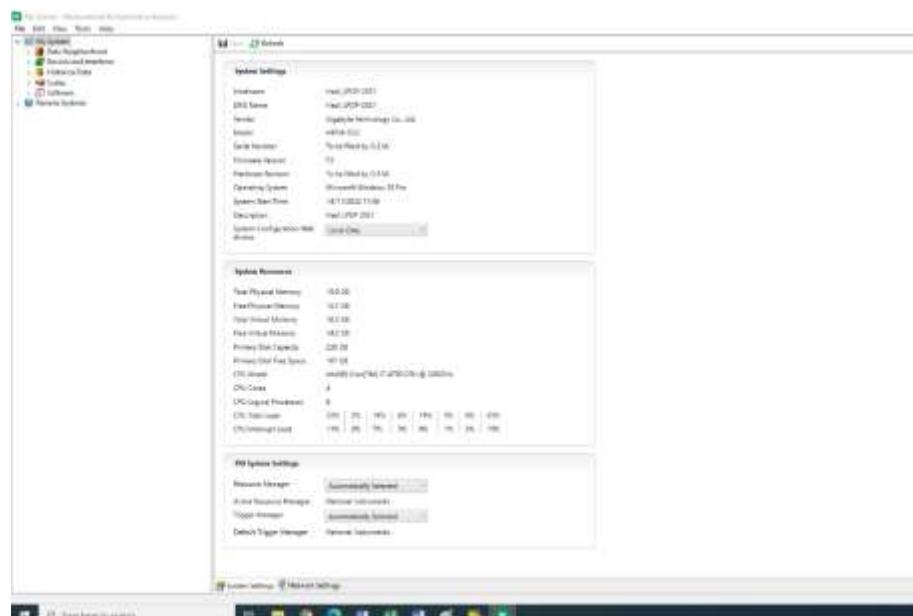


Gambar 5. Tampilan front panel LabVIEW.

Gambar 5 merupakan pemograman pada front panel pada *software LabView* untuk mendesain dan menentukan *temperature* pada tiap-tiap *heat pipe* pada bagian *prototipe evaporator* yang akan digunakan. Penggunaan blok diagram pada LabVIEW sebagai

indikator pada program monitoring suhu prototipe evaporator *heat pipe* yang akan dibuat sehingga program lebih simpel dan mudah dibuat.

Pada Program LabView terdapat 2 program utama yang harus ada yaitu front panel dan blok diagram. Gambar 3 merupakan program blok diagram yang akan dibuat dalam penelitian ini, program blok diagram akan running atau di jalankan untuk menampilkan temperatur suhu disetiap *heat pipe* evaporator. Sebelum program pada front panel atau blok diagram di running atau dijalankan pastikan terlebih dahulu pastikan apakah *National Instruments NI9213 Input Analog Modul 16 Channel* terhubung ke *NI cDAQ-9185* atau tidak. Dengan cara cek pada software *NI-MAX* yang berfungsi sebagai konfigurasi sistem pada *National Instruments NI9213*.

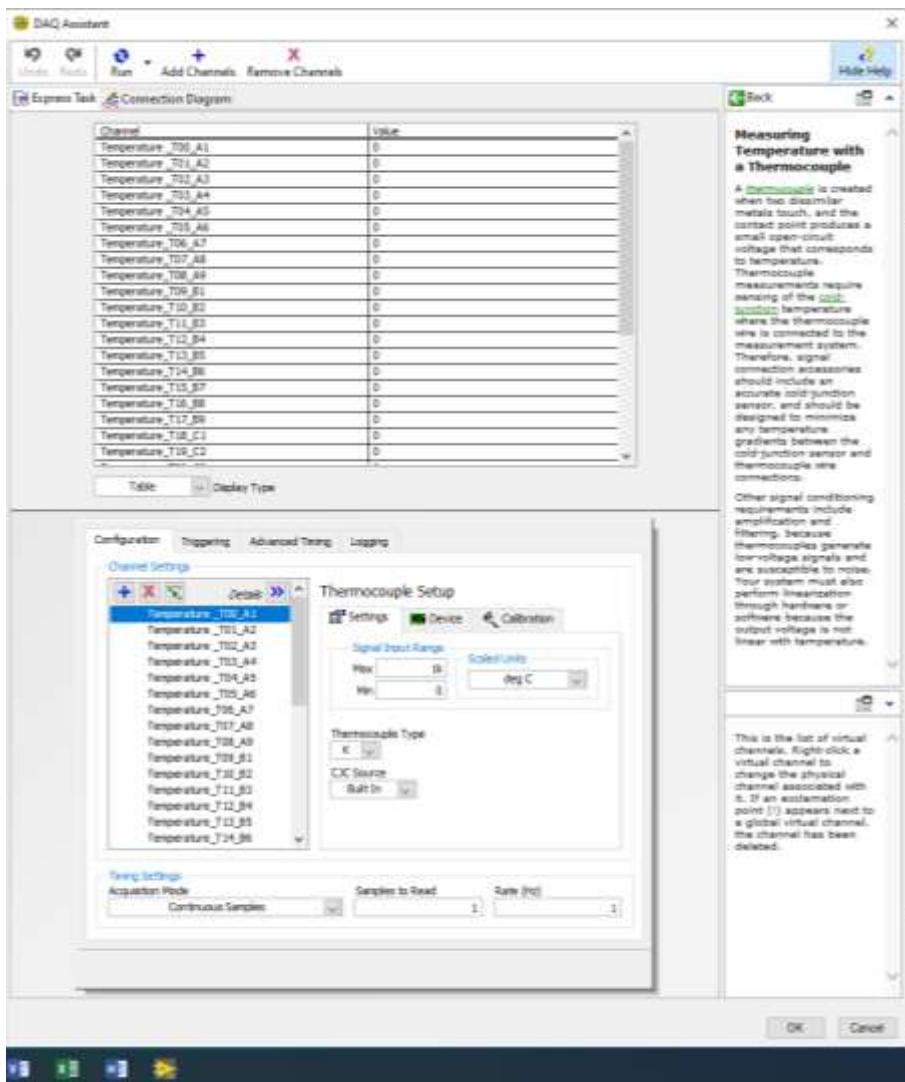


Gambar 6. Konfigurasi Ni Max.

Setelah pembuatan hardware dan software selesai maka perlu dilakukan integrasi sistem antara hardware dan software sehingga keduanya dapat berjalan dengan baik. Proses integrasi ialah proses menghubungkan semua kabel termokopel prototipe evaporator ke chanel National Instruments NI9213 Input Analog Modul 16 Channel modul 1 pada NI cDAQ-9185 dan pastikan antara hardware dan software dapat terhubung dengan baik.



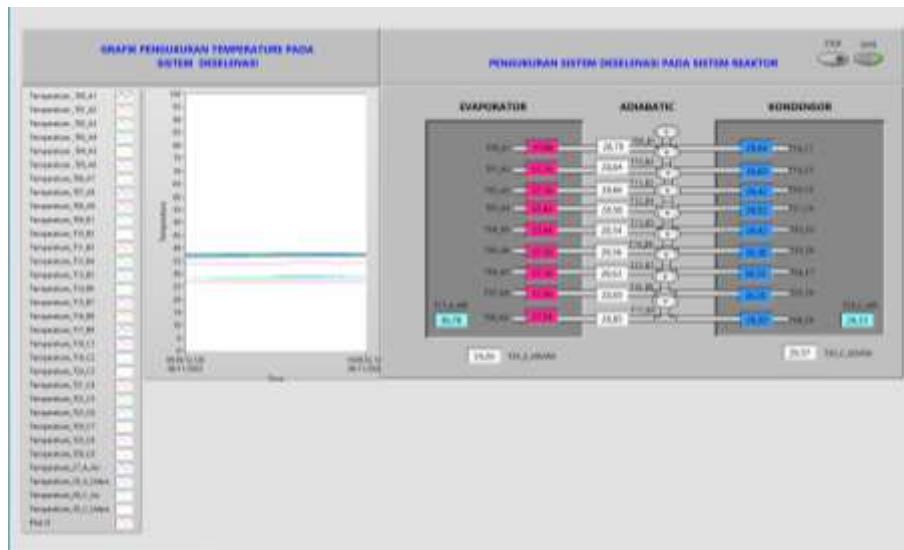
Gambar 7. Integrasi termokopel evaporator Ni 9213 cDAQ9185.



Gambar 8. Ni Max - cDAQ assistant.

Setelah alat terhubung dengan baik, hubungkan kabel serial/ethernet ke Personal Computer (PC). Setelah Personal Computer (PC) terhubung dengan NI cDAQ-9185 terhubung selanjutnya running program pada front panel pada program LabView. Pastikan save data record pada tombol save pada program front panel untuk mengambil

data. Pastikan juga nilai temperatur suhu pada tiap *heat pipe prototipe evaporator* terbaca pada front panel LabView.



**Gambar 9.** Monitor suhu tampilan *front panel*.

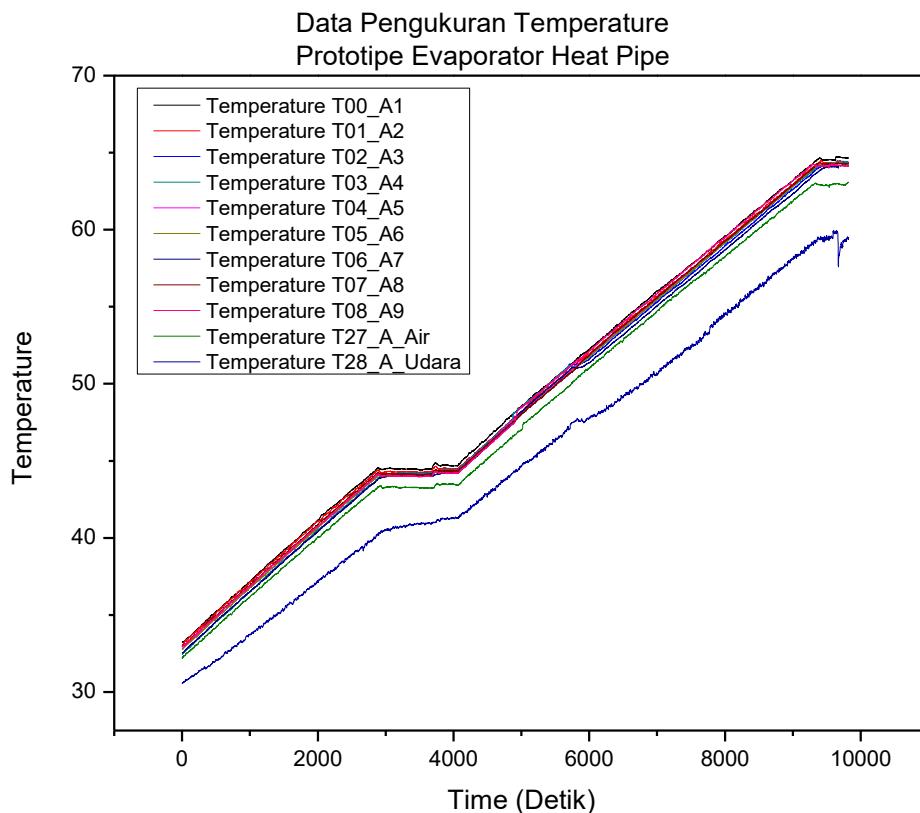
Tahap perancangan hardware, software dan integrasi sistem yang harus diperhatikan dengan baik agar alat yang dirancang dapat berjalan sesuai harapan. Proses perancangan ini merupakan tahapan penting karena jika alat yang dibuat tidak berjalan dengan apa yang diharapkan maka nilai atau data yang akan diolah menjadi tidak maksimal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pada kondisi semua hardware dan software sudah terintegrasi dengan yang diinginkan, yang mana settingan temperature sudah ter-setting 65°C pada STC 1000 dengan ratio 0,5. Berikut pengambilan data selang waktu  $\pm$  3 jam.

**Tabel 2.** Pengambilan data temperature evaporator  $\pm$  3 jam.

Time	T00	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T27	T28
0:00:01	33.22	33.03	32.45	32.71	32.80	32.74	32.52	32.94	32.93	32.24	30.60
0:00:02	33.25	33.05	32.46	32.72	32.82	32.77	32.52	32.95	32.95	32.26	30.59
0:00:03	33.24	33.05	32.46	32.72	32.80	32.76	32.53	32.96	32.95	32.19	30.56
0:00:04	33.25	33.05	32.47	32.73	32.81	32.76	32.53	32.95	32.94	32.24	30.58
0:00:05	33.26	33.05	32.47	32.73	32.81	32.76	32.54	32.95	32.95	32.24	30.58
0:00:06	33.25	33.04	32.48	32.72	32.82	32.77	32.54	32.96	32.96	32.25	30.58
0:00:07	33.25	33.05	32.47	32.73	32.82	32.76	32.54	32.96	32.97	32.25	30.58
0:00:08	33.24	33.05	32.47	32.73	32.81	32.76	32.54	32.96	32.98	32.25	30.58
0:00:09	33.24	33.05	32.47	32.74	32.82	32.77	32.53	32.97	32.97	32.26	30.59
0:00:10	33.24	33.05	32.48	32.74	32.82	32.76	32.54	32.97	32.99	32.26	30.58
0:00:11	33.24	33.06	32.48	32.75	32.83	32.78	32.54	32.99	33.00	32.25	30.58



**Gambar 10.** Grafik selang waktu  $\pm$  3 jam.

Dapat dilihat pada Gambar 10 adalah tampilan bentuk grafik pemantauan 11 sensor termokopel T00-T008, T27 air dan T28 udara secara realtime selang waktu  $\pm$  3 jam dalam hitungan detik, terlihat pada grafik bahwa karakteristik temperature evaporator. Temperature pada 11 sensor termokopel menunjukkan suhu grafik semakin naik.

Pengambilan data pada Aplikasi LabView bisa ditampilkan di monitor *Personal Computer (PC)* dengan inisial temperatur suhu pada masing-masing *heat pipe prototipe evaporator* T00-A1 s/d T08-A9, T27-A Air dan T28-A Udara. Dalam hal ini saya melakukan karakteristik pengambilan data dengan fluida sebesar 40% dengan suhu awal 30°C dengan batas suhu akhir 65°C *prototipe evaporator*.

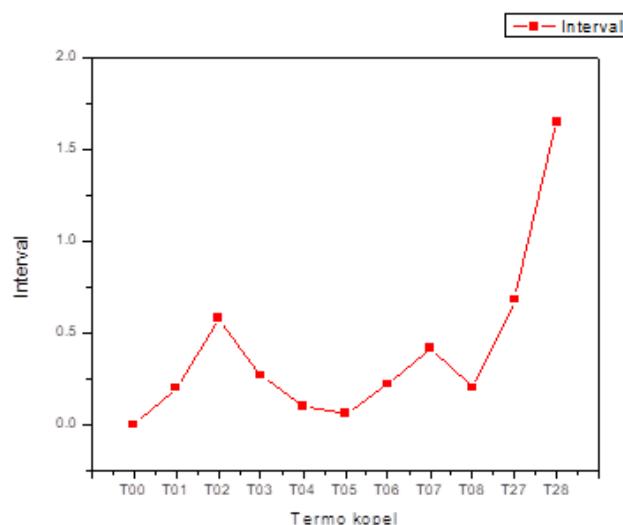
Pengujian pengukuran temperature oleh alat ukur menggunakan termokopel dilakukan pada rentang suhu 30°C-65°C dengan media air tawar yang dipanaskan pada *prototipe evaporator* dengan 4 buah heater yang terpasang masing-masing 2000 watt yang dipanaskan hingga mencapai titik didih air, dengan proses bersamaan pemanasan air, sensor suhu termokopel dipasang pada *heat pipe* ke dalam air *prototipe evaporator*.

**Tabel 3.** Interval suhu termokopel.

Termokopel	Suhu (°C)	Interval (°C)
T00	33.22	0
T01	33.03	0.20

T02	32.45	0.58
T03	32.71	0.27
T04	32.80	0.1
T05	32.74	0.06
T06	32.52	0.22
T07	32.94	0.42
T08	32.93	0.2
T27	32.24	0.68
T28	30.60	1.65

Pada hasil pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 mengalami perbedaan dengan interval antara 0,1-0,58°C. Sedangkan pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T27 Air dan T28 udara 0,1-1,65°C. Pada data pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 sensor suhu termokopel dipasang berada dalam air pada *heat pipe* evaporator. Dapat dilihat dari hasil pengukuran *prototipe evaporator heat pipe* T00-T08 memiliki suhu terendah pada *Heat pipe* T02,T03 bernilai 32,45°C dan suhu terbesar T00 bernilai 64,64°C. Dari data tersebut menjelaskan bahwa prototipe yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengukur temperature (suhu).



Gambar 11. Interval suhu termokopel.

Dibawah ini adalah grafik hasil pengukuran temperatur suhu pada termokopel prototipe *heat pipe* T00-T008, T27 Air dan T28 udara. Pada grafik dibawah ini adalah perubahan temperatur termokopel pada saat proses pemanasan prototipe evaporator dari suhu awal 30°C dengan filling ratio *heat pipe prototipe evaporator* 40% dengan selang waktu ± 3 jam, dengan settingan suhu mencapai 65°C.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian program sistem monitoring *prototipe evaporator heat pipe* dengan aplikasi LabView dapat dinyatakan bahwa perangkat akuisisi data *National Instruments NI9213* dapat digunakan untuk memantau dan menyimpan data pengukuran secara simultan dan real-time pada fasilitas eksperimen simulasi proses desalinasi. Dengan demikian perubahan data pengukuran terhadap waktu dapat diperoleh sehingga analisis terhadap temperature dapat dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, semakin tinggi temperatur, maka semakin besar fluks kalor dan daya output. Proses pada eksperimen ini daya output terbesar dan kapasitas terbesar terjadi pada evaporator (40%) dan pada temperatur tertinggi 64,64°C. Pada hasil pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 mengalami perbedaan dengan interval antara 0,1-0,58°C. Sedangkan pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T27 Air dan T28 udara 0,1-1,65°C. Pada data pengukuran suhu prototipe evaporator termokopel *heat pipe* T00-T08 sensor suhu termokopel dipasang berada dalam air pada *heat pipe* evaporator. Dapat dilihat dari hasil pengukuran *prototipe evaporator heat pipe* T00-T08 memiliki suhu terendah pada *Heat pipe* T02 bernilai 32,45°C dan suhu terbesar T02 bernilai 34,27°C. Dari data tersebut menjelaskan bahwa prototipe yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengukur temperature.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Berkat rahmat allah SWT perancangan monitoring suhu prototipe avaporator heat pipe ini bisa dapat diselesaikan dan dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang dan rekan semua yang telah membantu dan memberikan saran sehingga pembuatan perancangan monitoring suhu prototipe avaporator heat pipe ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, L. I. (t.thn.). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Akuisisi Data Temperatur Di Komponen Kondensor Dan Evaporator Pada Air Conditioning Laboratory Unit PA Hilton A575. *Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Al Faris, M., Purwiyanti, S., & Herlinawati, H. (2020). Rancang Bangun Prototype Pengering Gabah Otomatis Dengan Pengendali Sensor Kelembaban Dan Suhu Berdasarkan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler ATMega 328. *Electrician*, 14(1), 21-25.
- Al Kautsar, H. A. (2021). Perancangan Alat Pengukur Suhu Tubuh Berbasis Mikrokontroler ATMega16. *INSANtek*, 2(1), 1-5.
- Heru, G. B., & Sagino, S. (2014). Pemrograman Sistem Akuisisi Data Pengukuran pada Fasilitas Eksperimen untuk Simulasi Pendinginan Containment. SIGMA EPSILON-Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Reaktor Nuklir, . 18(2).



- Ihsan, D. M., Prihatiningrum, N., Handayani, L., & Budiman, F. (2021). Sistem Otomatisasi Desalinasi Air Laut Berbasis Internet Of Things. In *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, (Vol. 3, pp. 169-178).
- Instruments, N. (2018). *LabVIEW—Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*.
- Irfan, M. (t.thn.). Penelitian prototype desalinasi air laut menjadi air bersih studi kasus Desa Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik . *Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya*.
- J.S. Lewis, M.S. Weaver;. (Jan.-Feb. 2004). Thin-film permeation-barrier technology for flexible organic light-emitting devices. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 45 - 57.
- Khamdila, A., Wilastari, S., & Saleh, A. (2019). MENJAGA KESTABILAN SUHU RUANG EVAPORATOR BERDAMPAK PADA HASIL PRODUKSI AIR TAWAR FRESH WATER GENERATOR. *SAINS DAN TEKNOLOGI MARITIM*, 19(2), 111-120.
- Mahmuddin, M. (2016). Karakteristik Perpindahan Panas pada Pipa Penukar Kalor Selongsong Aliran Searah Vertikal. *Journal of Chemical Process Engineering*, 1(2), 30-35.
- Nugroho, A. (2004). Uraian umum tentang teknologi desalinasi. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 6(2).