

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Timah Industri merupakan salah satu perusahaan terkemuka di Indonesia yang bergerak dalam bidang kimia dan industri hilir timah. Sejak tahun 2009, perusahaan ini telah bertransformasi dari penyedia layanan pendukung tambang menjadi produsen produk berbasis timah, melalui pembangunan Pabrik Kimia Timah Tahap I di Cilegon, Banten.

Dalam hal ini, industri manufaktur di era modern menghadapi tantangan besar dalam menjaga efisiensi, kualitas, dan kontinuitas produksi. Salah satu aspek penting yang sangat memengaruhi keberhasilan proses industri adalah ketersediaan air bersih. Menurut Sutrisno (2017), air tidak hanya berfungsi sebagai pelarut atau media pencuci, tetapi juga digunakan secara luas dalam proses pendinginan, pemrosesan bahan baku, dan stabilisasi produk akhir. Oleh karena itu, sistem pengolahan air yang handal sangat diperlukan untuk memastikan bahwa air yang digunakan memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

Permasalahan yang terjadi dilaporkan dalam proses sistem WTP bersifat manual dan Menurut keterangan dari foreman plant utility mengatakan “proses pengaturan pH dilakukan dengan cara menambahkan larutan soda ash ke dalam storage boiler berkapasitas 5000 liter, di mana nilai pH awal sekitar 7 ditingkatkan menjadi pH 9/10 sesuai kebutuhan. Namun demikian, permasalahan muncul pada parameter *Total Dissolved Solids* (TDS), terutama saat kondisi standby nilai TDS dapat mencapai 170 hingga 1000 ppm. Kondisi ini menunjukkan bahwa air yang telah melewati proses penyaringan melalui unit softener masih mengandung kotoran atau padatan terlarut yang lolos, sehingga berpotensi menimbulkan gangguan hingga kerusakan pada sistem boiler”. Sehingga kondisi ini dapat menyebabkan berbagai permasalahan, di antaranya ketidaktepatan dalam pengendalian parameter kualitas air seperti *potential of Hydrogen* (pH) dan *Total Dissolved Solids* (TDS), keterlambatan dalam merespons perubahan kondisi air,

serta potensi kesalahan akibat faktor manusia. Menurut Yulianto (2019), sistem manual cenderung tidak adaptif terhadap dinamika proses produksi yang cepat, sehingga berdampak pada turunnya efisiensi dan meningkatnya risiko kerusakan alat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, teknologi otomasi industri menjadi solusi yang semakin relevan. Menurut Nugroho dan Fatkhurrohman (2020), penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI) dalam sistem otomasi memungkinkan proses kontrol dilakukan secara otomatis dan presisi, serta memberikan visualisasi data secara real-time kepada operator. PLC berperan sebagai pengendali utama dengan logika terprogram, sementara HMI seperti Autonics LP-A070 berfungsi sebagai antarmuka grafis yang mendukung pemantauan dan pengendalian sistem secara langsung oleh pengguna.

Sistem otomasi berbasis PLC dan HMI mampu memberikan sejumlah manfaat, antara lain peningkatan akurasi pengendalian parameter, memudahkan bagi foreman dan operator, serta peningkatan keselamatan dan efisiensi kerja. Menurut Widodo (2022), integrasi teknologi otomasi dalam pengolahan air dapat meningkatkan efisiensi hingga 40% serta menurunkan potensi gangguan operasional, menjadikannya solusi strategis dalam modernisasi sistem industri.

Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring otomatis pada *Water Treatment Plant* (WTP) di PT Timah Industri. Sistem ini akan difokuskan pada pengendalian dua parameter utama kualitas air, yaitu pH dan TDS, menggunakan PLC sebagai pengendali logika dan HMI Autonics LP-A070 sebagai media monitoring real-time. Penulis mengangkat judul penelitian: “Rancang Bangun Sistem Control dan Monitoring Water Treatment Plant (WTP) Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI) Autonics LP-A070 di PT Timah Industri.”

Melalui tugas akhir ini, diharapkan dapat tercapai sistem yang mampu menjaga mutu air olahan secara konsisten, mengurangi risiko kesalahan manusia, serta mendukung efisiensi dan keberlanjutan proses produksi di lingkungan industri PT Timah Industri.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi dan batasan yang disebutkan di atas, rumusan masalah berikut dapat dibuat :

1. Bagaimana merancang sistem otomasi Water Treatment Plant (WTP) berbasis Programmable Logic Controller (PLC) dan Human Machine Interface (HMI) untuk monitoring nilai pH dan TDS secara real-time serta *user friendly* di PT Timah Industri?
2. Bagaimana cara menghubungkan perangkat *Intelligent Industrial Controller* dan *Supmea Controller* (TDS) dengan sistem PLC-HMI Autonics dan komunikasi RS485, serta bagaimana prosedur konfigurasi tampilan data pH dan TDS pada HMI?
3. Bagaimana merancang integrasi pembacaan pH dan TDS dengan sistem kontrol otomatis pada PLC dan HMI untuk mendukung pengendalian indikator, dosing pump, dan nilai pH?
4. Bagaimana sistem kerja dosing pump dan pompa sirkulasi dapat dikendalikan secara otomatis berdasarkan pembacaan pH dan level air pada drum soda ash (Na_2CO_3)?
5. Bagaimana merancang program pengisian air otomatis pada drum soda ash yang terintegrasi dengan PLC untuk menjaga kontinuitas proses pengolahan air dalam water treatment plant?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari pembuatan proyek akhir adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan system otomasi monitoring nilai pH dan TDS secara real-time serta *user friendly* pada *Water Treatment Plant* (WTP)
2. Membangun sistem konektivitas antara *Intelligent Industrial Controller*, *Supmea Controller* (TDS), dan PLC-HMI Autonics dengan menggunakan komunikasi RS485.
3. Mengembangkan program PLC yang mampu mengontrol indikator, dosing pump, dan sistem pengaturan pH secara otomatis .
4. Merancang dan menerapkan sistem kontrol dosing pump dan pompa sirkulasi berdasarkan kondisi aktual level air di drum soda ash (Na_2CO_3).
5. Membuat sistem pengisian air otomatis berbasis PLC yang dapat menjaga kontinuitas ketersediaan air pada drum soda ash dalam *water treatment plant* (WTP).

1.4 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilaksanakan dengan batasan atau ruang lingkup sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Timah Industri Cilegon , bagian department Maintenance, plant Utility.
2. Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem kontrol serta monitoring proses pengolahan air bagian *Water Treatment Plant* (WTP) dengan menitikberatkan pada pemantauan dan pengendalian parameter *Total Dissolved Solids* (TDS) dan *potential of Hydrogens* (pH).
3. Perancangan sistem kontrol dilakukan dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI) Autonics LP-

A070 sebagai media utama untuk mengatur dan memvisualisasikan proses secara real-time.

4. Sistem ini juga mencakup integrasi perangkat input berupa *Intelligent Industrial Controller* dan *Supmea TDS Controller*, yang berfungsi membaca nilai parameter pH dan TDS, kemudian dikomunikasikan ke HMI melalui protokol Modbus RTU menggunakan jaringan komunikasi RS-485.
5. Penelitian mencakup perancangan logika kontrol untuk pengoperasian dosing pump, yang berfungsi dalam penyesuaian kadar pH, serta pompa sirkulasi yang memindahkan larutan dari tangki ke storage boiler. Sistem ini juga dilengkapi dengan kontrol level air otomatis pada setiap tangki, khususnya tangki soda ash, untuk mengatur kondisi pompa berdasarkan ketinggian air.
6. Penyusunan program kontrol menggunakan instruksi dasar logika pada PLC, dan pengaturan parameter input/output berbasis kondisi aktual pada proses.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Akademik

- A. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi otomasi berbasis PLC dan HMI, dalam proses pengolahan air.
- B. Menjadi referensi bagi mahasiswa dan peneliti lain dalam memahami komunikasi modbus rs485d dalam mengintegrasikan berbagai perangkat control industry dan mengimplementasikan sistem otomasi pada proses pengolahan air.
- C. Melatih kemampuan mahasiswa dalam perancangan dan implementasi teknologi terkini di bidang teknik listrik dan kontrol industri.

2. Manfaat Praktisi

- A. Memberikan panduan teknis kepada praktisi dalam mengimplementasikan system otomasi pada *Water Treatment Plant* (WTP) menggunakan PLC dan HMI autonics serta perangkat pendukung lainnya.

- B. Mempermudah pengoprasian dan pemeliharaan system WTP dengan pemantauan data *Total Dissolved Solids* (TDS) potential of Hydrogens (pH)
- C. Mengurangi risiko kesalahan manusia dalam proses pengolahan air melalui penerapan sistem kontrol otomatis berbasis PLC.
- D. Membantu meningkatkan pengambilan dan pemantauan data dalam pengelolaan kualitas air yang akurat.

3. Manfaat Industri

- A. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional WTP dengan penerapan sistem monitoring dan kontrol berbasis otomasi.
- B. Mengurangi biaya operasional akibat ketidaksesuaian standar kualitas air yang dihasilkan, serta meminimalkan kerusakan peralatan.
- C. Mendukung implementasi konsep industri 4.0 dalam bidang pengolahan air melalui penggunaan sistem otomasi berbasis PLC dan HMI.
- D. Memberikan solusi teknologi yang dapat diadaptasi pada skala industri lainnya untuk meningkatkan kualitas proses produksi dan keamanan operasional.

1.6 Sistem yang sudah terpasang

Sistem existing pada Water Treatment Plant (WTP) di PT Timah Industri terdiri dari beberapa komponen utama yang telah digunakan sebelum dilakukan modifikasi sistem otomatisasi. Komponen-komponen tersebut menjalankan fungsinya secara manual, tanpa integrasi dengan sistem kontrol berbasis PLC dan HMI. Operator bertugas mengatur injeksi larutan soda ash langsung melalui storage 5000 L yang akan disalurkan menuju boiler.

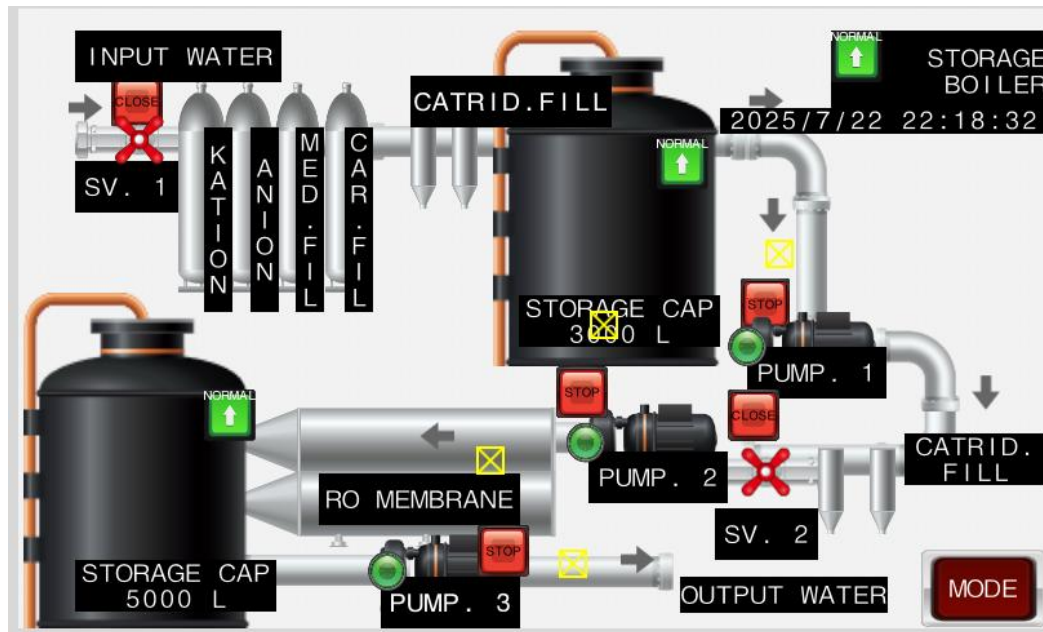
Beberapa komponen yang telah tersedia dalam sistem existing antara lain:

1. Tangki Penampung Air berkapasitas 5000 liter yang menyimpan air hasil filtrasi sebelum disalurkan ke boiler.
2. Pompa Sirkulasi yang mengalirkan air dari tangki ke sistem boiler, tanpa kontrol otomatisasi.
3. Melakukan injeksi soda ash (Na_2CO_3), langsung memasukkan ke tangki

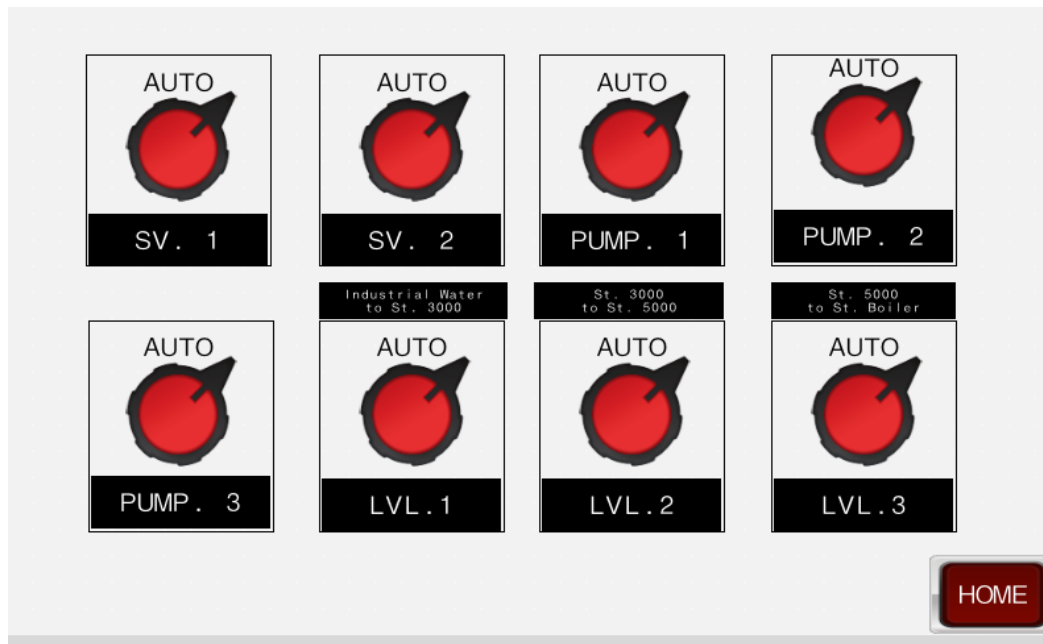
penampung air 5000 L.

4. Alat Ukur pH meter dan stick pH, mengecek secara langsung pada tangki penampung air 5000 L

Berikut tampilan awal HMI dan P&ID :



Gambar 1.1 Tampilan awal hmi



Gambar 1.2 tampilan kedua hmi

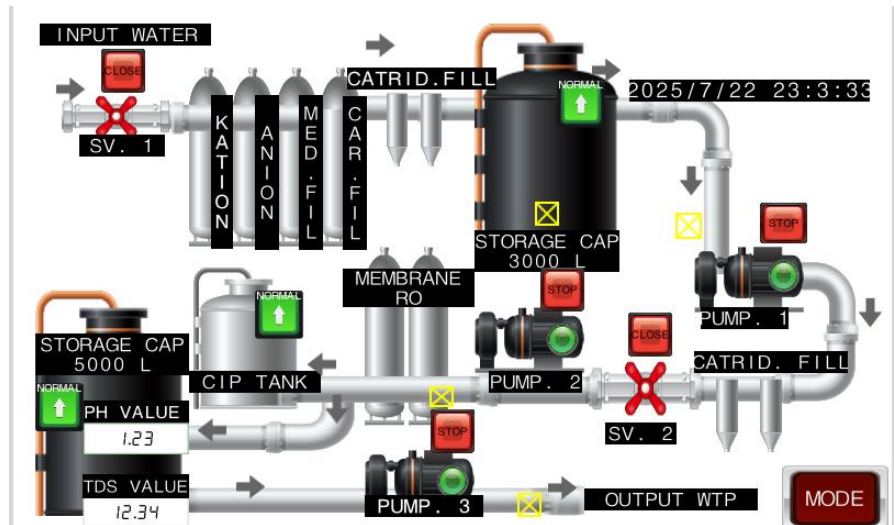
1.7 Sistem yang sudah dimodifikasi

Sistem yang dimodifikasi pada Water Treatment Plant (WTP) di PT Timah Industri terdiri dari beberapa komponen utama yang telah dilakukan modifikasi. Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, akurasi pengendalian kualitas air, serta mengurangi kesalahan manual oleh operator. Otomasi diterapkan untuk mengatur proses injeksi larutan soda ash (Na_2CO_3) secara langsung dari tangki penyimpanan (storage soda ash) menuju aliran proses, serta mengatur aliran air dari storage tank 5000 liter ke tangki boiler melalui serangkaian perangkat seperti dosing pump, pompa sirkulasi, dan sensor pH.

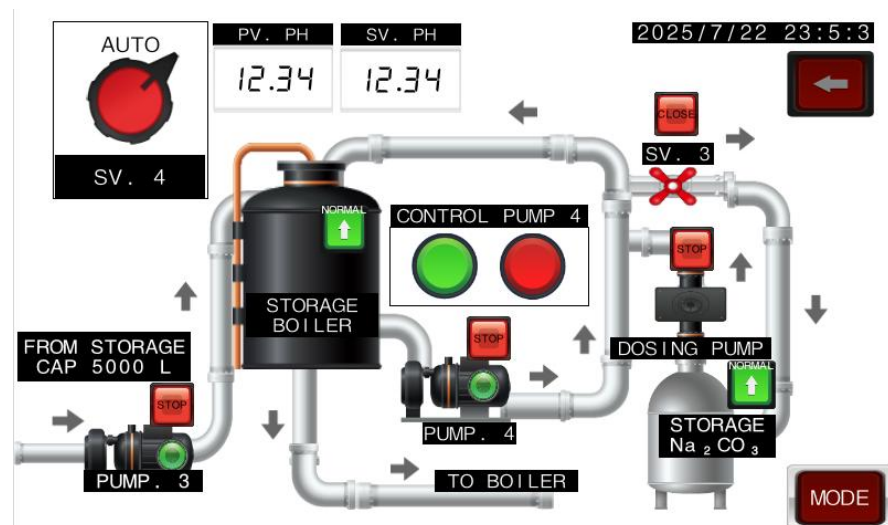
Beberapa komponen yang telah dimodifikasi antara lain:

1. Storage boiler dengan jenis silo tank berkapasitas 3000 liter yang berfungsi untuk menampung air hasil filtrasi dari tangki penampung 5000 liter sebelum disalurkan ke boiler. Tangki ini menjadi titik utama pengukuran dan kontrol parameter kualitas air.
2. Pompa sirkulasi berfungsi mengalirkan air dari output storage boiler kembali ke bagian atas tangki, memastikan larutan tercampur merata. Pompa ini dikendalikan otomatis melalui PLC
3. Dosing Pump Berfungsi untuk menginjeksi larutan soda ash (Na_2CO_3) ke dalam aliran air yang melewati pompa sirkulasi. Dosing pump diatur oleh PLC berdasarkan nilai pembacaan sensor pH. Jika nilai Process Value (PV) telah mencapai Set Value (SV), maka dosing pump akan berhenti secara otomatis.
4. Sensor pH berfungsi sebagai mengukur dan membaca nilai pH yang sudah tersirkulasi dan menampilkan berupa numeric display pada HMI.
5. Perubahan display HMI halaman 1 menampilkan pH value dan TDS value.
6. Penambahan display HMI Halaman 2 pada HMI dimodifikasi untuk menampilkan alur proses otomatisasi pengaturan pH secara interaktif, termasuk status pompa dan nilai pembacaan pH. Halaman 4 berfungsi sebagai tampilan data logging, yang mencatat dan menampilkan perubahan nilai pH dari waktu ke waktu dalam bentuk grafik atau numerik secara berkala.

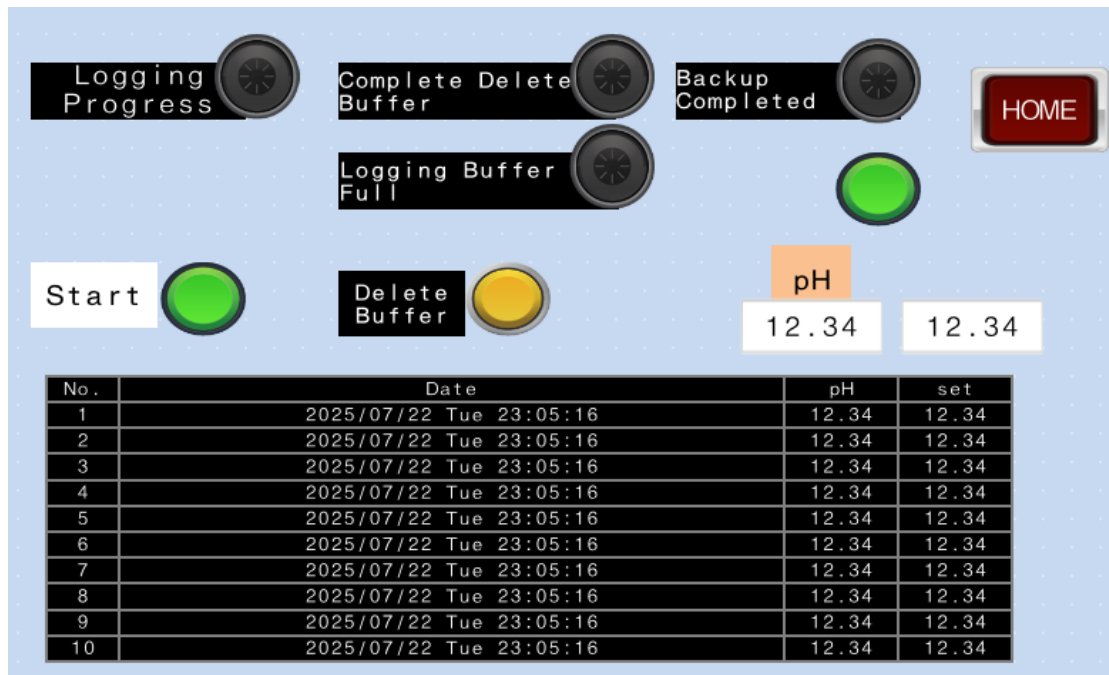
Berikut tampilan modifikasi HMI dan P&ID :



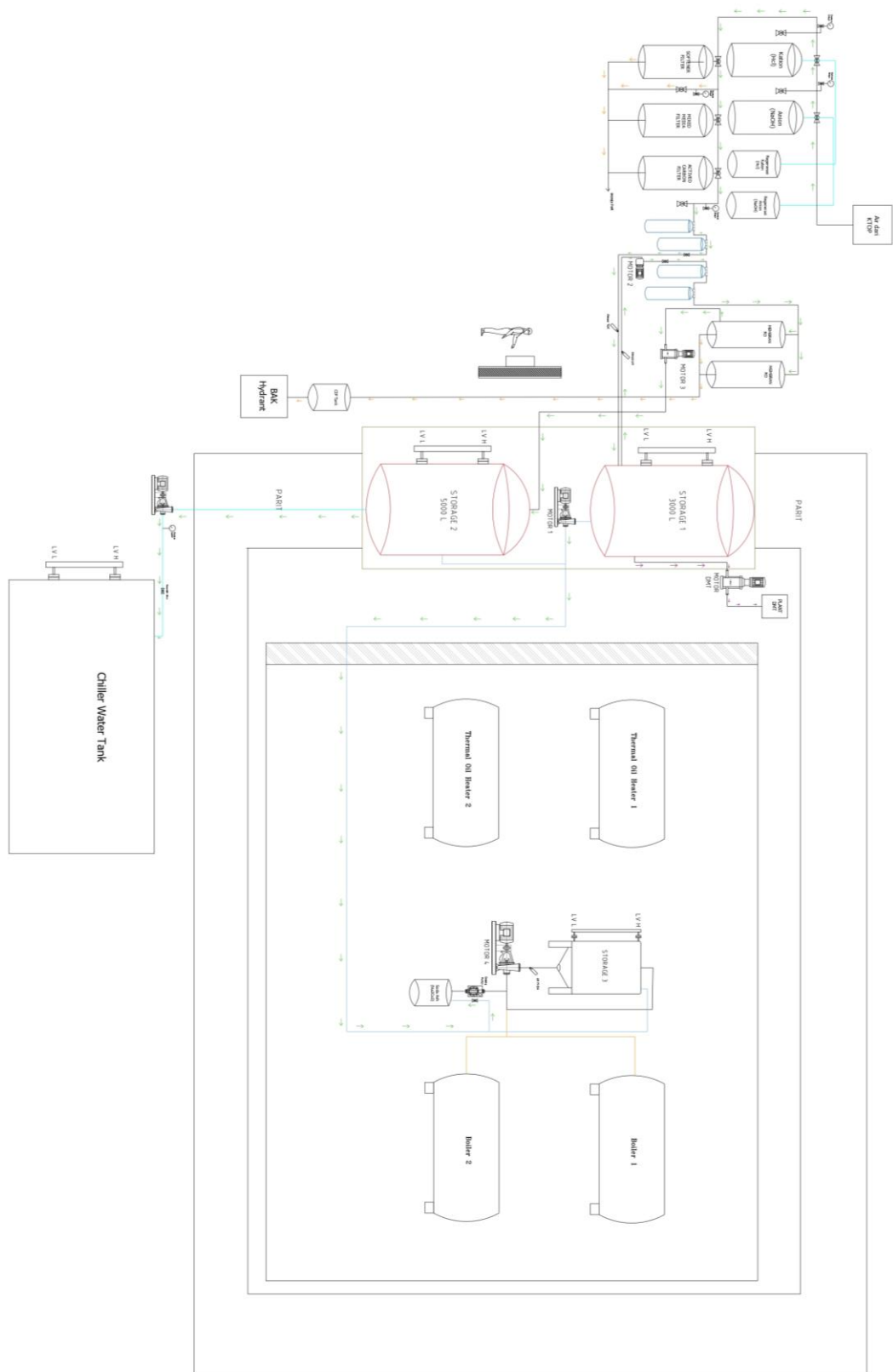
Gambar 1.4 Tampilan 1 modifikasi HMI



Gambar 1.5 Tampilan 2 modifikasi HMI



Gambar 1.6 Tampilan data logging



Gambar 1.7 P&ID yang sudah dimodifikasi

