

IMPLEMENTASI SISTEM LABVIEW DALAM PENGUMPULAN DATA TEKANAN DAN ALIRAN DI FASILITAS PASCONEL

Nurdiyanto Yusuf

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma

Article History

Received : 20-05-2023

Revised : 28-05-2023

Accepted : 15-07-2023

Published : 16-07-2023

Corresponding author:

nurdiyanto@staff.gunadarma.ac.id

No. Contact:

Cite This Article:

Nurdiyanto Yusuf. (2023).
IMPLEMENTASI SISTEM
LABVIEW DALAM
PENGUMPULAN DATA
TEKANAN DAN ALIRAN
DI FASILITAS
PASCONEL. Jurnal Ilmiah
Multidisiplin, 2(04), 192–
200.

DOI:

<https://doi.org/10.56127/jukim.v2i04.896>

Abstract: The unsafe incidents in the Nuclear Reactors at the Chernobyl and Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plants were caused by disruptions to the internal reactor core elements, such as nuclear fuel and the electrical flow supplying the cooling systems. As a result, a complete cooling system failure (blackout) occurred, leading to a significant increase in the reactor core temperature and even the melting of the reactor core. A testing facility has been constructed to study the utilization of large-scale passive cooling systems. This facility is known as the Passive Condensation Experimental Loop (PASCONEL). PASCONEL facility is equipped with components like Pressure Transmitters on Heat Pipe 1, Pressure Transmitters on Heat Pipe 2, Pressure Transmitters on the Main Steam Generator, as well as Inlet and Outlet Flow Meters on the Main Steam Generator. In this research, the approach employed involves static testing of the facility for a duration of 24 hours. The objective of this testing is to gather data that can be used to analyze the performance of all installed components within the facility. The results of this data analysis will indicate whether all components function as intended.

Keywords: Chernobyl and Fukushima Dai-ichi, PASCONEL, Static Commissioning.

Abstrak: Kejadian tidak aman pada Reaktor Nuklir di Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Chernobyl dan Fukushima Dai-ichi disebabkan oleh gangguan pada elemen internal inti reaktor, seperti bahan bakar nuklir dan aliran listrik yang memasok sistem pendingin. Akibatnya, terjadi mati total pada sistem pendingin (blackout), mengakibatkan peningkatan suhu inti reaktor yang signifikan dan bahkan melelehnya inti reaktor. Sebuah fasilitas uji telah dibangun untuk mempelajari penggunaan sistem pendingin pasif dalam skala besar. Fasilitas ini dikenal sebagai Passive Condensation Experimental Loop (PASCONEL). Fasilitas PASCONEL dilengkapi dengan komponen-komponen seperti Pressure Transmitter pada Heat Pipe 1, Pressure Transmitter pada Heat Pipe 2, Pressure Transmitter pada Main Steam Generator, serta Flow Meter Inlet dan Outlet pada Main Steam Generator. Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah pengujian statis pada fasilitas selama 24 jam. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk menganalisis kinerja seluruh komponen yang dipasang di fasilitas. Hasil analisis data tersebut akan menunjukkan apakah semua komponen berfungsi sebagaimana mestinya.

Kata Kunci: Chernobyl dan Fukushima Dai-ichi, PASCONEL, Comisioning Statis..

PENDAHULUAN

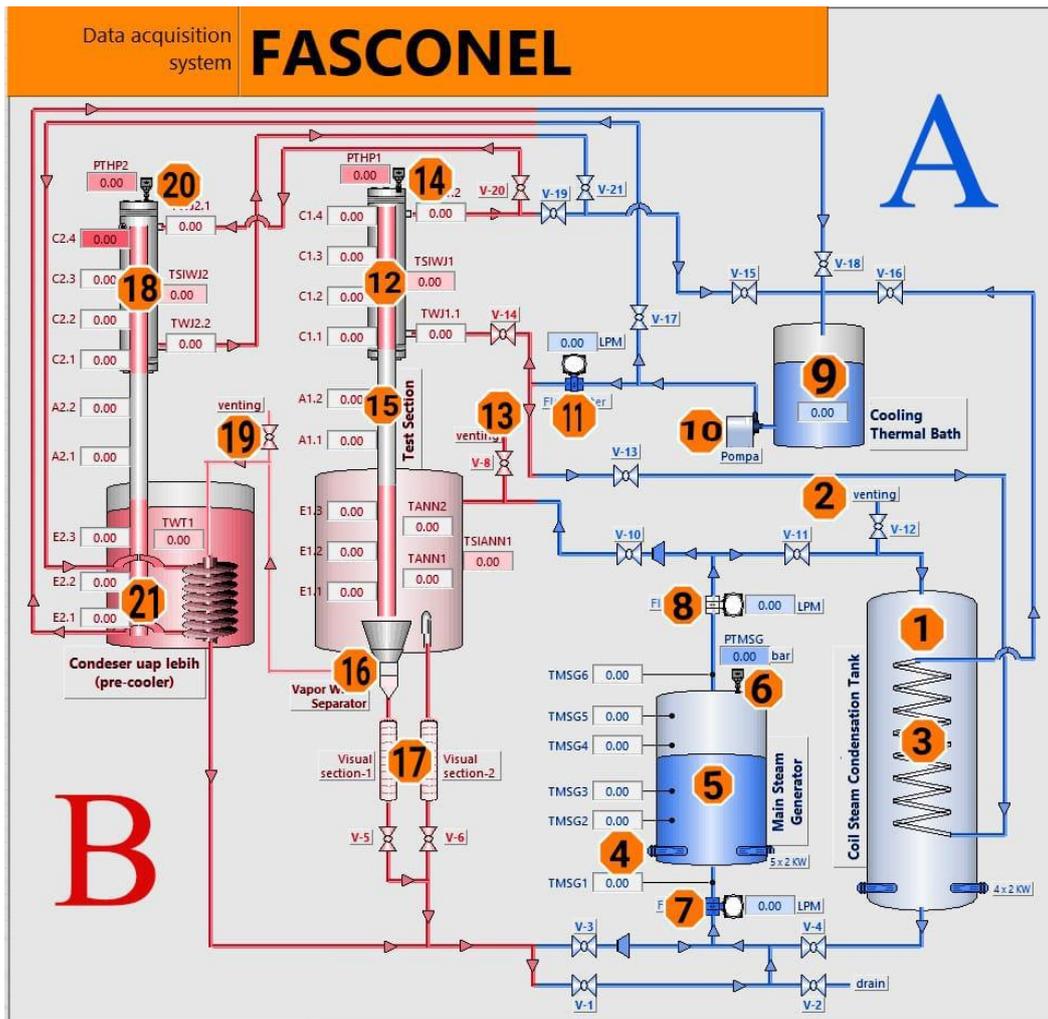
Kejadian tidak aman di Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Chernobyl dan Fukushima Dai-ichi telah menyebabkan penolakan masyarakat terhadap pemanfaatan energi nuklir semakin meningkat. Kedua kecelakaan ini merupakan insiden paling parah dalam skala kecelakaan nuklir, yaitu mencapai level 7 pada International Nuclear Events Scale (INES). Umumnya, penyebab kecelakaan ini berasal dari kesalahan manusia, kegagalan teknis, dan faktor dari luar. Kecelakaan yang paling parah sering kali terjadi karena akumulasi panas berlebih dalam sistem pendingin reaktor, melebihi kapasitas material dan menyebabkan kerusakan pada struktur komponen dalam inti reaktor, seperti bahan bakar dan aliran listrik yang digunakan untuk menjalankan sistem pendingin. Akibatnya, sistem pendingin mengalami kegagalan total (blackout), sehingga suhu inti reaktor naik drastis bahkan hingga melelehnya inti reaktor.

Dari peristiwa Chernobyl dan Fukushima Dai-ichi, faktor keselamatan PLTN telah menjadi perhatian serius di seluruh industri nuklir sebagai prasyarat penting karena pentingnya sistem keselamatan pasif yang dapat diterapkan pada keselamatan reaktor nuklir. Di Pusat Teknologi Reaktor Nuklir - Badan Tenaga Nuklir Nasional (PTKRN-BATAN), terdapat beberapa fasilitas simulasi sistem pasif, salah satunya adalah Passive System Condensation Experiment Loop (PASCONEL). Fasilitas penelitian termohidrolika ini difokuskan pada studi sistem pendinginan pasif untuk inti reaktor nuklir. Prinsip dasar dari sistem pendinginan pasif ini melibatkan sirkulasi alami dalam loop tertutup yang didorong oleh perbedaan densitas. Ketika suhu naik, densitas yang lebih rendah menyebabkan cairan kerja yang dipanaskan naik ke atas, kemudian didinginkan oleh komponen pendingin dalam sistem. Sistem ini dikembangkan untuk mencegah kecelakaan seperti yang terjadi di Chernobyl dan Fukushima Dai-ichi, di mana sirkulasi cairan tetap terjadi meskipun pompa mati.

Dalam konteks penelitian ini, penelitian yang dilakukan akan melakukan Pengukuran Tekanan dan Debit Aliran di fasilitas uji baru yang disebut Passive Condensation Experimental Loop (PASCONEL). Namun, penelitian ini difokuskan pada pengukuran tekanan dan aliran menggunakan pressure transmitter pada main steam generator, pressure transmitter pada heat pipe 1, pressure transmitter pada heat pipe 2, serta aliran pada inlet dan outlet pada main steam generator. Fasilitas ini akan dioperasikan selama sekitar 24 jam selama pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mengumpulkan data tekanan dan aliran dari fasilitas PASCONEL, mengingat bahwa pada suhu tertentu di siang atau malam hari, komponen yang dipasang pada fasilitas pengujian akan menunjukkan variasi data numerik pada pressure transmitter dan flow meter. Setelah 24 jam pengujian selesai, data akan dianalisis oleh penulis. Topik "Sistem Data Akuisisi Tekanan dan Aliran pada Fasilitas PASCONEL dengan Menggunakan Perangkat Lunak LabVIEW" diangkat dalam laporan Praktik Kerja Lapangan ini dengan tujuan untuk memahami nilai dan akuisisi yang terjadi dalam fasilitas PASCONEL melalui hasil pengujian.

METODE PENELITIAN

Pada Penelitian ini dapat dilihat sistem aliran PASCONEL Passive helical coil condensation system (PaHCCS), Passive heat pipe steam condensation system (PaHPSCS) serta komponen yang ada pada PASCONEL. Berikut Aliran Passive Helical Coil Condensation System dan Passive Heat Pipe Steam Condensation System.



Gambar 1. (A) Passive Helical Coil Condensation System (B) Passive Heat Pipe Steam Condensation System

HASIL DAN PEMBAHASAN

Passive Helical Coil Condensation System (PaHCCS)

Sistem kondensasi spiral pasif (PaHCCS) adalah fasilitas pengujian yang merupakan bagian dari PASCONEL dan dapat digunakan dalam pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), di mana pipa kondensasinya memiliki bentuk spiral. Dalam Gambar 1 (A), untuk melakukan eksperimen dengan PaHCCS, katup V-10 harus ditutup dan katup V-11 dibuka, sehingga cairan yang dipanaskan di Main Steam Generator (MSG) akan menguap dan mengalir ke Tangki Kondensasi Uap Spiral. Panas dari uap akan diserap oleh air yang mengalir melalui spiral spiral yang airnya dipompa dari Cooling Thermal Bath. Hal ini dilakukan dengan menutup katup v-14 dan v-17, serta membuka katup v-13, sehingga air dapat mengalir ke spiral untuk mengambil panas uap hingga uap terkondensasi. Sementara itu, air yang telah menyerap panas akan menguap dan kembali mengalir ke Cooling Thermal Bath. Uap panas yang telah dikondensasikan akan berubah menjadi air dan kembali mengalir ke Main Steam Generator.

Sistem kondensasi steam pipe pasif (PaHPSCS)

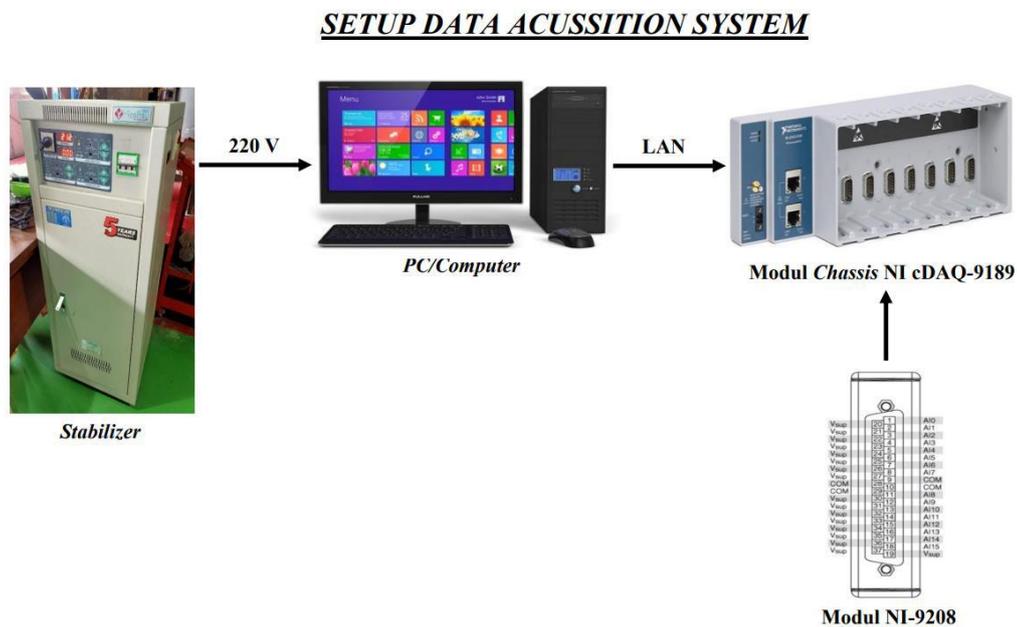
Sistem kondensasi steam pipe pasif (PaHPSCS) adalah fasilitas penelitian yang juga merupakan bagian dari PASCONEL dan dapat diterapkan dalam PLTN menggunakan teknologi termosipon. Dalam Gambar 2 (B), untuk melakukan eksperimen dengan PaHPSCS, katup v-11 harus ditutup dan katup v-10 dibuka, sehingga cairan yang dipanaskan di Main Steam Generator akan menguap dan mengalir ke ruang di luar Heat Pipe. Selanjutnya, katup v-14 dibuka dan katup v-13 ditutup, sehingga air akan mengalir dari Cooling Thermal Bath ke dalam heat pipe untuk mengambil panas dari uap di luar heat pipe, sehingga uap panas tersebut akan terkondensasi menjadi air kembali. Air yang terbentuk diharapkan akan kembali ke Main Steam Generator. Namun, uap yang tidak terkondensasi akan dipisahkan oleh Vapor Water Separator dan

dialirkan ke kondenser uap berlebih atau Pre-Cooler. Di kolom Pre-Cooler, uap berlebih tersebut akan dikondensasikan lagi menjadi air dan akan kembali ke Main Steam Generator.

Fasilitas ini digunakan untuk pendinginan pasif atau penghilangan uap pasif, misalnya pada Reaktor LWR yang menggunakan Main Steam Generator. Meskipun reaktor sudah dimatikan, masih ada sisa panas dari peluruhan yang perlu diambil agar terhindar dari kecelakaan seperti yang terjadi pada Chernobyl dan Fukushima Dai Ichi. Hal ini terjadi karena sistem pendingin aktif yang seharusnya mengambil sisa panas tersebut gagal berfungsi. Ini merupakan upaya untuk menjaga sistem panas (pendingin) tetap bekerja saat listrik mati.

Instalasi NI

Instalasi NI merujuk pada proses pemasangan dan penyambungan kabel untuk semua komponen yang telah terpasang dalam fasilitas PASCONEL. Tujuannya adalah agar semua komponen dapat menghasilkan keluaran serta menjalankan fungsinya masing-masing, yang kemudian dapat terbaca di layar komputer. Gambaran tentang pengaturan sistem akuisisi data dan tata letak sistem pengumpulan data tekanan dan aliran pada PASCONEL dapat dilihat dalam gambar yang disediakan.



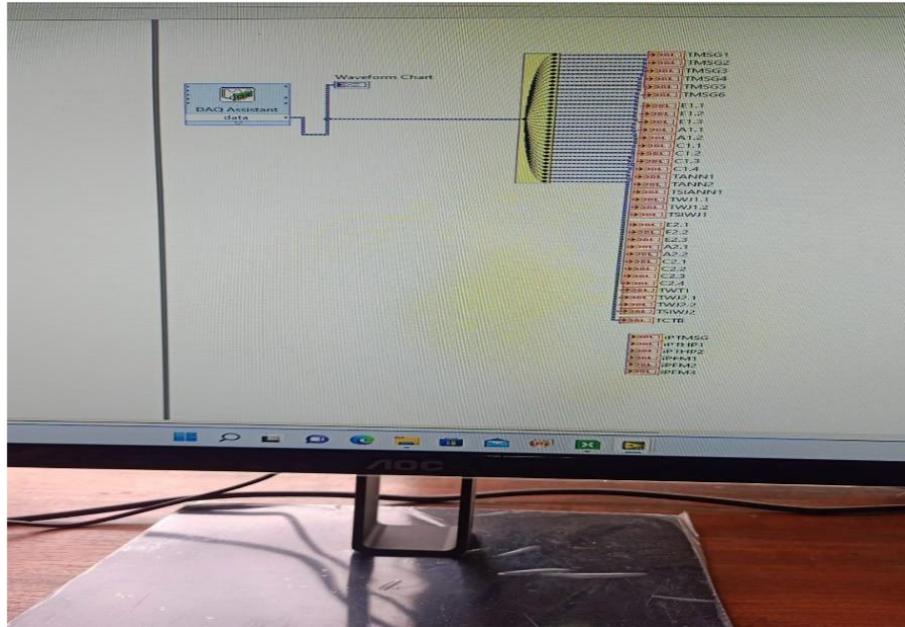
Gambar 2. Setup Data Acussion System.

Penjelasan pada gambar 2 setup data acussion system :

- Langkah pertama adalah menyalakan stabilizer yang berfungsi guna arus input dari tegangan PLN dengan arus output yang keluar ke komputer.
- Modul chassis NI cDAQ dihubungkan ke komputer melalui kabel LAN, modul ini adalah tempat diletakkannya modul NI-9208.
- Modul NI-9208 adalah komponen tempat tersambungnya komponen flow meter, pressure transmitter serta komponen-komponen yang tersambung pada PASCONEL yang dapat dijelaskan pada gambar 2.

Membuat VI Blok Diagram

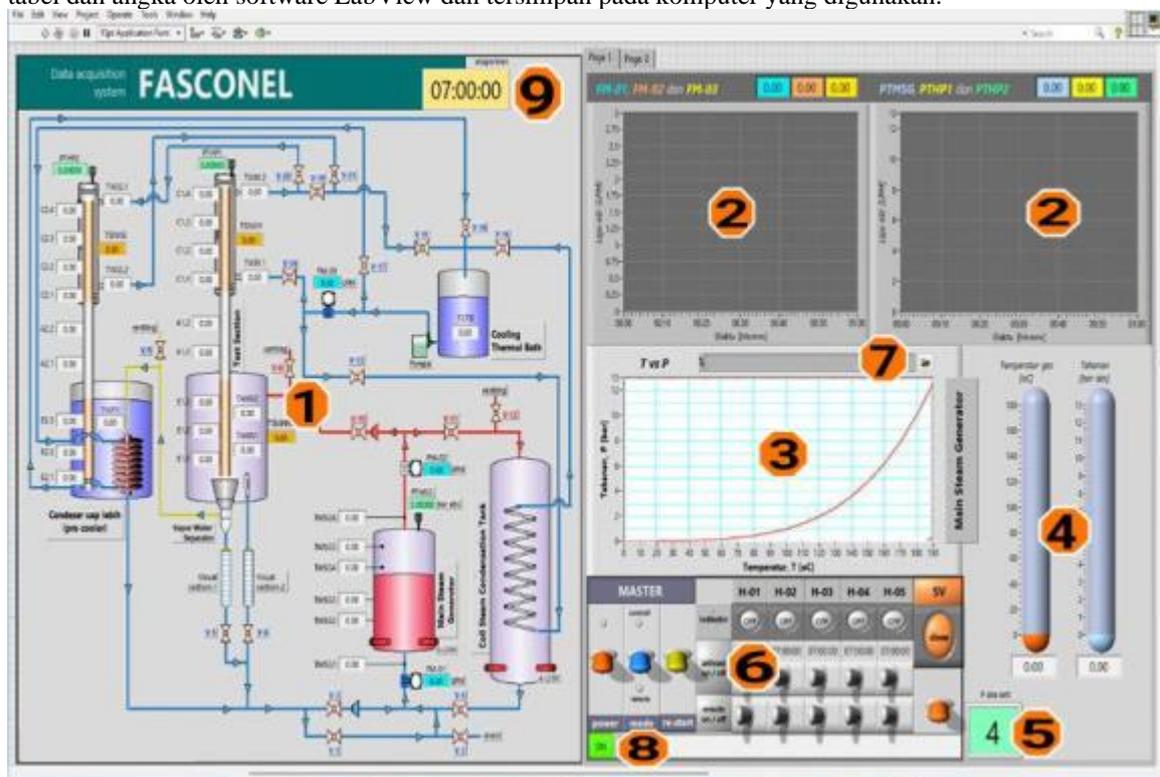
Untuk membuat VI blok diagram adalah melakukan instalasi software LabVIEW terlebih dahulu pada komputer. LabVIEW adalah perangkat lunak yang digunakan dalam pengambilan data menggunakan komputer pada PASCONEL. Di bawah ini adalah gambar VI blok diagram :



Gambar 3. VI Blok Diagram

Membuat Front Panel

Setelah pembuatan VI blok diagram maka langkah selanjutnya adalah membuat front panel sebagai user interface untuk memudahkan pengoperasian program yang telah di buat, Setelah program jadi maka dapat terlihat hasil angka pada tiap komponen yang terpasang pada PASCONEL. Pada PASCONEL terpasang komponen pressure transmitter dan flow meter untuk mengetahui distribusi tekanan dan aliran yang nantinya komponen tersebut akan terhubung ke modul input (NI-9208) dan modul diteruskan ke alat data akuisisi (Chassis NI cDAQ-9189) yang terhubung ke komputer untuk merekan data distribusi pressure dan flow pada saat pengujian berlangsung. Hasil data yang didapat akan dibaca dan diolah menjadi serangkaian tabel dan angka oleh software LabView dan tersimpan pada komputer yang digunakan.



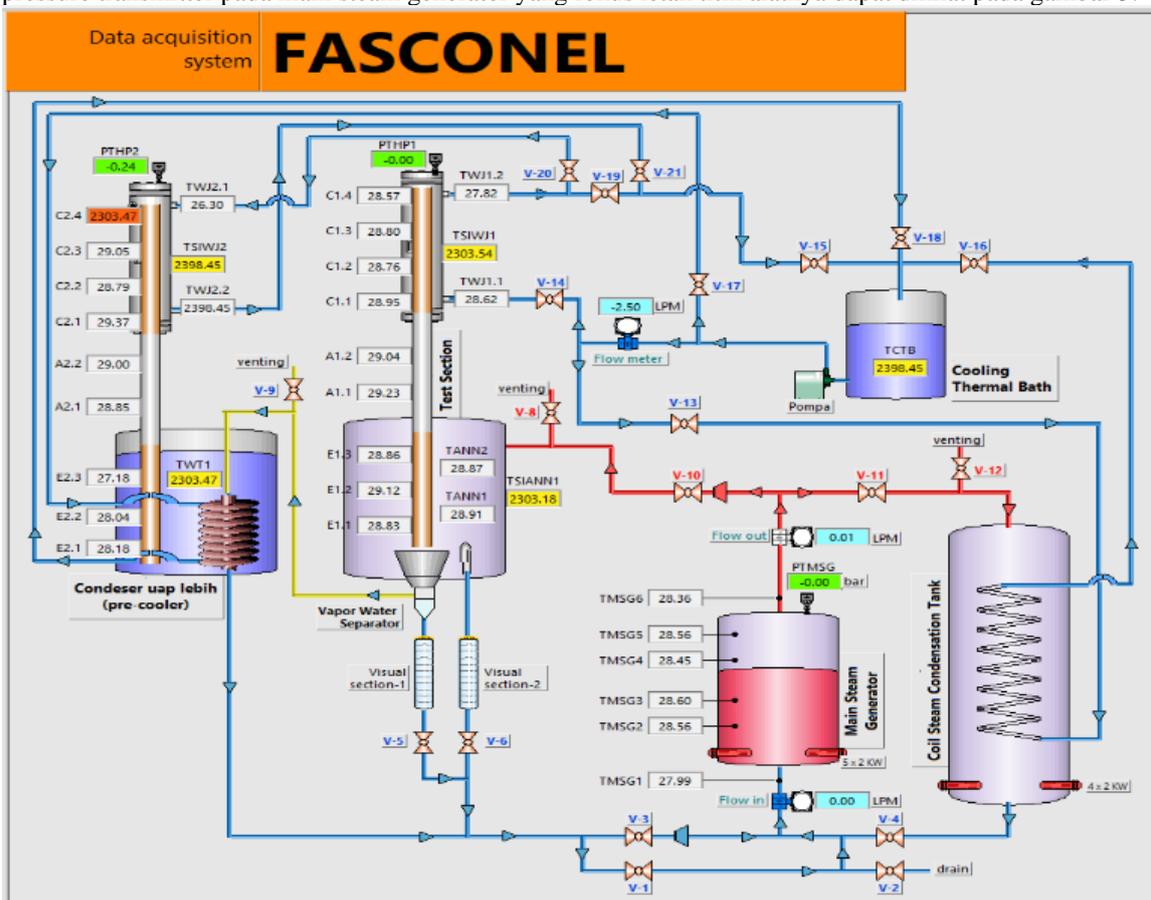
Gambar 4. Front Panel

Berikut ini adalah penjelasan dari gambar 4

1. Intevace parameter.
2. Pemantauan temperatur dan tekanan.
3. Tampilan kurva laju aliran terhadap waktu.
4. Tampilan kurva antara temperatur dan tekanan pada MSG.
5. Setting tekanan dan waktu.
6. Kontrol heater.
7. Tempat penyimpanan data.
8. Penyimpanan.
9. Waktu eksperiment.

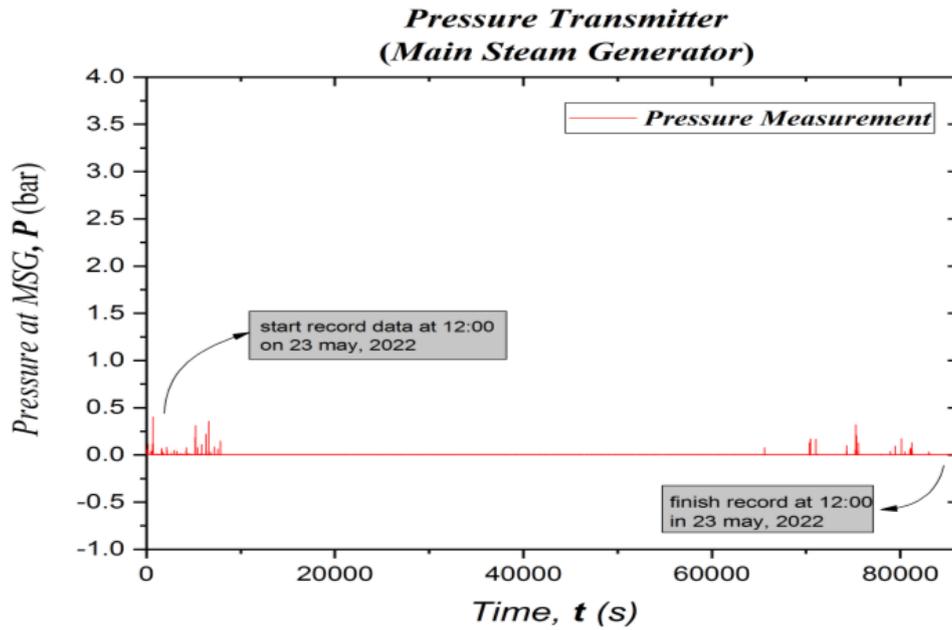
Hasil Pengambilan Data

Pengambilan data ini hanya berfokus pada 5 titik yaitu: flow meter inlet dan outlet pada main steam generator, pressure transmitter pada vapor water separator, pressure transmitter pada pre-cooler, serta pressure transmitter pada main steam generator yang fokus letak titik alatnya dapat dilihat pada gambar 5.



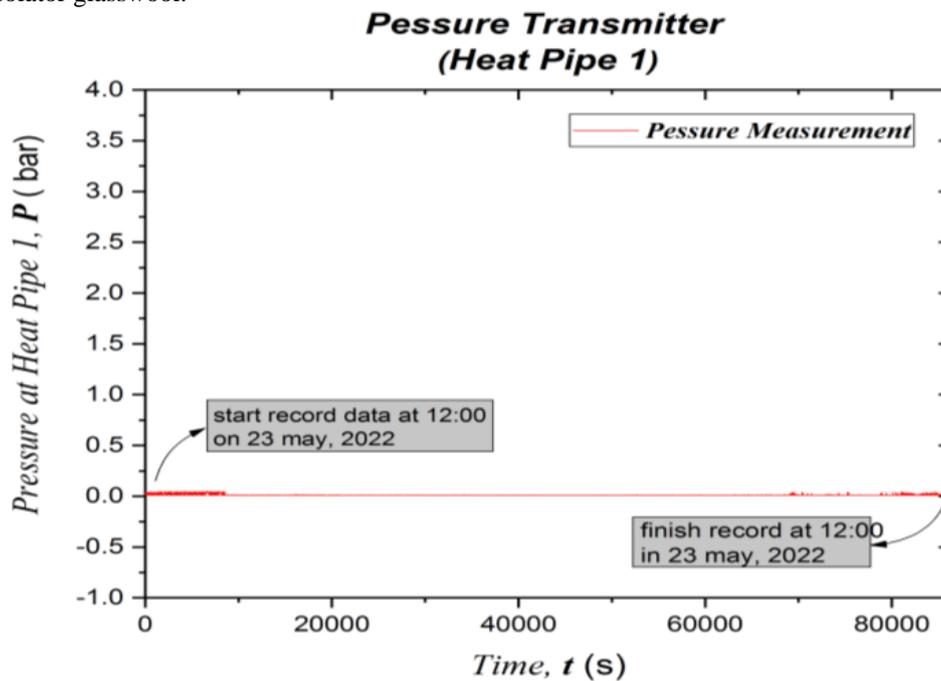
Gambar 5. Fokus Titik Pengambilan Data

Berikut adalah hasil pengambilan data comisioning statis PASCONEL selama 24 jam. Data yang diambil adalah data tekanan dan debit aliran yang disajikan dalam bentuk grafik :



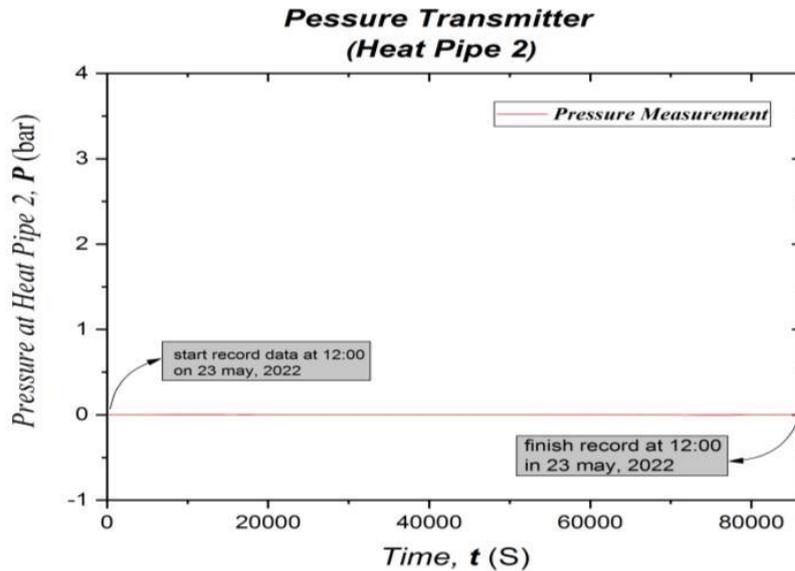
Gambar 6. Grafik Pressure Transmitter Pada Main Steam Generator

Berdasarkan grafik pada gambar 6 terdapat lonjakan tekanan pada main steam generator (MSG) yang terjadi karena adanya fluktuatif arus dari pressure transmitter, di dalam PASCONEL dipengaruhi temperatur lingkungan, namun perubahannya tidak sebesar temperatur lingkungan karena setiap komponen dilapisi isolator glasswool.



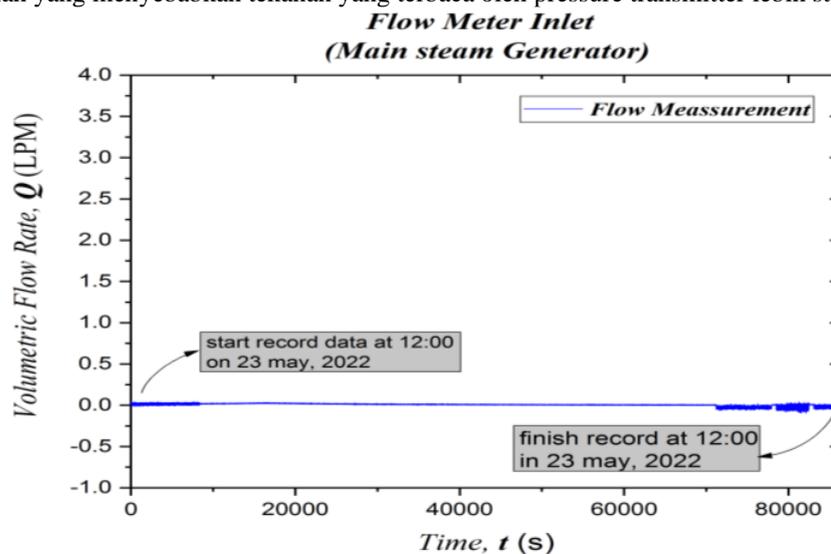
Gambar 7. Grafik Pressure Transmitter Pada Heat Pipe 1

Berdasarkan grafik pada gambar 7 terdapat lonjakan tekanan pada heat pipe 1 yang terjadi karena adanya fluktuatif arus dari pressure transmitter, di dalam PASCONEL dipengaruhi temperatur lingkungan, namun perubahannya tidak sebesar temperatur lingkungan karena setiap komponen dilapisi isolator glasswool.



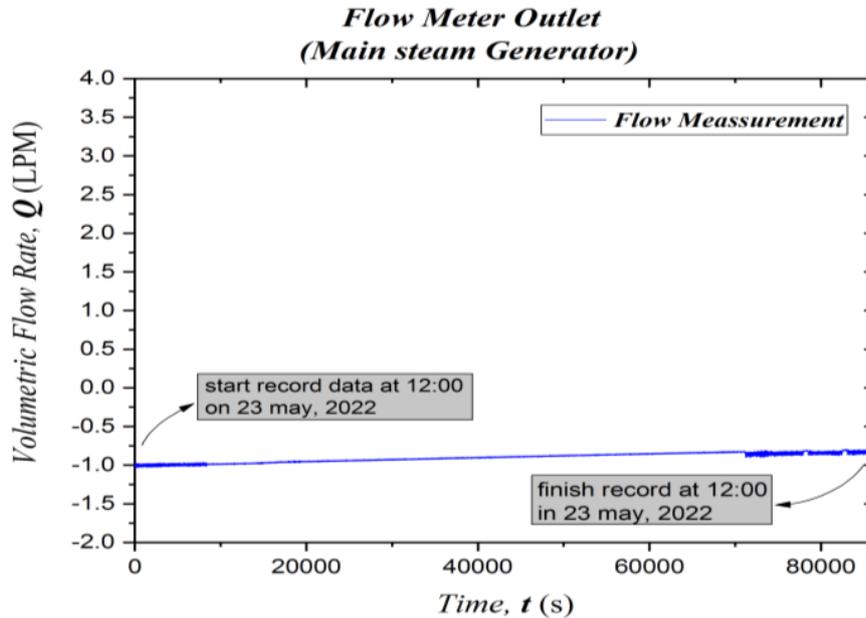
Gambar 8. Grafik Pressure Transmitter Pada Heat Pipe 2

Berdasarkan grafik pada gambar 8 tidak terdapat lonjakan tekanan pada heat pipe 2, ini berarti terjadi karena heat pipe 2 terendam fluida air di dalam pre-cooler sehingga temperatur pada heat pipe 2 lebih rendah hal inilah yang menyebabkan tekanan yang terbaca oleh pressure transmitter lebih stabil.



Gambar 9. Grafik Flow Meter Inlet Pada Main Steam Generator

Berdasarkan grafik pada gambar 9 terdapat lonjakan aliran pada flow meter inlet pada main steam generator, seharusnya tidak terjadi lonjakan aliran fluida pada PASCONEL, karena PASCONEL dalam keadaan statis namun sensitifitas pada flow meter tersebut menyebabkan terbacanya aliran udara yang terjebak di dalam perpipaan PASCONEL.



Gambar 10. Grafik Flow Meter Outlet Pada Main Steam Generator

Berdasarkan grafik pada gambar 10 terdapat lonjakan aliran pada flow meter outlet pada main steam generator, seharusnya tidak terjadi lonjakan aliran fluida pada PASCONEL, karena PASCONEL dalam keadaan statis namun sensitifitas pada flow meter tersebut menyebabkan terbacanya aliran udara yang terjebak di dalam perpipaan PASCONEL.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa grafik pada hasil data pengamatan menunjukkan bahwa pada main steam generator dan heat pipe 1, terdapat lonjakan tekanan karena dipengaruhi oleh temperatur lingkungan, tetapi pada heat pipe 2 tidak terjadi lonjakan (stabil) karena heat pipe 2 terendam fluida air di dalam pre-cooler, sedangkan debit aliran pada flow meter inlet dan outlet pada main steam generator terdapat lonjakan karena sensitifitas pada flow meter membaca aliran udara yang terjebak pada perpipaan PASCONEL, hal ini menunjukkan bahwa sensor, modul, dan program yang telah dibuat berarti berfungsi dengan baik..

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sutarman. PEMBANGUNAN PLTN SEBAGAI SATU SOLUSI KRISIS LISTRIK DI INDONESIA. V. Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir-BATAN.
- [2]. Harjanto Tri Nur. DAMPAK LINGKUNGAN PUSAT LISTRIK TENAGA FOSIL DAN PROSPEK PLTN SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK NASIONAL. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, BATAN. No. 01/ Tahun I. April 2008.
- [3]. Dibyo Sukmanto. STUDI KARAKTERISTIK PRESSURIZER PADA PWR. BATAN Yogyakarta, 10 Juli 2007.
- [4]. Barry Christopher. Advancements in Boiling Water Nuclear Reactors. November 30, 2017. Stanford University, Winter 2017
- [5]. Widyanto Rachmad, Mahmudah Nuraini Siti Rida. ANALISIS KONDISI NORMAL DAN MALFUNGSI PRESSURIZED HEAVY WATER REACTOR DENGAN IAEA CONVENTIONAL PHWR SIMULATOR. J. Sains Dasar 2022.
- [6]. Watson Nicholas. International Atomic Energy Agency (IAEA) Convenes Global Experts to Assesses High Temperature Gas Cooled Reactors for Electricity, Heat and Hydrogen. May 22, 2022.
- [7]. Sembiring Malem Tagor, KESELAMATAN MOLTEN SALT REACTOR (MSR) DAN ASPEK REGULASI. 4 Desember 2019. BATAN.
- [8]. Khodarev Eduard. Liquid Metal Fast Breeder Reactors. IAEA BULLETIN-VOL 20, NO.6.
- [9]. Liou Joanne. Small Modular Reactor (SMR). International Atomic Energy Agency (IAEA). Nov 4, 2022.